

Nachwachsende Rohstoffe
(Hanf, Flachs, Salbei und Kamille) –
Anbau und Bedeutung für den
Lebensraum Acker in Sachsen



Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Nachwachsende Rohstoffe (Hanf, Flachs, Salbei und Kamille) – Anbau und Bedeutung für den Lebensraum Acker

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Stabsstelle 1, Öffentlichkeitsarbeit
Zur Wetterwarte 11, D-01109 Dresden
eMail: Poststelle@lfug.smul.sachsen.de

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Präsidium
August-Böckstiegel-Straße 1, D-01326 Dresden
eMail: Poststelle@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de

Autor:

Technische Universität Dresden, Institut für Botanik
Birgit Zöphel, Thomas Kreuter
D-01062 Dresden
(im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Steffi Mänicke, Dr. Schulz
Gustav-Kühn-Str. 8, D-04159 Leipzig

Redaktion:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Stabsstelle 2, Umwelt und Raumnutzung
Zur Wetterwarte 11, D-01109 Dresden

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Präsidium
August-Böckstiegel-Straße 1, D-01326 Dresden

Redaktionsschluss: Juni 2001

Druck und Versand:

Sächsisches Druck- und Verlagshaus GmbH Dresden
Tharandter Straße 23-27, D-01159 Dresden
Fax: 0351 / 420 31 86 (Versand)
eMail: versand@sdv.de

Auflage: 250 Stück

Bezugsbedingungen:

Diese Veröffentlichung kann beim Sächsischen Druck- und Verlagshaus GmbH Dresden kostenfrei bezogen werden.

Hinweis:

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) und der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme des Landesamtes oder der Landesanstalt zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

Gedruckt auf Recyclingpapier

Erscheinungsmonat/-jahr : Juli 2001

Das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie und die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft sind im Internet.

Adressen:

<http://www.umwelt.sachsen.de/lfug>
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl>

Nachwachsende Rohstoffe (Hanf, Flachs, Salbei und Kamille)- Anbau und Bedeutung für den Lebensraum Acker in Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Einleitung	6
2.1	Faserpflanzen sowie Heil- und Gewürzpflanzen in der Agrarproduktion	6
2.2	Projektumfang und -ziel	6
2.3	Methodische Grundlagen	6
3	Hanf	9
3.1	Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen	9
3.2	Generelle Bedeutung für die Segetalpflanzen	10
3.3	Generelle Bedeutung für die Arthropoden	12
3.4	Vergleich von konventionellem und ökologischem Hanf-Anbau	14
3.4.1	Auswirkungen auf die Segetalpflanzen	14
3.4.2	Auswirkungen auf die Arthropoden	14
3.4.3	Erträge und Qualitäten	15
3.5	Diskussion und Schlussfolgerungen	16
4	Flachs	17
4.1	Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen	17
4.2	Generelle Bedeutung für die Segetalpflanzen	18
4.3	Generelle Bedeutung für die Arthropoden	20

4.4	Vergleich von konventionellem und ökologischem Anbau	22
4.4.1	Auswirkungen auf die Segetalpflanzen	22
4.4.2	Auswirkungen auf die Arthropoden	23
4.4.3	Erträge und Qualitäten	25
4.5	Diskussion und Schlussfolgerungen	25
5	Salbei	27
5.1	Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen	27
5.2	Bedeutung für die Segetalpflanzen	29
5.3	Bedeutung für die Arthropoden	30
5.4	Erträge und Qualitäten	32
5.5	Diskussion und Schlussfolgerungen	33
6	Kamille	34
6.1	Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen	34
6.2	Bedeutung für die Segetalpflanzen	35
6.3	Bedeutung für die Arthropoden	38
6.4	Erträge und Qualitäten	40
6.5	Diskussion und Schlussfolgerungen	41
7	Zusammenfassung	43
8	Literatur	44
9	Veröffentlichungen zum Projekt	45
10	Tabellenverzeichnis	45
11	Abbildungsverzeichnis	46
12	Abkürzungsverzeichnis	47
13	Information und Adressen	47
14	Glossar	48
15	Anhang	49

1 Vorwort

Nachwachsende Rohstoffe: ein abstrakter Begriff für ein traditionelles Feld der landwirtschaftlichen Produktion. Seit alters her produzieren die Landwirte neben Erzeugnissen für die menschliche Ernährung auch pflanzliche Rohstoffe zur Verarbeitung im Bauwesen oder in der Textil- und Pharmaindustrie.

Flachs, Hanf, Salbei und Kamille gehören zu diesen rohstoffliefernden Pflanzen. In den zurückliegenden Jahrzehnten erfuhren solche Kulturarten infolge des Einsatzes synthetischer Fasern und Medikamente einen zum Teil drastischen Rückgang ihrer Anbaufläche. Seit einigen Jahren erleben sie aufgrund des steigenden Umweltbewusstseins eine Renaissance. Sie bieten den Landwirten Einkommensalternativen und haben zugleich auch positive Effekte auf den Lebensraum "Acker". Im weitesten Sinne wird mit Hilfe dieser Kulturen die Struktur- und Artenvielfalt unserer Naturräume bereichert.

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) beschäftigten sich im Zeitraum von 1997 bis 2000 mit dieser Thematik. Die Bearbeitungsschwerpunkte der LfL lagen in der Entwicklung praxisorientierten Anbau- und Verwertungsverfahren nachwachsender Rohstoffe im konventionellen und ökologischen Landbau. Durch das LfUG wurden vegetationskundliche, pflanzenökologische, faunistische und zoologische Untersuchungen betreut, um die Wirkungen auf die Biodiversität und den Artenschutz in den landwirtschaftlich geprägten Räumen feststellen zu können.

Die vorliegende Veröffentlichung führt die Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben zusammen und beleuchtet sie aus dem Blickwinkeln des konventionellen und ökologischen Landbaus. Für jede beschriebene Kulturart werden die wichtigsten Aspekte aus floristischer, faunistischer, pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht dargestellt. So werden neben Umwelt- und Landwirtschaftsbehörden auch Forschungseinrichtungen, Landwirte und im Umwelt- und Naturschutz ehrenamtlich Tätige angesprochen.



Prof. Dr. Irene Schneider-Böttcher
Präsidentin der Sächsischen Landesanstalt
für Landwirtschaft



Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kinze
Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt und Geologie

2 Einleitung

2.1 Faserpflanzen sowie Heil- und Gewürzpflanzen in der Agrarproduktion

Nachwachsende Rohstoffe treten im Zuge agrarstruktureller Wandlungen seit Mitte der 90er Jahre wieder verstärkt ins Blickfeld. EU- und landesweite Förderprogramme verhelfen ehemals bedeutsamen Kulturarten wieder zu neuem Aufschwung oder fördern den Anbau von bisher wenig verbreiteten Arten. Basis- und Stilllegungsflächen werden dabei für den Anbau nachwachsender Rohstoffe gleichermaßen genutzt (LfL 2000).

Die für die Untersuchungen zur agrarökologischen Bedeutung ausgewählten vier Arten aus dem Bereich der Faser- bzw. Heil- und Gewürzpflanzen sind für Sachsen von besonderer Bedeutung, da entweder lange Traditionslinien bestehen (Flachs, Kamille, Salbei) oder große Anbaupotentiale durch geeignete Standorte und gestiegene Nachfrage, vor allem bei Hanf, existieren.

Der Flachsanbau wird derzeit in den traditionellen Anbaugebieten, vor allem im mittleren Erzgebirge, wieder forciert (RÖHRICHT & SCHULZ 2000). Für Faserhanf ist die Anbaufläche seit der Genehmigung kontrollierten Anbaus 1996 deutschlandweit und auch in Sachsen stetig gestiegen, wird aber gegenwärtig noch durch Verarbeitungskapazitäten limitiert. Für beide Arten bestehen auch Marktchancen im ökologischen Anbau. Die Sparte der Heil- und Gewürzpflanzen besitzt zwar geringe Anteile an der landwirtschaftlichen Produktionsfläche (1999 220 ha, LfL 2000), ist aber wegen der hohen Wertschöpfung ökonomisch interessant. Besonders Ernteprodukte aus ökologischem Anbau werden stärker nachgefragt.

Nicht zuletzt wird eine Erweiterung des Kulturartenspektrums auch unter dem Gesichtspunkt der Bereicherung einer weitgehend ausgeräumten Agrarlandschaft gefördert. Über die tatsächlichen Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf die Vegetation und Fauna der Felder ist allerdings bisher nur wenig bekannt. Gerade für einen ökologischen Anbau ist jedoch die Beschreibung und Quantifizierung agrarökologischer Zusammenhänge äußerst wichtig.

In der vorliegenden Broschüre sind ausgewählte Ergebnisse eines Forschungsvorhabens des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie „Botanische und zoologische Begleituntersuchungen zu Nachwachsenden Rohstoffen, Heil und Gewürzpflanzen“ (HEMPEL et al. 2000) sowie aus Projekten der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur „Entwicklung verwendungsorientierter Anbau- und Ernteverfahren für Flachs und Hanf unter den Bedingungen des Freistaates Sachsen“ (RÖHRICHT & SCHULZ 2000) bzw. zur „Entwicklung eines qualitätsbezo-

genen Anbaus von Heil- und Gewürzpflanzen mit neuartigem Einsatzspektrum als Botanicals“ (RÖHRICHT & MÄNICKE 2001) zusammengefasst.

2.2 Projektumfang und -ziel

Im Rahmen der zöologischen Begleituntersuchungen bildete eine vegetationskundliche, pflanzenökologische, faunistische und zoönotische Untersuchung der vier Kulturen an ausgewählten Standorten die Basis für eine ökologische Bewertung hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Biodiversität der Agrarräume, den Artenschutz und die Landwirtschaft. Dabei wurden Besonderheiten der Zönosen, Refugialeffekte sowie Unterschiede beim konventionellen und ökologischen Anbau (für Hanf und Flachs) beachtet. Die Erhebungen erfolgten durch das Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz der Martin-Luther-Universität Halle (Arthropoden- und Regenwurmfauna) und das Institut für Botanik der Technischen Universität Dresden (Vegetation).

Aus den umfangreichen ackerbaulichen Untersuchungen der LfL u.a. zu Sorten- und Standortwahl, Beikrautregulierung und Ernteverfahren auf Praxis schlägen und in Versuchsstationen können hier nur Ergebnisse aufgegriffen werden, für die ein direkter Bezug zur Feldflora und -fauna besteht. Ackerbauliche Fragestellungen wurden am Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau der LfL bearbeitet.

Die Verknüpfung der Ergebnisse zur ökologischen sowie zur acker- und pflanzenbaulichen Situation der Kulturen gestatten eine Einordnung im Spannungsfeld „Ökologie - Ökonomie“ mit dem Ziel, Grundlagen zu liefern, um die Toleranzgrenze für eine möglichst artenreiche und vitale Segetalzönose bei wirtschaftlichen Ertrags- und Qualitätswerten der Ernteprodukte zu finden.

In diesem Kurzbericht werden Ergebnisse zu den Begleitzönosen in den genannten Kulturarten dargestellt und gewertet. Neben Ausführungen zu Biologie und Anbau der Kulturen erfolgen Einschätzungen zur Bedeutung der generellen Anbauentscheidung für die Begleitzönosen.

Im Falle der Kulturen Hanf und Flachs schließt sich eine Gegenüberstellung von ökologischem und konventionellem Anbau an. Dies entfällt für Salbei und Kamille, die nur ökologisch angebaut werden.

2.3 Methodische Grundlagen

Als Untersuchungsflächen für die Begleitflora und -fauna dienten Praxis schläge. Sie wurden so ausgewählt, dass weitgehend vergleichbare standörtliche und klimatische Bedingungen vorherrschten und die Standortansprüche der Kulturart optimal abgedeckt wurden. Die ausgewählten

Ökolandbau-Betriebe für Hanf und Flachs arbeiteten seit mindestens fünf Jahren nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Eine Übersicht über die bodenklimatischen Bedingungen der Hauptuntersuchungs-Standorte gibt Tab. 1. Die anbautechnischen Eckdaten werden bei den jeweiligen Kulturen aufgeführt. Die Lage der Untersuchungsflächen ist Abb. 1 zu entnehmen.

Wegen der Beschränkung auf Praxis schläge sind Verallgemeinerungen nur bedingt möglich. Kulturspezifische Effekte wurden z.T. erheblich von Witterungseffekten, Schlagbindungen einzelner Arten und Bodeninhomogenitäten überlagert. Einzelne Ergebnisse mussten deshalb zum Teil unberücksichtigt bleiben.

Tab.1: Übersicht über die Standortbedingungen der Hauptuntersuchungsflächen zur Begleitflora und -fauna von Hanf, Flachs, Salbei und Kamille

	Hanf	Flachs	Salbei	Kamille
Standort	<i>konv.</i> : 09337 Callenberg; <i>ökol.</i> : 09355 Gersdorf	<i>konv.u. ökol.</i> : 09618 Großhartmannsdorf	01705 Freital Wurgwitz	01561 Lampertswalde (Linz)
Naturraum	Übergang Erzgebirgsbecken/ Mulde-Lößhügelland	Osterzgebirge	Übergang Lößhügelland/ Osterzgebirgsvorland	Übergang Königsbrück-Ruhlander H./ Großenhainer Pflege
Standorttyp	V5b5, V5b3 (Lö5b2)	V8a3 (V7b2)	V5b1, V5b8	D3c1, D4c5, D2a2 mosaikartig
mittl. Bodenwertzahl	45	30	45	32
Höhe ü. NN	320-355 m	525-575 m	250 m	170 m
mittl. Jahrestemperatur	8,0 °C	6,5 °C	8,0 °C	8,5 °C
Niederschlagssumme	723 mm	879 mm	750 mm	650 mm

Floristisch-vegetationskundliche und faunistisch-zoozoologische Untersuchungsmethoden

Folgende vegetationskundlich-pflanzenökologische Methoden wurden angewandt (für genauere Angaben s. HEMPEL et al. 2000):

- **Vegetationsaufnahmen** (2-5x pro Saison, 25 m², nach BARKMAN).
- **Dauerflächenerhebungen** (Individuenzahlen, Phänologie und Reproduktion, Flächengröße 625 cm² bis 0,25 m², Salbei 5 m²; Kontrollen mind. 14-tägig).
- **Trockenmassebestimmung** von Beikräutern und Kulturart (2-3x pro Saison, 4x 0,25 m² pro Schlag; außer Salbei).
- Bestimmung von **Wuchshöhe, Trockenmasse, Reproduktion ausgewählter Arten** (regelmäßige Stichproben).
- Messung der **Belichtungsverhältnisse sowie z.T. Lufttemperatur und Luftfeuchte** in den Kulturen.
- Untersuchung von Kamillegrus zur Saat auf **Beimengungen von Beikrautsamen**.

Untersucht wurden im zoozoologischen Teilprojekt die Arthropodengruppen:

- Webspinnen (Araneae)
- Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae)
- Kurzflügelkäfer (Staphylinidae)
- räuberische Zweiflügler (Diptera, Empidoidea)
- Regenwürmer (Lumbricidae)

- weitere Gruppen als Summenparameter.

Zur Erfassung der **Insekten- und Spinnenzönosen** auf den Untersuchungsflächen kamen 3 Standardmethoden der angewandten Entomologie zum Einsatz:

- **Fänge mit modifizierten Bodenfallen nach Barber** (zylindrisch, 10,5 cm Durchmesser, 6 Fallen pro Schlag, Abstand mind. 20 m, Mai bis August).
- **Fänge mit Streifnetz** (Bügel: Ø 30 cm, Gaze-Beutel, pro Schlag 6 Sammelproben á 20 Doppelschläge, 3 bis 4 Fangtermine).
- **Gelbschalenfänge** (nur Hanf und Flachs, Schalen Ø 25 cm, je eine Schale pro Schlag, Leerung 10-14tägig, Mai-August).

Die erfaßten Insekten und Spinnen wurden in 70 %igem Alkohol dauerhaft konserviert.

Alle Vergleiche und Gegenüberstellungen basieren auf möglichst einheitlichen Fangzeiträumen, Erhebungszeitpunkten und Wiederholungszahlen. Eine möglichst standardisierte ökologische Charakterisierung der Webspinnen- und Laufkäfer-Zönosen wurde mittels Berechnung des Diversitätsindex' nach Shannon (H), der Evenness (E), der Jaccardschen Zahl (J) und der Renkonen-Zahl (R) angestrebt. Signifikanzprüfungen erfolgten mit dem parameterfreien Mann-Whitney-Test (nach LORENZ 1988).

Regenwürmer (Lumbricidae) wurden nach folgender Methode erfasst:

- **Handauslese von Bodenaushub** (pro Schlag 6 Flächen á 25x25x30 cm (Flachs) bzw. 20x20x20 cm (Salbei), Austreiben tiefergrabender Arten mit 0,2 %iger Formaldehydlösung. Im Falle des Flachs (Frühjahr und Herbst 1997–1999) erfolgten die Aufnahmen in der Kultur selbst sowie in den Vor- und Nachfrüchten.

Zusätzlich zu den ausgewiesenen Untersuchungsschlägen wurden in die zönotischen Untersuchungen folgende Flächen einbezogen:

- **Hanf - Beikräuter:** 9 Felder in verschiedenen Naturräumen (Standorttypen: L64, L66, V5, D4; Vegetationsaufnahmen, Ind.-Zahlen, 1997-1999); Sommergerste ökol. (alle Methoden, 1999)
- **Flachs - Beikräuter** (1997-1999): Öllein konv. (1998) Sommergetreide ökol. (1997-1999), (alle Methoden)
Flachs – Arthropoden: Öllein konv. (Kescherfänge, 1997/98); Hafer-Erbesen ökol. (Barberfallen, Kescherfänge, 1999)
- **Salbei - Beikräuter:** Wintergetreide am Standort (Vegetationsaufnahmen, 1997-1999)
- **Kamille - Beikräuter:** Winterroggen (alle Methoden, 1997-1999), verschiedene konv. Kulturen (Vegetationsaufnahmen, 1997-1999)
Kamille – Arthropoden: Waldrand und Feldrain (Kescherfänge, 1997); Waldrand und Winterraps (Barberfallen, 1998); Winterroggen (Barberfallen, Kescherfänge, 1999)

Untersuchungen zu Erträgen und Qualitäten

Die Ernte von Flachs und Hanf erfolgte mit Flachserntemaschinen der LfL oder betriebseigenen Maschinen. Unter anderem wurden folgende Parameter erhoben:

- **Grünstrohertrag** Flachs (geriffelt lufttrocken; Rückwaage lufttrockener geriffelter Stängel)
- **Gesamtbiomasse** Hanf (Einwaage erntefrischer Pflanzen)

- **Stängellänge, technische Länge und Stängeldurchmesser** von Hanf (mehrere Termine)
- **Fasergehalte** bei Flachs und Hanf (nach Österreichischer Textilnorm (ÖTN) 084 am Sächsischen Textilforschungsinstitut Chemnitz)
- **Faserfestigkeit** (in Anlehnung an DIN EN ISO 2062 durch Faserbündelzugversuch)
- **Faserfeinheit** (nach ISO 2370 mit Hilfe eines Flachs-Flowmeters, bei Hanf leicht variiert).

Detaillierte Ausführungen zur Methodik finden sich in RÖHRICHT & SCHULZ (2000).

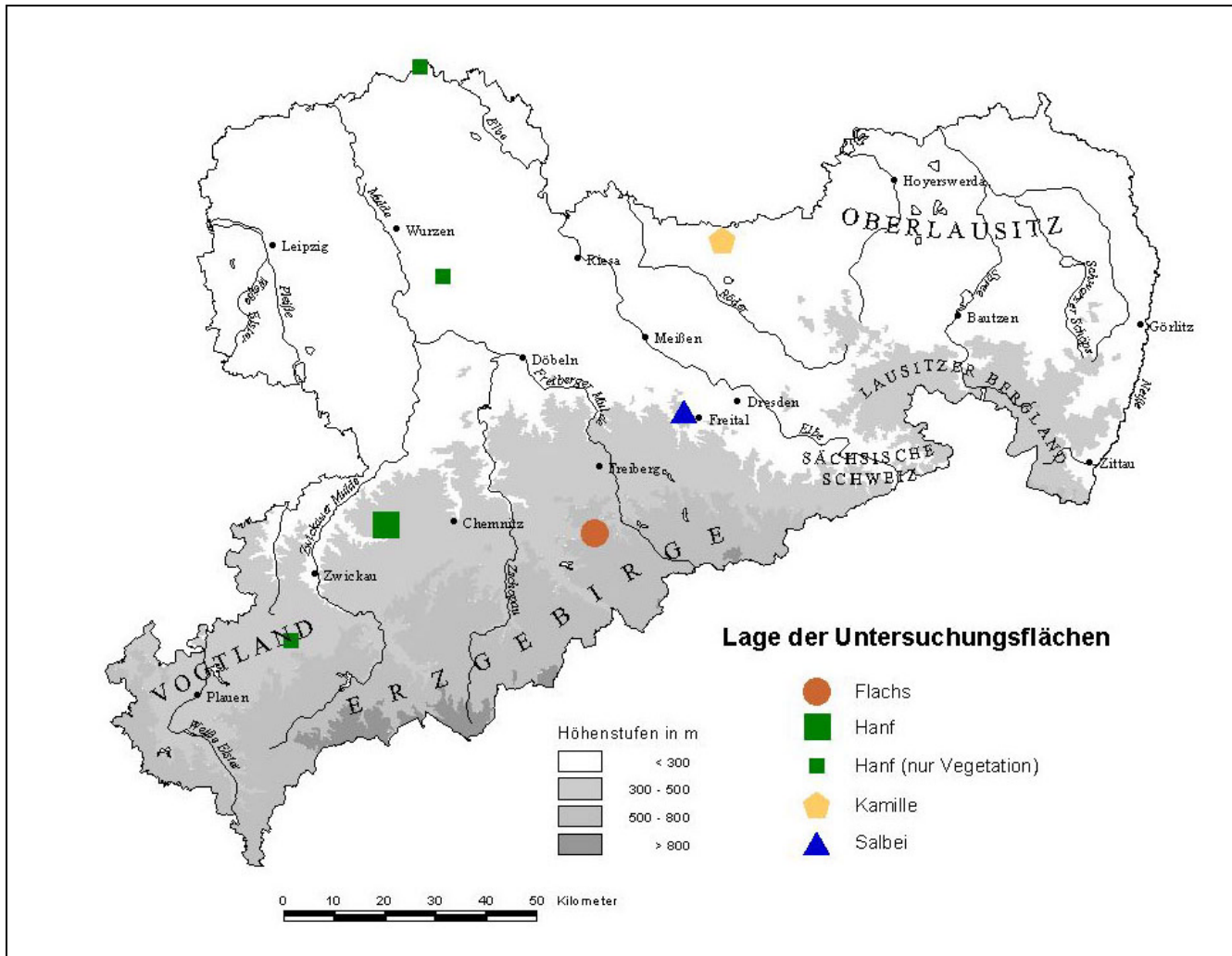
In der Salbeikultur wurden ausschließlich Triebspitzen von Hand geerntet und umgehend schonend bei 25°C getrocknet. Die Kamille-Ernte erfolgte mit dem Kamillepflückgerät Linz III. Der sofortigen schonenden Trocknung bei max. 35°C folgte die Abtrennung der Kraut- und Staubanteile. Bestimmt wurden am Erntegut folgende Parameter (nähere Erläuterungen s. RÖHRICHT & MÄNICKE 2001):

- **Menge verkaufsfähiger Droge** (Einwaage getrockneten, gereinigten Erntegutes).
- **Gehalt an ätherischen Ölen** (nach Vorgaben des Deutschen Arzneibuches)
- **Zusammensetzung des ätherischen Öles** (Gaschromatographie-Massenspektroskopie; Gehalte an Flavonoiden, Gerbstoffen und Carnosol-Derivaten im Salbei nach Methanol-Extraktion über Hochdruckflüssigkeitschromatographie und Zuordnung zu UV-Spektren).

Bodenchemie

1997 wurden auf allen Untersuchungsschlägen durch die LfL orientierende Untersuchungen zur Bodenchemie (pH-Wert, Humus-Gehalt, Nährstoffgehalte: K, P, Mg, NO₃, NH₄, N_{min}, Schwermetallgehalte: Cd, Hg, Cu, Zn, As) und zur Bodenstruktur (Feucht- und Trockenrohddichte, Porenvolumen, Reindichte, Substanzvolumen, Wassergehalt, maximale Wasserkapazität) durchgeführt. Sie dienten dazu, die Standortsituation einzuschätzen.

Abb. 1: Lage der Hauptuntersuchungsflächen zur Beurteilung der Beikrautvegetation und Arthropodenfauna



3 Hanf

3.1 Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen

Hanf (*Cannabis sativa* L., Cannabaceae), ein enger Verwandter des heimischen Hopfens mit Heimat in Mittelasien, ist eine zweihäusige, windbestäubte Pflanze, die auch unter hiesigen Anbaubedingungen bis zu vier Meter hoch werden kann. Die weiblichen Pflanzen sind stärker belaubt, blühen später und altern langsamer. Um einheitliche Faserqualitäten zu erreichen, kommen deshalb überwiegend Sorten mit fast ausschließlich weiblichen Pflanzen zum Anbau. Die Stängeldicke von 4–20 mm ist standraum- und sortenabhängig.

Der Gehalt an Tetrahydrocannabinol (THC), das als Betäubungsmittel wirkt, führte zeitweise zum Verbot des Hanfanbaus. Seit 1996 ist der Anbau THC-armer Sorten (<0,2 % THC seit 2000) in Deutschland für landwirtschaftliche Un-

ternehmen wieder gestattet, aber meldepflichtig.

Die höchsten Erträge erreicht Faserhanf auf tiefgründigen, humosen, kalk- und stickstoffreichen Böden mit guter Wasserversorgung. Dort steht er jedoch in Konkurrenz zu anderen leistungsfähigen Marktfrüchten. Deshalb ist Hanfanbau auf Verwitterungsböden in Vorgebirgslagen bei ausreichenden Temperaturen (Temperatursumme von 1800 – 2000 °C in 100 – 130 Tagen) und Niederschlägen (300-500 mm Mai bis August) sinnvoll. Hanf ist eine selbstverträgliche Sommerfrucht mit geringen Ansprüchen an die Vorfrucht und selbst guter Vorfruchtwirkung. Hanfdurchwuchs in der Nachfrucht kommt jedoch gelegentlich vor.

Hanf reagiert stark auf Bodenunterschiede, wodurch es auf Praxisschlägen oft zu Bestandesinhomogenitäten kommt.

In Tab. 2 sind anbautechnische Daten für Hanf in Sachsen zusammengefasst. Die Stickstoffdüngung richtet sich stark

nach dem Verwendungszweck, da hohe Stickstoffgaben zwar Ertrag und Faserfeinheit steigern, jedoch zu schwer verarbeitbaren Stängeldicken, erhöhter Lagerneigung, geringeren Fasergehalten und geringerer Reißfestigkeit der Faser führen (RÖHRICHT & SCHULZ 2000).

Auf Fungizide und Herbizide kann wegen der geringen Anfälligkeit und der hohen Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern in der Regel verzichtet werden. Schädigungen können durch Pilze (*Fusarium spec.*, *Botrytis spec.* u.a.) sowie durch Blattläuse, Erdflöhe oder den Hanfwickler (*Grapholita delineaana*) verursacht werden, sind aber gegenwärtig nicht relevant.

Tab. 2: Anbautechnische Daten zu Faserhanf in Sachsen (SCHULZ 2000b)

Aussaattermin	Mitte April-Anfang Mai (Bodentemperatur 8°C)
Saatstärke	40-60 kg/ha
Saattyp	Reihensaat (15-25 cm)
N-Düngung	60 bis 120 kg/ha
K-Düngung	70-120 kg/ha K ₂ O
P-Düngung	80-160 kg/ha P ₂ O ₅
Beikrautregulierung	nicht nötig

Die Ernte erfolgt standort- und sortenabhängig zu einem gegenüber anderen Sommerfrüchten sehr späten Zeitpunkt (Ende August bis Mitte September). Zum Einsatz kommen Stufenmähwerke, modifizierte Häcksler und spezielle Hanferntmodule. Das Erntegut verbleibt zu einer mehrwöchigen Feldröste, die der mikrobiologischen Lösung der Faser- von den Holzbestandteilen dient, auf dem Feld.

Tab. 3 fasst in sächsischen Anbauversuchen erreichte Erträge und Qualitäten zusammen (RÖHRICHT & SCHULZ 2000). Bei geeigneter Sorte und Erntemethode können außerdem 0,6-1,2 t Hanfsamen/ha gewonnen werden.

Das geröstete Hanfstroh (Fasern und Schäben) wird derzeit überwiegend technischen Verwendungszwecken zugeführt. Fasern können unter anderem in technischen Vliesen, Dämmmaterialien, Reibbelägen, Verpackungsmaterialien und technischen Textilien, die Schäben als Baustoff, Einstreu und Brennmaterial Verwendung finden.

Die Wirtschaftlichkeit des Hanfanbaus auch auf weniger günstigen Standorten ist bei Deckungsbeiträgen von 700 bis

1000 DM/ha (unter Einbeziehung der EU-Hanfbeihilfe) gegeben. Hinzu kommen Erlöse aus dem Samenverkauf.

Die Anbaufläche in Sachsen schwankte 1997 bis 1999 zwischen 80 und 151 ha.

Tab. 3: Erträge und Qualitäten bei Hanf unter sächsischen Anbaubedingungen (SCHULZ 2000c)

Röststrohertrag, lufttrocken	50-130 dt/ha
Fasergehalt des Stängels	15-30 %
Faserertrag	12-30 dt/ha
feinheitsbezogene Faserfestigkeit	30-60 cN/tex
Faserfeinheit (IFS-Index)	über 150
technische Faserlänge	1000-2250 mm

3.2 Generelle Bedeutung für die Segetalpflanzen

Die Untersuchungen zur Beikrautzönose in Hanfbeständen wurden auf sechs Naturräume Sachsens (Tiefland bis montane Höhenstufe) ausgedehnt. Entsprechend breit war das Spektrum der einbezogenen Segetalpflanzengesellschaften.

Von herkömmlichen Sommerfrüchten unterscheidet sich Faserhanf durch eine Reihe **zönologisch relevanter Merkmale**, vor allem hohe Bestandsdichten bei enormen Wuchshöhen sowie späte Saat- und Erntetermine. Die sehr rasche Jugendentwicklung des Hanfes, die mit steigender Höhenlage etwas verzögert wird, führt bereits drei Wochen nach Aussaat zu geschlossenen Beständen. Die Belichtungsintensität am Boden sinkt dabei über zwei bis drei Monate unter die Kompensationslichtintensität der meisten Beikräuter. Optimale Hanfbestände erreichen Maximal-Deckungsgrade von 95 % und lichten sich erst mit Beginn der Samenreife des Hanfes Anfang August wieder auf. Das Mikroklima in den Beständen ist erheblich feuchter als in Getreide, was zu erhöhten Pilzbefallsraten bei den Segetalpflanzen führt. Die üblicherweise hohen Stickstoffgaben bewirken auch bei den Beikräutern rasches Wachstum und geringe Stängelfestigkeit, so dass die Pflanzen leicht "umkippen".

Die Summe dieser Bedingungen führt dazu, dass Hanf bei optimaler Entwicklung (hier stets angenommen bei max. Deckungsgraden > 85 %) die Beikräuter fast vollständig unterdrückt. Gerade in dieser Funktion wird der Hanf im traditionellen Ackerbau sehr geschätzt. Auf insgesamt 14 Schlägen wurden unter Optimalbeständen nach zehnwöchiger Standzeit durchschnittlich nur noch sechs Beikrautarten gefunden.



Abb. 2: Erntereifer Hanfbestand
(Foto: B. Zöphel)

Die höchsten relativen Überlebensraten bzw. Stetigkeiten wiesen dabei Gemeiner Windenknöterich, Kletten-Labkraut, Zottiges Franzosenkraut, Weißer Gänsefuß und Gewöhnlicher Rainkohl, weitverbreitete Ackerpflanzen, auf. Gegen Ende der Standzeit des Hanfes waren jedoch auch von diesen Arten nur noch wenige Kümmerexemplare zu finden. Die Ausgangsvegetation entsprach dabei den standorttypischen Segetalgesellschaften und wies lediglich etwas höhere Anteile an Arten mit hohem Keimtemperaturoptimum als in Sommergetreide auf.

Die Konkurrenzwirkung des Hanfes ist stark abhängig vom maximalen Deckungsgrad der Hanfbestände jedoch artspezifisch unterschiedlich. Differenziert werden konnten:

- Arten, die schon bei geringen Bestandsdichten (max. Deckung Hanf 70 %) vollständig unterdrückt wurden (u.a. Acker-Spark, Strahlenlose Kamille, Stengelumfassende Taubnessel, Rauhaarige Wicke);
- Arten, die nur bei sehr hohem Bestandsschluss (max. Deckung Hanf >90 %) vollständig unterdrückt wurden (u.a. Stechender Hohlzahn, Acker-Windhalm, Geruchlose Kamille, Vogelmiere);
- Arten, die bei hohem Bestandsschluss überlebten, aber nicht reproduzieren konnten (u.a. Acker-Hellerkraut, Floh-Knöterich, Acker-Stiefmütterchen);
- Arten, die auch bei hohem Bestandsschluss nicht vollständig unterdrückt wurden und reproduzierten (Weißer Gänsefuß, Gemeiner Windenknöterich, Gewöhnlicher

Rainkohl, Zottiges Franzosenkraut, Kletten-Labkraut, Acker-Senf, z. T. Ampfer-Knöterich)

Weitere Einschätzungen sind der Artenliste im Anhang zu entnehmen.

Hanfspezifische Beikräuter, wie der früher gefürchtete Hanfwürger (*Orobanche ramosa* L.) konnten nicht gefunden werden und sind ohne gezielte Einbringung auch nicht zu erwarten.

Die **Individuenzahlen** der Beikräuter wurden innerhalb von vier Wochen nach Bestandsschluss drastisch reduziert, wobei auch sehr hohe Ausgangswerte bei entsprechenden Wuchsbedingungen im Frühsommer rasch unterdrückt wurden. Auf dem Schlag mit der höchsten Beikrautdichte (ökol. Schlag 1998) wurde ein Auflauf von 2870 Ind./m² in sechs Wochen immerhin auf 50 Ind./m² reduziert.

In Abb. 3 sind die mittleren Arten- und Individuenzahlen fünf Wochen nach Auflauf und zum Zeitpunkt der weiblichen Hanfblüte von unterschiedlichen Probepunkten auf 14 verschiedenen Schlägen dargestellt.

Trotz Förderung durch höhere Stickstoffgaben blieb die **Trockenmasse** der Beikräuter wesentlich geringer als in Sommergetreide am gleichen Standort (Vergleich ökol. Schläge 1999).

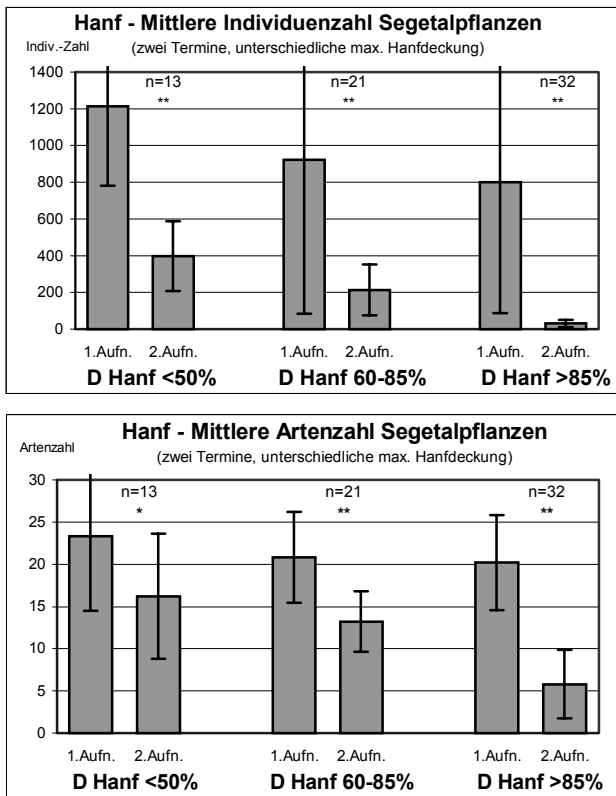


Abb. 3: Mittlere Arten- bzw. Individuenzahlen an Segetalpflanzen in Hanfbeständen unterschiedlicher Maximal-Deckung (Unterschiede signifikant bei * $p < 0,05$, ** $p > 0,01$, Erläuterungen siehe Text) (1997-99)

Die **Samenbildung** der Beikräuter bleibt in optimalen Hanfbeständen insgesamt sehr gering. Von 37 untersuchten Arten starben 18 vor Eintritt in die generative Phase und acht vor der Samenreife ab. Selbst die oben genannten, regelmäßig samenbildenden Arten produzierten durchschnittlich nur 30 % der Samenmenge von Kontrollpflanzen in Sommergerste und 10 % der Samenmenge von Kontrollpflanzen außerhalb des Hanfbestandes.

Orientierende Untersuchungen zur **Diasporenbank** (ökol. Schlag 1998) mit Probenahmen im März und Ende September bestätigten, dass bei mehrjährigem Anbau mit einem Ausdünnen des Samenvorrats im Boden gerechnet werden muss. Unter optimalen Hanfbeständen wurde in diesem Fall eine Verringerung des Bodensamenvorrates um 15 % festgestellt, unter Hanfbeständen mit Deckungsgraden von nur 70 % jedoch eine Erhöhung auf 192 %.

Es ist aus naturschutzfachlicher Sicht darauf hinzuweisen, dass von den Diasporenbankverlusten unter Optimalbeständen bei mehrjährigem Anbau gefährdete Segtarten mit geringen Vorkommensdichten und kurzlebiger Samenbank stärker betroffen sind als weitverbreitete Problemarten. Dies verdeutlicht zugleich die Bedeutung suboptimaler Hanfbestände

stände und Fehlstellen. Dort kann sich die Beikrautzönose arten- und individuenreich entwickeln, da die Unkrautregulierung generell auf der ganzen Fläche ausbleibt.

Abb. 4 zeigt am Beispiel der ökol. Fläche 1998 die Entwicklung von Arten- und Individuenzahlen der Beikräuter in einem optimalen und suboptimalen Bestand sowie auf einer Fehlstelle von ca. 10 m². Noch deutlicher werden die Unterschiede, betrachtet man die Samenmengen der häufigen und im Auflauf relativ gleichmäßig verteilten Beikrautart Zottiges Franzosenkraut (*Galinsoga ciliata*) auf diesen Flächen. Im optimalen Hanfbestand wurden durchschnittlich 2047 reife Achänen/m² gebildet, im suboptimalen Hanfbestand 16891 und auf der Fehlstelle 49019 reife Achänen/m².

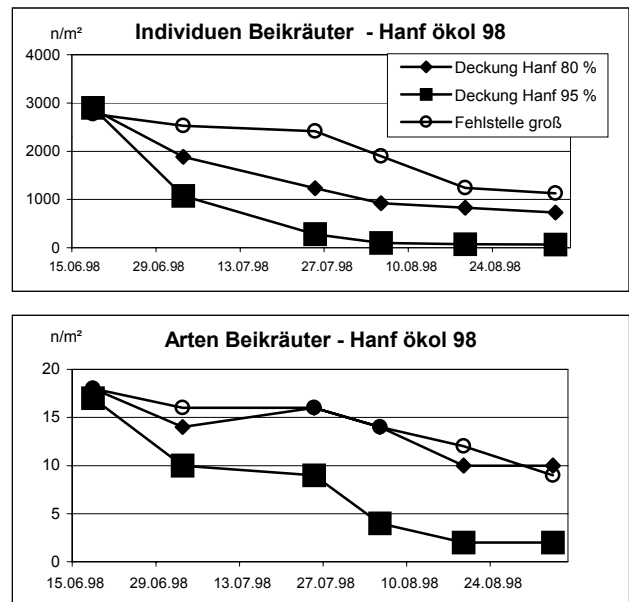


Abb. 4: Entwicklung von Individuenzahlen und Artenzahlen in einem optimalen (max. Deckung 95 %) und einem suboptimalen Hanfbestand (max. Deckung 70 %) und auf einer Fehlstelle (ökol. Schlag 1998, Ebersbach)

3.3 Generelle Bedeutung für die Arthropoden

Webspinnen (Araneae)

In den untersuchten Hanfbeständen wurden 75 Spezies aus 15 Familien nachgewiesen. Damit waren die Spinnenzönosen der Hanfschläge (qualitative und quantitative Übersicht in Tab. 4) wesentlich arten- und individuenreicher als die gleichzeitig untersuchten Flachsflächen im Großhartmannsdorfer Gebiet (Tab. 12).

In den Barberfallen dominierten die typischen, sich aeronautisch ausbreitenden Zwerg- und Baldachinspinnen (*Oedothorax apicatus*, *Erigone atra*, *E. dentipalpis*). Vergleichbare Untersuchungen in anderen Kulturen (Getreide, Zuckerrüben, Raps) wiesen für benachbarte Tieflandsregionen (Mitteldeutsches Trockenlößgebiet, Thüringer Becken) ähnliche Befunde aus (VOLKMAR et al. 1998). Allerdings blieben die Aktivitätsdichten im Hanf z.T. deutlich unter den dort gefundenen. Die auf Stauden und Gebüsch lebende Kugelspinne *Theridion impressum* dominierte generell die Spinnenzönosen der Krautschicht und kann am Untersuchungsstandort für Hanf als Charakterart bezeichnet werden. Sporadisch wurde die ökologische Fläche am Boden und im Bestand von zahlreichen stenöken und mesöken (überwiegend hygro- und ombrophilen) Arten besiedelt. Besonders sogenannte "Waldarten" mit ihren z.T. engen Toleranzgrenzen hinsichtlich Licht und Feuchtigkeit profitieren vom Hanfanbau. Dabei wirkt die spezifische "Architektur" der Einzelpflanzen und Bestände auch auf seltenere bzw. nicht ackertypische Arten sehr attraktiv. Die Hanfkultur ermöglicht damit Formen aus naturnahen schattig-feuchten Biotopen eine Habitaterweiterung, könnte vor allem aber als Trittstein zur Erst- oder Wiederbesiedlung solcher Biotope in einer ackerdominierten Kulturlandschaft fungieren. Für etliche dieser Arten war sicherlich auch die geringe Größe der Flächen von Vorteil, da sie eher Randbereichen zuzuordnen sind. Zahlreiche Erstnachweise für den Naturraum "Erzgebirgsbecken" resultieren wohl hauptsächlich aus dem geringen Bearbeitungszustand des Gebietes. Der hohe Anteil von Jungspinnen in den Kescherproben zeigt, dass viele Arten im Hanfbestand erfolgreich reproduzierten.

Tab. 4: Spinnenfänge in Hanfkulturen (Gersdorf, Callenberg, Ebersbach, 1997–1999)

Bodenfalle	Familien	13
	Arten	64
	Individuen	16574
	% Juvenile	14 (2-49) %
Streifnetz	Familien	9
	Arten	31
	Individuen	1616
	% Juvenile	75 (63-89) %
Gelbschale	Familien	6
	Arten	20
	Individuen	359
	% Juvenile	43 (32-54) %

Laufkäfer (Carabidae)

Insgesamt wurden 1997 und 1998 auf den Hanfschlägen im Raum Callenberg-Gersdorf 7547 Laufkäfer erfasst und determiniert. 58 Arten konnten nachgewiesen werden. Damit wiesen die Flächen eine sehr artenreiche Laufkäferfauna auf. Trotz der außergewöhnlichen Bestandsstruktur des Hanfes und deren Auswirkungen auf Licht und Feuchtigkeit der Bodenoberfläche waren die nachgewiesenen Laufkäferzönosen durchaus feldtypisch. Sie enthielten allerdings mehr Garten-, Waldrand- und Wiesenbewohner (*Carabus hortensis*, *C. granulatus*, *Pterostichus vernalis*) als z.B. die Flachsfelder in Großhartmannsdorf. Faunistisch bemerkenswert waren ein starkes Vorkommen (1998 im konv. Hanf) der in Sachsen als gefährdet geltenden Art *Carabus cancellatus* (Rote Liste Sachsen, ARNDT & RICHTER 1995) sowie insbesondere die Nachweise der stenotopen Waldarten *Carabus auronitens* und *Abax carinatus*. Letztere Spezies erreicht in Sachsen die Nordgrenze ihres mitteleuropäischen Verbreitungsgebietes und wird in der Roten Liste als potentiell gefährdet eingestuft. Drei weitere Rote-Liste-Arten wurden in Einzelexemplaren auf den konventionell bearbeiteten Flächen nachgewiesen: *Harpalus winkleri* (stark gefährdet), *Notiophilus aestuans* und *Trechus obtusus* (gefährdet). Vermutlich würden sich bei Ausdehnung der Hanfanbaufläche auf regional engbegrenztem Raum (aus faunistischer Sicht idealer Weise in Selbstfolge) weitere Arten aus feucht-schattigen Habitaten einfinden.

Insekten der Krautschicht:

Die Dominanzstruktur und Quantität der krautschichtbesiedelnden Insektengemeinschaft (Abb. 5) kann als typisch für viele Ackerkulturen (sowohl Halm- als auch Hackfrüchte) angesehen werden.

Käfer (Coleoptera): In den Kescherfängen (insgesamt 11188 Ind.) dominierten Glanzkäfer (68 %) und Erdflöhe (26 %). Obwohl beide Unterfamilien in verschiedenen Kulturen (z.B. Raps) von phytopathologischer Bedeutung sein können, blieben ihre Dominanz und die hohen relativen Dichten im Hanf scheinbar ohne ökonomische Relevanz.

Zweiflügler (Diptera): Im Untersuchungszeitraum wurden mit dem Kescher 9260 Zweiflügler aus mehr als 35 Familien erfasst. Verglichen mit herkömmlichen Kulturen oder dem parallel untersuchten Flachs, beherbergten die Hanfbestände ausgesprochen reichhaltige Zönosen räuberischer Fliegen der Überfamilie Empidoidea (Hanf: 34 Arten, 1918 Ind./ Flachs: 19 Arten, 204 Ind.). Da räuberische Fliegen wichtige Gegenspieler unterschiedlichster Schadinsekten darstellen (STARK & WETZEL 1987), kommt dem Hanf eine nicht zu unterschätzende Funktion als Reservoir solcher natürlichen Regulative zu. Besonders arten- und individuenreich (16 Arten, 1461 Ind.) trat die Gattung *Platypalpus* auf, vermutlich weil auf Grund günstiger mikroklimatischer Bedingungen die Anzahl

potentieller Beutetiere (Gall-, Trauer- und Zuckmücken) wesentlich höher war als in anderen Kulturen. Die Art *P. articulatooides* erreichte extrem hohe, bislang auf Feldern nicht festgestellte Dichten (1461 Ind.). Weiterhin erwähnenswert waren Mannigfaltigkeit und hohe relative Dichten der Gattung *Chrysotus* (Dolichopodidae). Viele *Chrysotus*-Arten orientieren sich olfaktorisch. Die Hanfpflanze scheidet Produkte ihres Sekundärstoffwechsels aus, deren chemische Struktur durchaus geeignet scheint, eine anlockende Wirkung auf Zweiflügler auszuüben.

Thripse (Thysanoptera): Thripse (8750 Ind.) wurden mit dem Kescher am zweithäufigsten (nach den Käfern) gefangen. Einige Arten leben räuberisch, hauptsächlich sind aber pflanzensaftsaugende Formen vertreten, die besonders als Virusüberträger Bedeutung haben können (LEWIS 1997). Eine phytopathologische Bedeutung im Hanf wird ihnen bislang nicht beigemessen (GUTBERLET & KARUS 1995).

Weitere Insekten der Krautschicht: Wanzen, Zikaden und Blattläuse (Rhynchota; 6922 Ind.) sind potentiell befähigt, Schäden sowohl durch direkten Saftentzug als auch durch die Übertragung von Viren zu verursachen (FRITZSCHE & KEILBACH 1994). In der Studie von GUTBERLET & KARUS (1995) wird besonders die Hanfblattlaus (*Phorodon cannabii*) als Virusvektor angegeben. Unter den Hautflüglern (Hymenoptera; 4564 Ind.) war der überwiegende Teil (97-98 %) der gefangenen Tiere den Parasitoiden zuzuordnen, die besonders durch ihr frühes Auftreten ein hohes Regulationsvermögen besitzen dürften (HÖLLER 1988). In den Gelbschalen dominierten Hautflügler mit 34-40 %, wobei die Parasitoiden eindeutig die stärkste Gilde stellten, sowie Thripse mit 31-34 %. Schmetterlinge, zu denen mit Hanfwickler und Maiszünsler 2 potentiell ertragsgefährdende Arten gehören, fingen sich auf beiden Kontrollflächen in nur geringen Dichten.

3.4 Vergleich von konventionellem und ökologischem Hanf-Anbau

3.4.1 Auswirkungen auf die Segetalpflanzen

Da im Hanfanbau generell keine Herbizide angewendet werden, bestehen Unterschiede mit Relevanz für die Beikrautvegetation im Anbaujahr nur in der Düngungsform.

In einem als Untersuchungsfläche genutzten Düngungsparzellenversuch (konv. Fläche 1998) beschleunigte organische Düngung (Gülle 60 kg N MDÄ/ha) die Verringerung der Beikrautzahlen durch verstärktes Hanfwachstum um ca. zwei Wochen gegenüber mineralischer Düngung (60 kg N KAS/ha). Die Höhe der anorganischen Düngung hatte im selben Versuch jedoch keinen Einfluss auf Geschwindigkeit und Umfang der Beikrautunterdrückung.

Darüber hinaus bestehen Differenzen in den Flächenvorbedingungen bei langfristig unterschiedlichem Bewirtschaftungsregime, etwa in der Ausgangsverunkrautung. Diese kamen hier jedoch nicht zum Tragen, da auch im konventionellen Anbau stark verunkrautete Felder einbezogen wurden. Die Wirkung des Hanfanbaus auf unterschiedliche Beikrautdichten wurde in Kap. 2.2 besprochen.

Schläge mit sehr hohem Beikrautaufkommen wiesen in den Versuchen eine leicht höhere Pilzbefallsrate der Hanfstängel (durchschnittlich 1,95 % gegenüber 1,8 % bei geringem Beikrautbesatz) hauptsächlich mit *Botrytis spec.* auf, die sich ertrags- und qualitätsmindernd auswirken kann.

3.4.2 Auswirkungen auf die Arthropoden

In der vergleichenden Gesamtschau überraschen die signifikant geringeren Individuen-, Arten- und Familienzahlen **bodenbesiedelnder Webspinnen und Laufkäfer** auf den ökologisch bewirtschafteten Feldern (Tab. 5). Allerdings überlagerten geographische Differenzen (durch räumliche Distanzen), schlagspezifische Merkmale (Vorgeschichte, Böden) oder kleinräumige Witterungsextreme (Starkregen, Hagel) die Einflüsse unterschiedlicher Anbauintensitäten.

Geringere Artenzahlen der Laufkäfer auf den ökologischen Flächen sind besonders deshalb bemerkenswert, da der dort stärkere Beikrautbesatz (v.a. 1997) für zahlreiche Laufkäfer der Gattungen *Amara* und *Harpalus* eigentlich zu vergleichsweise günstigeren Bedingungen geführt haben dürfte. Die Brache als Vorfrucht vor konventionellem Hanf (1997) hatte mit hohen Arten- und Individuenzahlen, abweichenden Dominanzstrukturen (z.B. Dominanz der Wolfsspinnen), großen Jungspinnen-Anteilen oder felduntypischen Arten in den Bodenfallen signifikante und wesentlich stärkere Auswirkungen auf die räuberischen Bodenarthropoden als die Bewirtschaftungsintensität.

Tab. 5: Barberfallen-Fänge auf Hanfschlägen; (Gersdorf, Callenberg, Ebersbach, 1997–1999)

Hanf Anbau	Artenzahl		Individuenzahl	
	ökol.	konv.	ökol.	konv.
Webspinnen	37	58	4637	11937
Laufkäfer*	43	51	2522	5025
Kurzflügler**	24	22	1210	1913

* 1997/98; ** nicht alle Unterfamilien determiniert.

Insgesamt kann aus den 3-jährigen Untersuchungen abgeleitet werden, dass die Bewirtschaftungsintensität für die bodenbewohnende Spinnen- und Laufkäferfauna der untersuchten Schläge von geringer oder zumindest untergeordneter Bedeutung war.

Im Gegensatz zur Bodenoberfläche wurden in und über der

Krautschicht (Streifnetz und Gelbschale) auf den ökologisch geführten Schlägen signifikant höhere Arthropodenzahlen erfasst (Abb. 5).

Dies betrifft besonders die dominierenden Ordnungen der **Käfer** und **Thripse** und ist in erster Linie auf den stärkeren Beikrautbesatz der ökologischen Flächen zurückzuführen. Bei den Käfern sind die z.T. extremen Fangdifferenzen vor allem auf Dichteunterschiede innerhalb der phytophagen Erdflöhe (Halticinae) und Glanzkäfer (Nitidulidae) aber auch der Rüsselkäfer (Curculionidae) zurückzuführen. Die Diversität (auf Familienniveau) der Käfergemeinschaft insgesamt war ebenfalls im ökologisch geführten Bestand größer. Die Dominanzstrukturen ähnelten sich dagegen.

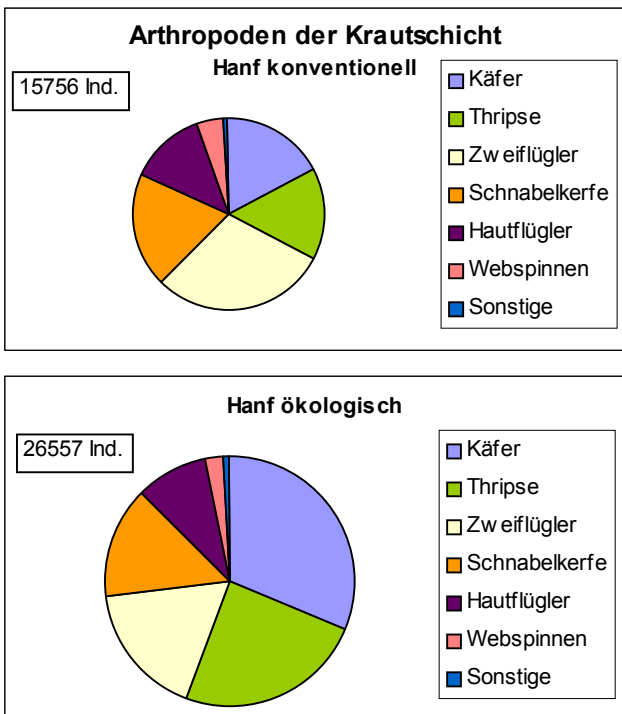


Abb. 5: Kescherfänge (n=36) in konventionell bzw. ökologisch angebaute Hanf (Gersdorf/Callenberg, 1997/98)

Geringere Differenzen zwischen ökologischen und konventionellen Beständen gab es hinsichtlich der **Hautflügler** und **Schnabelkerfe** (Wanzen, Zikaden, Blattläuse etc.). Die Wanderbewegungen der Hautflügler (Gelbschalenfänge) waren im ökologischen Hanf deutlich intensiver als auf den konventionellen Feldern. Gerade die kleinen und empfindlichen Parasitoiden reagieren signifikant positiv auf artenreiche Segetalpflanzenbestände und damit sekundär auf die Extensivierung des Acker- und Pflanzenbaus. Lediglich **Webspinnen** erreichten in Kescher- und Gelbschalenfängen unter konventionellen Anbaubedingungen etwas höhere Individuendichten.

Die **Dominanzstrukturen** der krautschichtbesiedelnden

Arthropodengemeinschaft waren ähnlich, im konventionellen Hanf aber insgesamt etwas ausgeglichener.

Zusammenfassend wiesen die ökologisch geführten Hanfbestände eine deutlich höhere Faunendiversität auf, während Diversität und Aktivitätsdichte bodenaktiver Gemeinschaften offensichtlich von anderen Faktoren geprägt wurden.

3.4.3 Erträge und Qualitäten

Erträge und Qualitäten im direkten Vergleich von ökologischem und konventionellem Anbau konnten wegen ungünstiger anbautechnischer und Witterungsbedingungen (1997, 1999) nur für ein Jahr (1998) ausgewertet werden. Tabelle 6 enthält die entsprechenden anbautechnischen Daten.

Tab. 6: Anbautechnische Daten der Hanf-Versuchsflächen Gersdorf/Ebersbach 1998

Anbau	ökologisch	konventionell
Aussaattermin	10.05.	28.04.
Saatstärke	50 kg/ ha	50 kg/ ha
Saattyp	Drillsaat	Drillsaat
N-Düngung	20 kg N/ha MDÄ (Stallmist)	60 bis 120 kg N/ha (KAS)
Vorfrucht	Dinkel	Winterweizen
Erntetermin	11.09.	10.09.
Beikrautregulierung	keine	keine

Tab. 7: Erträge und Qualitäten von Hanf (ökologisch/konventionell, Ebersbach, Gersdorf 1998)

Anbau	ökologisch	konventionell
Bestandsdichte nach Aufgang (Pfl./m²)	159	125
Bestandsdichte zur Ernte (Pfl./m²)	76	87
Stängelertag, lufttrocken (dt/ha)	107,63	94,8
Fasergehalt (% der Stängelmasse)	23,2	22,0
Faserertrag (dt/ha)	24,97	20,86
Faserfestigkeit (Reißkraft in cN/tex)	33,52	34,33
Faserfeinheit (IFS-Index)	176,58	231,0
Samenertrag (dt/ha)	5,99	8,64

Der ökologisch angebaute Hanf wies, außer beim Samenertrag, in allen Qualitäts- und Ertragsparametern bessere Werte auf (Tab. 7). Auch wenn diese Ergebnisse nicht überbewertet werden dürfen, weil Witterungs- und primäre Standortbedin-

gungen sowie Flächenvorbedingungen eine große Rolle spielen, deuten sie doch an, dass auf Flächen im ökologischen Landbau ein deutliches Potential für Hanf liegt.

3.5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die auf den Versuchsflächen gegebenen Anbaubedingungen stimmten mit den praxisüblichen Verfahren überein. Unter den Bedingungen der Versuchsfelder konnte in Hanfbeständen mit wirtschaftlichen Erträgen, sowohl bei konventionellem als auch bei ökologischem Anbau, keine Förderung der Beikrautflora sondern eher eine nachhaltige negative Beeinflussung festgestellt werden. Die Auswirkungen auf die Arthropodenfauna sind für die verschiedenen Artengruppen sehr unterschiedlich.

Eine Schädigung durch **Beikräuter** ist bei entsprechenden Anbaubedingungen nicht zu erwarten. Eher muss die Thematik vom Standpunkt der Gefahr diversitätsmindernder Auswirkungen betrachtet werden.

Unter optimalen Hanfbeständen führen die Vernichtung des ersten Auflaufs durch den späten Saattermin, die Unterdrückung der Beikräuter durch Lichtmangel, direkte Wurzelkonkurrenz, ungünstiges Mikroklima und die weitgehende Verhinderung der Samenbildung sehr wahrscheinlich zu einer Erniedrigung des Diasporenpotentials im Boden. Die positive Wertung von Hanfbeständen im Blick auf eine arten- und individuenreiche Beikrautvegetation in anderen Studien (LIPS et al. 1999) kann deshalb nicht geteilt werden.

Eine ganz andere Situation besteht in suboptimalen Hanfbeständen (hier mit Deckungsgraden <85 %) und auf Fehlstellen. Da die Beikrautregulierung generell ausbleibt, entwickelt sich eine individuenstarke und durch die Düngung zusätzlich geförderte Segetalvegetation mit hohen Samenbildungsraten durch die lange Standzeit des Hanfes. Für viele Arten stellen solche kurzfristigen Lücken wichtige Rückzugsräume dar. Vor allem in Jahren mit Frühjahrstrockenheit, bei geringer Düngung und auf durchlässigen Böden muss verstärkt mit Minderwuchs und Ausfällen in den Hanfbeständen gerechnet werden.

Für den **ökologischen Landbau** bietet sich mit der Hanfkultur eine interessante Möglichkeit zur umweltschonenden Beikrautregulierung. Allerdings muss eine optimale Entwicklung der Hanfpflanzen gesichert sein. Einjähriger Anbau wirkt wenig nachhaltig, da in jedem Jahr der Samenvorrat anderer Bodenschichten aktiviert wird. Es muss jedoch beachtet werden, dass seltene, konkurrenzschwache Arten mit kurzfristiger Diasporenbank ganz verschwinden können. Problematische Arten (z.B. Weißer Gänsefuß) mit langfristiger Diasporenbank (ANONYMUS 1992) konnten dagegen sogar Samen neu bilden. Aus diesen Gründen ist von einer Konzentration großer Anbauflächen und mehrjährigen Selbstfolgen abzuraten.

Wegen des grundsätzlich herbizidfreien Anbaus und der Struktureigenschaften des Hanfes eignet sich die Kultur nicht für die Einbeziehung in ein Ackerrandstreifenprogramm.

Für die Zusammensetzung der **Arthropodengemeinschaften der Krautschicht** waren die Besonderheiten der Bestandesstruktur und die Ausprägung der Segetalflora gleichermaßen ausschlaggebend.

Der Hanfanbau kann trotz Vernichtung der Beikräuter hinsichtlich des Auftretens von hygrophilen, ökologisch anspruchsvollen Arthropoden generell faunistisch bereichernde Akzente setzen. So wiesen Raubfliegen der Überfamilie Empidoidea starke primäre und sekundäre Bindungen an die Hanfkultur auf und erreichten außergewöhnlich hohe Dichten. Oft entstehen ökologische Nischen aber erst in Abhängigkeit von spezifischen Bewirtschaftungskriterien (z.B. Stallung-Einsatz, Brachen in der Fruchtfolge).

Phytosanitäre Probleme sind unter den derzeitigen Bedingungen kaum zu erwarten. Bei forciertem Hanfanbau sollten potentiell ertragsgefährdende Insekten (kulturspezifisch: Hanfblattlaus, Hanfwickler/ allgemein: Glanzkäfer, Erdflöhe, Thripse, Maiszünsler) verstärkt überwacht werden.

Für die Diversität **bodenaktiver Käfer- und Spinnenzönsen** spielte die Bewirtschaftungsform (ökologisch/konventionell) gegenüber der eigentlichen Anbauentscheidung eine untergeordnete Rolle. Vorgeschichte und landschaftsstrukturelle Einbindung der Schläge waren dagegen von entscheidender Bedeutung.

Der Hanf enthielt einige ökologisch anspruchsvolle (stenöke und mesöke, feuchte- und schattenliebende) Arthropoden in relativ hohen Dichten. Eine stärkere Förderung von "Waldarten" ist bei Ausdehnung des Hanfanbaus auf eng begrenztem Gebiet zu vermuten. Faunistisch am günstigsten wäre für diese Gruppe der Anbau in Selbstfolge, um die strukturellen und mikroklimatischen Vorzüge der Kultur zum Tragen zu bringen und nichtfeldtypische Formen zu fördern.

Aus ertrags- und anbautechnischer Sicht wird eine **Vorverlegung des Erntetermins** angestrebt. Auf die Begleitvegetation hätte dies keinen entscheidenden Einfluss, da sie bereits im Juli nahezu vollständig unterdrückt ist und der Feldröste-Zeitraum nicht für eine zweite, reproduzierende Generation ausreicht. Ein früherer Erntetermin greift allerdings negativ in die Reproduktionsphase herbistakter Arthropoden (v.a. Radnetzspinnen, räuberische Fliegen) ein.

Tab. 8: Wichtige Aspekte des Hanfanbaus aus Sicht der Begleitzönosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit

Beikrautvegetation	Arthropodenfauna	Pflanzenbau/ Wirtschaftlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> • in Optimalbeständen fast vollständige Unterdrückung der Beikräuter (artspezifisch), Verhinderung der Samenbildung und Reduzierung der Diasporenbank im Boden • durch organische Düngung Beschleunigung der Beikrautunterdrückung • in suboptimalen Hanfbeständen und auf Fehlstellen ausgeprägte Beikrautbestände mit reicher Samenbildung • keine hanfspezifischen Beikräuter • keine Anzeichen für die Entwicklung von problematischen Beikräutern • Anbausystem (ökol./konv.) von untergeordneter Bedeutung 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung von stenöken, hygrophilen Waldarten, besonders bei lokal konzentriertem Anbau • außergewöhnlich hohe Dichten an räuberischen Fliegen (regulatorisches Potential!) • keine gezielte Förderung phyto-sanitär relevanter Arten mit übergreifender Wirkung auf andere Kulturen feststellbar • Anbausystem (ökol./konv.) von untergeordneter Bedeutung 	<ul style="list-style-type: none"> • bei optimalen Wachstumsbedingungen des Hanfs umweltschonendes Verfahren zur Beikrautregulierung (v.a. Ökologischer Landbau) • Stickstoffdüngung muss aus Qualitäts- und Umweltgründen optimal angepasst werden • Anbau in langjähriger Selbstfolge aus Sicht pflanzenbaulicher Erfordernisse und der Beikrautzönose nicht anzustreben, für die nachhaltige Entwicklung von Arthropodengemeinschaften jedoch interessant • Ausweitung der Anbaufläche angestrebt, jedoch an Aufbau regionaler Erstverarbeitung gebunden (Flächenpotential 40000 ha)

Aus wirtschaftlichen Gründen sollte auf eine Optimierung der **Stängeldicke** geachtet werden (vgl. RÖHRICHT & SCHULZ 2000). Auf die Begleitzönosen blieb die Variation dieses Parameters ohne Auswirkungen.

Auf mittlere bis hohe **Stickstoffgaben** kann bei wirtschaftlichem Hanfanbau nicht verzichtet werden. Bei guter Anpassung an die Bodenverhältnisse, wird der zugeführte Stickstoff jedoch nahezu vollständig von der Hanfpflanze aufgenommen, so dass kaum Überschüsse auf dem Feld hinterlassen werden und keine oder nur eine sehr geringe Gefahr der Nitratauswaschung besteht. Bemühungen um eine Reduktion der Stickstoffgaben bestehen auch im Hinblick auf qualitative Verbesserungen (RÖHRICHT & SCHULZ 2000).

Eine relative Vorzüglichkeit gegenüber Marktfruchtgetreide ist für Hanf bei den derzeitigen ökonomischen Rahmenbedingungen in etwas wärmeren aber noch niederschlagsreichen **Regionen** des Erzgebirgsvorlandes, des Mittelsächsischen Hügellandes, der Oberlausitz und des Vogtlandes gegeben. Generell ist in Sachsen wirtschaftlicher Faserhanfanbau auf einer Fläche von ca. 40 000 ha denkbar (RÖHRICHT & SCHULZ 2000). In allen Vorzugs-Regionen ist aus Sicht der Erhaltung arten- und struktureicher Agrarzönosen der Anbau prinzipiell zu begrüßen, eine einseitige Ausrichtung auf den Hanfanbau und mehrjährige Selbstfolgen sollten jedoch ver-

mieden werden.

4 Flachs

4.1 Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen

Die in Mitteleuropa angebauten Flachse sind auf hohen Faserertrag gezüchtete Sorten des Leins (*Linum usitatissimum* L. var. *vulgare* BOENNINGH, Linaceae). Gegenüber den Ölleinsorten besitzen sie lange (0,8-1,2 m), dünne Stängel und nur wenige Samen. Rohstoffgrundlage sind die ca. 20-50 Bastfaserbündel der Rindenschicht.

Die Standortansprüche sind gering, der Wasserbedarf jedoch hoch. Deshalb kommen für den Anbau nur Gebiete mit Jahresniederschlägen >650 mm und guter Wasserversorgung im Frühsommer in Frage. Der Wärmebedarf ist etwas geringer als bei Sommergetreide (erforderliche Wärmesumme während der Vegetationsperiode: 1600-1850 °C). Flachs gedeiht auf allen Standorten außer auf mageren Sandböden, schweren Tonböden, moorigen, alkalischen sowie staunassen und verdichteten Böden. Besonders Gebirgslagen können für den Anbau empfohlen werden. Die Vegetationszeit beträgt etwa 100 Tage.

Da Flachs nicht selbstverträglich ist, müssen Anbaupausen von 5-6 Jahren eingehalten werden. Getreide ist als Vorfrucht im Gegensatz zu Leguminosen, Raps und Futterpflanzen gut geeignet.

Ab Ende Juli kann Flachs geerntet (gerauft) werden. Es schließt sich wie bei Hanf eine mehrwöchige Feldröste an.

Während der langsamen Jugendentwicklung des Flachses, in der die Pflanzen wenig konkurrenzkräftig sind, sollte die Beikrautkonkurrenz gering sein. Die Beikrautregulierung erfolgt im konventionellen Anbau mittels dem einzigen zugelassenen Herbizid Extoll. Bis zum 1. Juli 2001 war daneben auf Grund einer Übergangsregelung im Pflanzenschutzgesetz die Anwendung von in anderen Kulturen zugelassenen Herbiziden (z.B. Basagran+Gropper, Concert) auf eigenes Risiko hin gestattet. Mechanische Beikrautregulierung (Striegel) muss sehr vorsichtig erfolgen. Die Düngung kann gering gehalten werden und sollte nicht organisch erfolgen (s. Tab. 9). Hohe Stickstoffgaben führen zu Lagerneigung, Ernteproblemen und Qualitätsverlusten.

Tab. 9: Anbautechnische Daten zu Flachs in Sachsen (SCHULZ 2000a)

Aussaattermin	Mitte April-Anfang Mai
Saatstärke	1800-2200 keimf. Samen/m ² = 100-120 kg/ha
optim. Bestandsdichte	1600-1800 Pflanzen/m ²
Saattyp	Reihensaat (10-14 cm), Breit-saat
N-Düngung	max. 40kg/ha zur Saat (bei N _{min} <50-60 kg/ha)
K-Düngung	70-100kg K ₂ O/ha
P-Düngung	30-50 kg P ₂ O ₅ /ha
Beikrautregulierung	im konv. Anbau Herbizide z.B. Concert 30g/ha (nicht zugelassen), Extoll

Flachs wird von zahlreichen pilzlichen Schaderregern befallen, Fungizide schwächen jedoch auch die Pflanze. Unter den tierischen Schaderregern sind vor allem Erdflöhe und Thripse von Bedeutung.

Die Bergung des gerösteten, trockenen Flachsstrohs vom Feld erfolgt für Langfaser-Produktlinien mit Spezialrundballenpressen (Parallellage der Stängel), für Kurzfaser-Produktlinien mit üblichen Strohballenpressen (Wirrlage der

Stängel). Sächsischer Flachs wird derzeit meist in der Kurzfaserverarbeitungsanlage Voigtsdorf für textile und technische Kurzfaserprodukte aufgearbeitet. Zielprodukte sind je nach Qualität textile Mischgewebe oder technische Produkte (Verbundwerkstoffe, Formpressteile, Dämmstoffe, Geotextilien, Reibbeläge). Für letztere ist ein hohes Marktpotential vorhanden. Qualitätsmindernd sind hohe Stickstoffdüngung und zu hohe Beikrautbeimengungen. Unter sächsischen Anbaubedingungen können Erträge entsprechend Tabelle 10 erwartet werden.

Tab. 10: Erträge und Qualitäten bei Flachs unter sächsischen Anbaubedingungen (SCHULZ 2000c)

Röststrohertrag, lufttrocken	40-70 dt/ha
Fasergehalt des ungerösteten Stängels	20-25 %
Faserertrag	10-15 dt/ha
feinheitsbez. Faserfestigkeit	30-60 cN/tex
Faserfeinheit (IFS-Index)	60-150
technische Faserlänge	200-1000 mm

Die Wirtschaftlichkeit des Flachsbaus in den Vor- und Mittelgebirgslagen ist bei Deckungsbeiträgen von 800 bis über 1000 DM/ha (unter Einbeziehung der EU-Flachsbeihilfe, Wirtschaftsjahr 1999/2000) gegeben. 1999 wurden im Freistaat Sachsen auf 104 ha Flachs angebaut.

4.2 Generelle Bedeutung für die Segetalpflanzen

Um generelle Kulturartenspezifika erkennen zu können, wurden Flachs und Sommergetreide (Hafer, Gerste) im ökologischen Anbau verglichen (Tab. 11). Die Ergebnisse sind wegen der geringeren Erträge und lückigeren Bestände nur teilweise auf den konventionellen Anbau übertragbar.

Flachs fiel vor allem durch eine zeitliche Verzögerung gegenüber dem Sommergetreide auf. Die Saat- und Erntetermine liegen drei bis vier Wochen später. Nach der Flachsernte ist der Boden zudem während der drei- bis vierwöchigen Feldröste zu 60-90 % vom Flachsschwad bedeckt. Auf Grund der langsamen Jugendentwicklung erreichte Flachs das Deckungsmaximum erst Anfang Juli (Flachsblüte), Sommergetreide jedoch spätestens Ende Mai. Die relative Belichtungsintensität am Boden war von der Beikrautvegetation abhängig, lag jedoch in allen Fällen ab Mitte Juni im Flachs niedriger als im Sommergetreide. Das **Mikroklima** der Flachsbestände war vor allem während sommerlicher Trockenperioden ausgeglichener und feuchter.



Abb. 6: Flachsfeld im ökologischen Landbau mit problematischen Beständen der Ackerkratzdistel

(Foto: B. Zöphel)

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die relativ seltene, montane, basiphile Hundspetersilien-Hohlzahn-Gesellschaft und die Mittelgebirgrasse der Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft.

Tab. 11: Kenndaten der Beikrautzönose in ökologisch angebautem Flachs und Sommergetreide (Gerste, Hafer) (Großhartmannsdorf, 1997-99)

Kultur	Flachs	Sommergetreide
mittlere Artenzahl	24	26
mittlere Individuenzahl	771	603
Rückgang der Individuenzahl (Anfang Mai bis Ernte) um	37 %	13,8 %
mittlere max. Trockenmasse Kulturart/m ²	731 g/m ²	647 g/m ²
mittlere max. Trockenmasse Beikräuter/m ²	171 g/m ²	35 g/m ²

Artenzahl und –zusammensetzung der Beikrautvegetation ließen keine Unterschiede in Flachs und Sommergetreide erkennen und entsprachen den Standortbedingungen. Zwei Arten der **Roten Liste** des Freistaates Sachsen (SCHULZ 1999) wurden im ökologisch angebauten Flachs gefunden, eine Art im konventionellen (s. Artenliste im Anhang).

Die **Beikrautzahlen** wurden im ökol. Flachs erst ab der fünften bis sechsten Woche nach Auflauf, bei Wuchshöhen des Flachses von ca. 20 cm, durch Konkurrenzdruck verringert. Besonders stark war der Rückgang bei kleinwüchsigen und konkurrenzschwachen Arten sowie bei Geruchloser Kamille und Hirtentäschel, während die Dichten von Weißem Gänsefuß, Knötericharten und Stechendem Hohlzahn über die Standzeit nahezu konstant blieben. Im Flachs gingen die Gesamtindividuenzahlen prozentual stärker zurück als im Sommergetreide

Die **Biomasseproduktion** der Beikräuter war durchschnittlich im Flachs höher als im Sommergetreide.

Eine **Förderung einzelner Arten** sowohl quantitativ als auch in ihrer vegetativen und generativen Entwicklung wurde **im Flachs** gegenüber dem Sommergetreide für die Arten Floh- und Ampfer-Knöterich, Weißer Gänsefuß, Stechender Hohlzahn, Gemeiner Winden- und Vogelknöterich festgestellt, die auch als Problemarten im Flachs gelten. Die Sämlinge hatten sich bis zur späten Konkurrenzentfaltung des Flachses gut etabliert und konnten kaum noch unterdrückt werden. Dies zeigten auch Gefäßversuche. Der vegetativen Entwicklung der genannten Arten kam auch das feuchtere Mikroklima im Flachs während des Hochsommers zugute. Vor allem die Knöterich-Arten zeigten bei gleicher Stickstoffversorgung eingeschränktes Wachstum bei größerer Trockenheit. Wuchsparameter für drei verschiedene Segetalarten in Flachs und Sommergetreide zeigt Abb. 7.

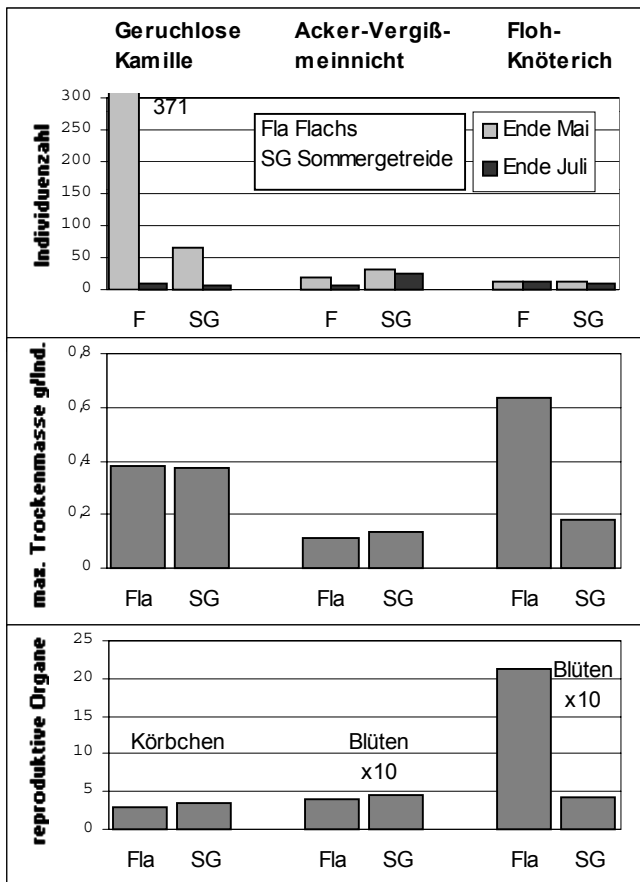


Abb. 7: Individuenzahl, Trockenmasse und reproduktive Organe von drei Segetalarten auf Flachs- und Sommergetreidefeldern (ökol. Anbau Großhartmannsdorf, 1998/99)

Im Sommergetreide besaßen dagegen kleinwüchsige und konkurrenzschwache Arten wie Feld-Ehrenpreis, Acker-Spark, Einjähriger Knäuel, Niederliegendes Mastkraut, Quendel-Sandkraut, Gemeines Hornkraut und Acker-Gauchheil günstigere Entwicklungsbedingungen. Diese Arten profitierten u.a. vom dort verringerten Konkurrenzdruck durch höherwüchsige Arten. Die im ökologischen Landbau problematischen Wicken-Arten wurden weder besonders gefördert noch unterdrückt. Für die Bekämpfung der Acker-Kratzdistel ist Flachs ungeeignet, da die Art bereits vor der Flachsernte Assimilate in die Rhizome verlagern kann.

Die **Samenneubildungs**-Menge der Beikräuter auf dem Feld war stark abhängig von der Artenzusammensetzung.

Prinzipiell setzte die Blüte und Samenreife der Beikräuter auf dem Flachsfeld ein bis zwei Wochen später als im Sommergetreide ein. Ein größerer Teil der Population von mehr als 50 % aller Arten blieb außerdem vegetativ. Die lange Standzeit reichte jedoch für nahezu alle Arten zur Ausbildung reifer Samen zumindest an einigen Pflanzen aus. Die Anteile fruchtender Individuen am Gesamtaufbau waren im Som-

mergetreide größer als im Flachs.

Spezifische Flachsbeleiter, wie Kleinfrüchtiges Kletten-Labkraut (*Galium spurium* L.) und Lein-Spark (*Spergula arvensis* ssp. *maxima* (WEIHE) O. SCHWARZ) sowie die in Sachsen ausgestorbenen Arten Lein-Seide (*Cuscuta epilinum* WEIHE), Gezählter Leindotter *Camelina alyssum* (MILL.) THELL.) und Lein-Lolch (*Lolium remotum* SCHRANK) traten weder aktuell noch in der Diasporenbank auf. Während *G. spurium* in letzter Zeit auch in anderen Kulturen beobachtet wird, sind die anderen Arten eng an einen traditionellen Flachs-anbau mit geringem Saatgutreinigungsniveau angepasst und deshalb kaum zu erwarten.

Für die Entfaltung spezieller **Stoppelarten** und die Entwicklung einer zweiten Generation von Segetalpflanzen während der Feldröste waren die klimatischen Bedingungen am Anbaustandort zu ungünstig.

4.3 Generelle Bedeutung für die Arthropoden

Insgesamt fügt sich der Flachs in die von Halmfrucht- und Ackerfütterbau geprägten Fruchtfolgen ein, ohne deutliche kulturspezifische Besonderheiten in den einzelnen Arthropodengesellschaften hervorzurufen.

Webspinnen (Araneae)

Die Spinnenzönosen im Flachs (65 nachgewiesene Arten aus 11 Familien; Tab. 12) wurden von den ackertypischen Zwerg- und Baldachinspinnen *Oedothorax apicatus*, *Erigone atra* und *E. dentipalpis* dominiert. Sie stellten über 70 % aller erfassten Individuen und gehörten damit auch zu den wichtigsten Raubarthropoden. Darüber hinaus war im Frühsommer generell die hygrophile Wolfsspinne *P. palustris* stärker vertreten.

Die Offenlandarten *Theridion impressum*, *Erigone atra*, *Pachygnatha degeeri* und *Meioneta rurestris* gehörten zu den dominierenden Vertretern der Krautschicht. Letztgenannte Arten gelten als Bodenbewohner, denen der filigrane Flachsbestand offensichtlich eine vertikale Habitaterweiterung ermöglichte. Als Beleg der erfolgreichen Reproduktion diverser Spinnen in den Flachsbeständen ist der Nachweis zahlreicher Jungspinnen (Theridiidae, Linyphiidae, Tetragnathidae) im Streifnetz zu werten.

In den Gelbschalen fingen sich generell relativ wenige Individuen, meist Jungtiere (Linyphiidae, Theridiidae, Tetragnathidae), die über Verdriftung am Faden unbesetzte Nischen rasch besiedeln können.

Insgesamt bringt eine Erweiterung der Fruchtfolgen um die Kultur Flachs aus Sicht der Webspinnen kaum neue faunistisch-zöologische Impulse, aber auch keine negativen Aspekte. Die zahlreichen Erstbelege für den Naturraum "Ost-

erzgebirge" gehen überwiegend auf den geringen Bearbeitungsstand des Gebietes zurück. Abschließend sei auf die drei im Flachs erfassten Arten der Roten Liste Sachsen (HIEBSCH & TOLKE 1996) hingewiesen: *Allomengea vidua* (gefährdet), *Entelecara congenera* (stark gefährdet) und *Poeciloneura variegata* (potentiell gefährdet).

Der 1999 untersuchte benachbarte Hafer-Erbesen-Schlag enthielt, bei insgesamt ähnlichen Webspinnenzönosen, einige hygrophile Spezies, die im trocken-luftigeren Flachs nicht nachgewiesen wurden.

Tab. 12: Spinnenfänge in Flachskulturen (Großhartmannsdorf, 1997–1999)

Bodenfalle	Familien	7
	Arten	48
	Individuen	11528
	% Juvenile	3,8 (2-5) %
Streifnetz	Familien	9
	Arten	34
	Individuen	1123
	% Juvenile	45 (33-62) %
Gelbschale	Familien	5
	Arten	18
	Individuen	194
	% Juvenile	35 (0-67) %

Laufkäfer (Carabidae)

Insgesamt wurden 8874 Laufkäfer bestimmt, die 58 Arten angehörten. Damit wiesen die Flachs-Schläge, in Anbetracht des schon relativ rauen Vorgebirgsklimas, verhältnismäßig reiche Laufkäfer-Zönosen auf, die sich zwar überwiegend aus hygrophilen, aber auch für die Ebene typischen Feldarten (z.B. *Clivina fossor*, *Loricera pilicornis*) sowie einigen Arten aus Grünland-, und Gartenhabitaten zusammensetzten. Eine Ausnahme bildet der Nachweis von *Cychrus caraboides*, einem Bewohner feuchter Wälder, dessen Auftreten in der weithin waldlosen Agrarlandschaft sicher auf den Niederschlagsreichtum des Standortes zurückzuführen ist.

Carabus-Arten traten auffällig zahlreich in den Fallenfängen auf. Neben *C. granulatus* wurde besonders der in Sachsen als gefährdet eingestufte *C. cancellatus* häufig erfasst; auch *C. auratus*, ebenfalls eine Rote-Liste-Art (rückläufig), konnte regelmäßig nachgewiesen werden.

Der Vergleich mit einem benachbarten Hafer-Erbesen-Schlag (1999) ergab für den geringfügig artenreicheren (38:34 Arten) Flachs einen deutlich höheren Diversitätsindex ($H = 2,68:2,33$). Die Flachsschläge enthielten auf Grund ihrer spe-

zifischen Bestandesmerkmale eine vergleichsweise reichhaltige, eigentlich für den planar-kollinen Bereich ackertypische Laufkäferzönose, wie sie in ähnlicher Zusammensetzung auch in Getreidebeständen anzutreffen ist. Der Hafer-Erbesen-Bestand schien dagegen eher eine standorttypische Gemeinschaft zu fördern, die neben hygrophilen Ackertieren auch größere Populationen an wiesen-, garten- und waldbewohnenden Laufkäfern enthält.

Insekten der Krautschicht

Käfer (Coleoptera): Insgesamt wurden 10294 gekescherte Käfer bis auf Familienniveau bestimmt. Die Kescherfänge waren, auf Grund der extremen Dominanz von Erdflöhen (8585 Ind.), relativ einseitig strukturiert. Daneben dominierten Glanzkäfer (1100 Tiere) und Rüssler (322 Ind.). Ein massenhaftes Auftreten von Erdflöhen und Glanzkäfern im Flachs ist insofern von phytosanitärer Relevanz, da diesen Familien einige Arten angehören, die in anderen Kulturen (z.B. im Raps) potentiell ertragsmindernd in Erscheinung treten können. Der blaublühende Öllein wies höhere Erdflöhdichten auf (1256:791 Ind.).

Zweiflügler (Diptera): Sowohl in den Flachsbeständen als auch im parallel untersuchten Öllein, stellten die Zweiflügler nach den Thripsen die quantitativ stärkste Arthropodenordnung in der Krautschicht dar. In den zwei ausgewerteten Fangperioden (1997, 1998) wurden insgesamt 15.979 Zweiflügler aus 35 Familien bestimmt. Blütenreiche Beikrautbestände oder die Bestandesblüte selbst stellten attraktive Bedingungen für einzelne Arten (z.B. im blaublühenden Lein 1998,1999) oder für ganze Artengruppen (in den ökologischen Beständen, v.a. 1997) dar.

Bemerkenswert war das besonders 1998 massenhafte Auftreten der Fritfliege (*Oscinella frit*), einer Halmfliegenart mit starker Tendenz zu Massenvermehrungen. Ihre Dominanz in den Kescherfängen vom blaublühenden Öllein (dort 5043 Ind.; im verglichenen weißblühenden Flachs 516 Ind.) ist auf die für diese Art erwiesene Lockwirkung blauer Farbtöne zurückzuführen. Gleichzeitig dürfte der blühende Lein eine willkommene Nahrung für den Reifungsfraß der Weibchen darstellen. Aus phytosanitärer Sicht ist das verstärkte Auftreten von *Oscinella frit* im blaublühenden Lein beachtenswert, da die Art in Mais und Getreide Ertragseinbußen hervorrufen kann (VOLKMAR & STARK 1991).

In der Flachskultur konnten ferner reiche Vorkommen an regulativ auf die Insektengemeinschaft wirkenden (räuberischen) Zweiflüglern (besonders Schwebfliegen) nachgewiesen werden. Die individuen- und artenreichen Schwebfliegenzönosen haben ihre Ursache mit Bestimmtheit in der Vielfalt und dem Blütenreichtum der Segetalflora, die als Pollen- und Nektarlieferant wesentlich attraktiver scheint als die Flachsblüte selbst.

Thripse (Thysanoptera): In Kescher- und Gelbschalenfängen stellten die Thripse den größten Anteil am Gesamtfang. Insgesamt wurden 52.504 Blasenfüße gezählt. Besonders in den Gelbschalen erreichten sie mehr als 60 % der Gesamtfänge. Die Leinpflanze selbst als Nahrung und die strukturellen Besonderheiten der Bestände führen offensichtlich zu einer besonderen Attraktivität dieser Kultur für die Thripse.

Aus bis auf Artniveau bestimmten Stichproben kann vermutet werden, dass mehr als 95 % der erfassten Thripse zu phytophagen Arten gehören. Im Schrifttum wird der Leinthrips (*Thrips linearis*) als bedeutender Schaderreger an Flachs genannt (LEWIS 1973). Dieser Fakt sollte angesichts der hohen Fangzahlen bei einer geplanten Ausweitung des Flachsbaus berücksichtigt werden.

Weitere Insekten der Krautschicht: Lediglich Blattläuse und Hautflügler erreichten nennenswerte Individuenzahlen. Allerdings können die Blattlausdichten im Vergleich zum starken Befall zahlreicher anderer Kulturen (z.B. Getreide, Erbsen, Kartoffeln) als eher gering eingeschätzt werden. Unter den Hautflüglern wurden in erster Linie Vertreter des Parasitoiden-Komplexes mittels Streifnetzfang erfasst.

Besonders im Hochsommer wurden zahlreiche Zikaden- und Wanzenlarven gekeschert, die offensichtlich sowohl Flachs als auch Öllein als Lebensraum nutzen. Die Determinations-ebene lässt keine Aussagen hinsichtlich ihrer Lebensweise (phytophag, zoophag) zu. Zahlreiche pflanzensaftsaugende Schnabelkerfe sind zur Übertragung von Viren und Bakterien befähigt (JACOBS & RENNER 1988).

Regenwürmer (Lumbricidae)

Regenwürmer bevorzugen Pflanzen mit einem eher engen C/N-Verhältnis in den Wurzeln. Das enge C/N-Verhältnis der Leinpflanze von 14 sollte daher eine gewisse Attraktivität auf Regenwürmer ausüben.

Insgesamt wurden 7 Arten festgestellt. Die Fänge wiesen keine Besonderheiten auf und entsprachen Ergebnissen aus typischen Ackerfrüchten. Dichten und Biomasse der Regenwürmer waren am Standort Großhartmannsdorf, verglichen mit Resultaten aus anderen mitteldeutschen Agrarräumen, vergleichsweise hoch. Dies gilt besonders für die Jahre 1997 und 1999 jeweils für beide Intensitätsstufen (Tab. 13).

Die Einbeziehung der Vor- und Folgefrüchte in die Untersuchungen ließ insgesamt keine kulturspezifischen Auswirkungen des Flachsbaus auf die Regenwurmpopulationen erkennen. Die relativ hohen Dichten sprechen für eine gute Humusversorgung der untersuchten Schläge, die sich auf das Bodenleben insgesamt und die davon abhängigen Phyto- und Zoozönosen gleichermaßen positiv auswirken dürfte.

Tab. 13: Maximale Regenwurm-Dichten und Biomassen auf Flachsfeldern (Großhartmannsdorf, 1997–1999)

Individuen/m ² während des Flachsbaus		
Anbau	ökologisch	konventionell
1997	264	253
1998	72	27
1999	117	331
Biomasse (g /m ²)		
1997	86,0	82,8
1998	51,8	26,8
1999	41,5	121,2

4.4 Vergleich von konventionellem und ökologischem Anbau

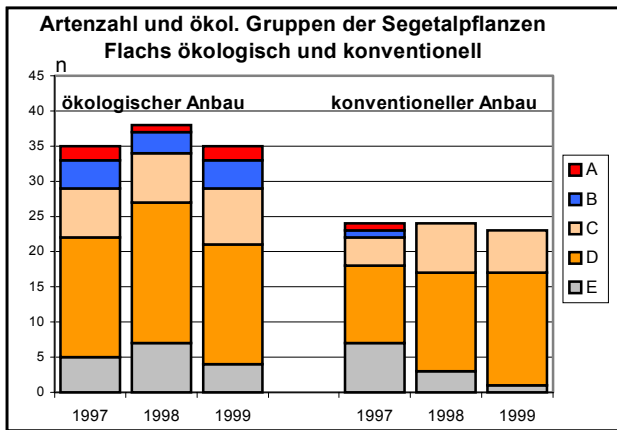
4.4.1 Auswirkungen auf die Segetalpflanzen

Für die **Beikrautvegetation** decken sich die Befunde dieser Erhebungen mit grundsätzlichen Aussagen zum Verhältnis konventioneller/ ökologischer Ackerbau (u.a. CALLAUCH 1981, VAN ELSSEN 1989). Die ökologischen Flächen wiesen sowohl einen höheren Arten- als auch Individuenreichtum auf. Eine Ausnahme bildete die konventionelle Fläche 1999 (Herbizidunwirksamkeit).

Eine Reihe gesellschaftstypischer Zeigerarten, zumeist kleinwüchsige und konkurrenzschwache, trat nur auf den ökologischen Flächen mit hohen Stetigkeiten und bestandssichernden Dichten auf. Beispiele hierfür sind Acker-Zahntrout, Hundspetersilie, Einjähriger Knäuel oder Acker-Frauenmantel. Etliche dieser Arten sind in der Agrarlandschaft rückläufig (SCHULZ 1999, ARLT et al. 1991, KÖCK 1984) und bedürfen solcher Rückzugsflächen dringend. Flachs in den üblichen Saatstärken ist jedoch zu ihrer Erhaltung weniger gut geeignet als Halmfrüchte. Die relativ hohen Deckungsgrade des Flachses und das späte Deckungsmaximum sind ungünstiger für die Reife kleinwüchsiger Arten. Abb. 8 gibt einen Überblick über Artenzahlen und -spektrum im ökologischen und konventionellen Anbau.

Im ökologischen Anbau wurden zur Flachsblüte durchschnittlich 664 Beikräuter/m² gezählt, im konventionellen immerhin 398 Beikräuter/m². Die max. Trockenmasse der Beikräuter war im ökologischen Anbau durchschnittlich dreimal so hoch wie im konventionellen.

Pilzliche Phytoparasiten wurden im ökologischen Anbau gegenüber dem konventionellen nicht vermehrt gefunden.



Artengruppen nach HILBIG et al. 1962; zusammengefasst
 A – Arten karbonathaltiger, meist stickstoffreicher Standorte
 B – Arten schwach bis stark saurer Böden
 C – Krumenfeuchtezeiger und Arten bindiger, z.T. verdichteter Lehm Böden
 D – verbreitete Segetalarten z.T. stickstoffreicher Böden
 E – sonstige Arten

Abb. 8: Artenzahlen und Artenspektrum der Beikräuter nach ökologischen Gruppen in ökologisch bzw. konventionell angebaulichem Flachs (Großhartmannsdorf, 1997-1999)

4.4.2 Auswirkungen auf die Arthropoden

Während die im und am Boden lebenden Regenwurm-, Spinnen- und Käfergesellschaften nur bedingt oder gar keine tendenziellen Unterschiede aufwiesen, ergaben sich für zahlreiche Insekten der Krautschicht deutliche Differenzen.

Für die **bodenaktiven Arthropoden** (Webspinnen, Laufkäfer, Kurzflügler) wurden, über den gesamten Zeitraum gesehen, auf den konventionellen Flachsschlägen keine relevanten Defizite gegenüber den ökologischen Flächen festgestellt (Tab. 14). Dieser Fakt spricht, besonders in Anbetracht der bedeutenden bioindikatorischen Funktion der genannten Gruppen, für eine hinreichend hohe "ökologische Qualität" des konventionellen Landbaus am Untersuchungsstandort.

Tab. 14: Barberfallen-Fänge auf Flachsschlägen (Großhartmannsdorf, 1997-1999)

Flachs	Artenzahl		Individuenzahl	
	ökol.	konv.	ökol.	konv.
Webspinnen	42	40	5051	6477
Laufkäfer*	47	42	4535	3513
Kurzflügler**	20	25	2408	1784

* 1997/98; **, nicht alle Unterfamilien determiniert.

Der nur 1997 mögliche Vergleich zweier unmittelbar benachbarter Flachsschläge ergab für das ökologische Feld eine signifikant höhere Biodiversität der Webspinnen- und Laufkäfergemeinschaft (Tab. 15). Bemerkenswert war bei diesem

Vergleich die geringe Arten- und Dominanzidentität der Laufkäferfänge (jeweils 55%). Hier könnten - neben Vorfruchtwirkungen - die unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten langfristig zu spezifischen Gemeinschaften geführt haben.

Tab. 15: Barberfallen-Fänge auf zwei benachbarten Flachsschlägen (Großhartmannsdorf, 1997)

Flachs, 1997	Artenzahl		Individuenzahl	
	ökol.	konv.	ökol.	konv.
Webspinnen	36	27	2278	1855
Laufkäfer	43	33	3379	2402

In den Folgejahren traten größere räumliche Distanzen zwischen den Schlägen auf; der Vergleich ergab in diesen Fällen meist für die konventionellen Flächen höhere Arten- und Individuenzahlen. Sie enthielten - wohl auf Grund dichter Bestände - stärkere Anteile hygrophiler Spinnenarten (z.B. *Oedothorax retusus* und *O. fuscus*).

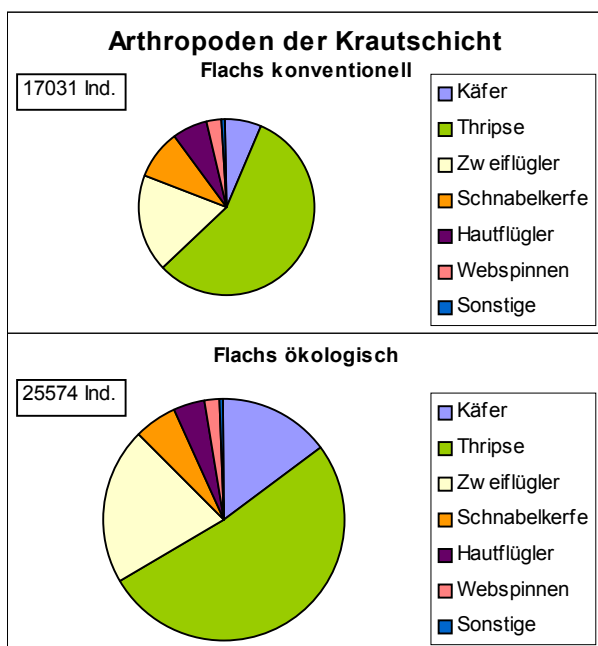
Hinsichtlich der Kurzflügelkäfer ergab der Vergleich ökologischer und konventioneller Flachsfelder auch 1997 keine tendenziellen Differenzen. Dies gilt auch für die Kurzflügler- und Spinnenfänge aus der Krautschicht der Bestände.

Die Dominanzstrukturen der **Kescherfänge** auf Ordnungsniveau ließen keine Unterschiede zwischen den Wirtschaftsformen erkennen. Dagegen differierten die relativen Dichten einiger Insektenordnungen beträchtlich. So enthielten die ökologischen Bestände signifikant individuenreichere Thrips-, Zweiflügler- und Käferzönosen (Abb. 9).

Unter den **Käfern** erreichten besonders die generell dominierenden Erdflöhe und Glanzkäfer in den ökologischen Beständen um ein mehrfaches höhere Dichten. Die Ursache dafür kann zum einen in der Humusversorgung des Bodens liegen; daneben dürfte auch das allgemein bessere Nahrungsangebot auf dem ökologischen Feld von Bedeutung gewesen sein. Die großen Differenzen der Erdflöhdichten basieren möglicherweise auch auf Spezifika der Bodenbearbeitung, da Eiablage und Puppenruhe feldbewohnender Erdflöhe am bzw. im Boden stattfinden. Eingriffe könnten die Reproduktion der Erdflöhe auf dem konventionellen Schlag nachhaltig gestört haben. Die arten- und individuenreichere Beikrautflora des ökologischen Schlags bot weiteren Pflanzenfressern optimale Bedingungen. Augenscheinlich wird letzteres im Falle der Rüsselkäfer, die im ökologischen Flachs signifikant arten- und individuenreicher auftraten.

Zahlreiche **Zweiflügler** wurden offensichtlich ebenfalls durch den Öko-Landbau gefördert. Insbesondere die Familien der Schwebfliegen (Syrphidae), Blumenfliegen (Anthomyiidae), Schmeißfliegen (Calliphoridae), Dungmücken (Scatopsidae), Essigfliegen (Drosophilidae), Tanzfliegen (Empididae), Halmfliegen (Chloropidae) sowie der Schwingfliegen (Sepsidae) und Dungfliegen (Sphaeroceridae) waren im ökologischen Flachs signifikant individuenreicher. Besonders stark wirkten sich – wohl vor allem im Zusammenhang mit der Ausprägung der Beikrautvegetation – die Effekte des Anbaumagements auf die Schwebfliegenpopulationen aus. In den ökologischen Varianten lagen die Dichten (insgesamt 747 Ind.) in beiden Jahren signifikant höher als auf den konventionell bewirtschafteten Feldern (183 Ind.). Hinsichtlich räuberischer Fliegen der Überfamilie der Empidoidea waren keine Effekte der Intensitätsunterschiede zu konstatieren. Echte Fliegen (Muscidae) sowie Zuckmücken (Chironomidae) traten in der konventionellen Variante häufiger auf.

Abb. 9: Kescherfänge (n=36) in konventionell bzw. ökologisch angebauntem Flachs (Großhartmannsdorf, 1997/98)

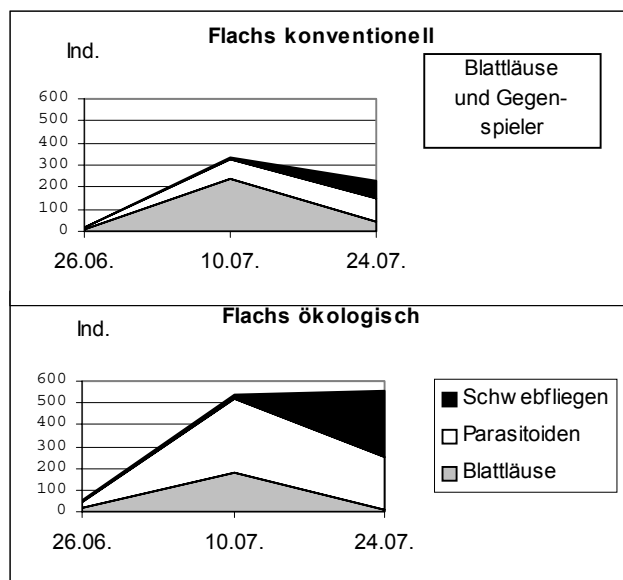


In den Gelbschalen wurden darüber hinaus im ökologischen Flachs auch signifikant mehr **Hautflügler** (3305 Tiere) erfasst als bei konventionellem Anbau (1946 Tiere). Gemeinsam mit den dort ebenfalls signifikant individuenreicheren Schwebfliegen dürften parasitische Hautflügler den regulativ bedeutendsten Teil der Gilde blattlausantagonistischer Insekten darstellen.

Einen interessanten Befund, der als beispielhaft für Ablauf und qualitative Differenzen selbstregulativer Prozesse gelten kann, stellt die Beziehung zwischen **Blattläusen** (Aphidina)

und ihren **Antagonisten** (im gegebenen Falle parasitische Hautflügler und Schwebfliegen) dar (Abb. 10).

Abb. 10: Blattläuse und ihre Gegenspieler in Kescherfängen im Flachs (Großhartmannsdorf, 1997)



Der ökologische Schlag wies höhere Ausgangspopulationen an Blattläusen auf. Doch führte die Repression dieser Populationen - auch und vermutlich in entscheidendem Maße unter dem Einfluß starker Parasitierung und hoher Schwebfliegen-Dichten - fast zu einer Stagnation der Fangzahlen. Im konventionellen Bestand konnten sich, trotz geringeren Ausgangsbefalles, im Sommer deutlich höhere Blattlausdichten ausbilden. Die Parasitoiden- bzw. Schwebfliegenpopulationen waren dabei signifikant kleiner als im ökologischen Bestand. Die unterschiedlichen Dichten der genannten Blattlausantagonisten hingen offensichtlich nicht vom Ausgangsbefall der Blattläuse ab; starke Effekte dürften dagegen von der "reicheren" Ausprägung der Beikrautvegetation bei ökologischem Anbau ausgegangen sein.

Gerade die adulten Schwebfliegen sind zur Ernährung und Reproduktion auf eine blütenreiche Segetalflora angewiesen (RUPPERT 1993), wobei der ökonomisch problematischen Ackerkratzdistel eine besondere Bedeutung zukommt (ROTHERAY 1993). Auch der Anlockeffekt von Blüten auf parasitische Hautflügler ist aus zahlreichen Untersuchungen bekannt (z.B. LEIUS 1960).

Hinsichtlich Dichte und Biomasse der **Regenwürmer** wiesen die ökologisch und konventionell bewirtschafteten Schläge keine Differenzen auf (vgl. Tab. 13). Das Artenspektrum der ökologischen Flächen umfasste 1997-1999 je 4 Arten; auf den konventionellen Schlägen wurden 1997/98 je 2 Arten, im Folgejahr 3 Arten nachgewiesen.

4.4.3 Erträge und Qualitäten

Tab. 16 zeigt die zusammengefassten Erträge und Qualitätsmerkmale des ökologischen und konventionellen Anbaus am Standort Großhartmannsdorf, Tab. 17 die entsprechenden Anbauparameter der Flächen.

Tab. 16: Erträge und Qualitäten bei ökologischem und konventionellem Flachs-anbau am Standort Großhartmannsdorf (1997-1999)

Anbau	ökologisch	konventionell
Wuchshöhe (cm)	88,52	91,18
Technische Länge	80,31	78,23
Stängeldurchmesser (mm)	1,50	1,74
Kapselzahl je Pflanze	3,05	4,44
Grünstrohertrag, geriffelt, lufttrocken (dt/ha)	72,65	85,22
Fasergehalt (% vom Grünstroh)	23,40	25,80
Faserertrag (dt/ha)	17,22	21,96
Faserfestigkeit (Reißkraft in cN/tex)	32,84	33,52
Faserfeinheit (IFS-Index)	118,37	111,50

Tab. 17: Anbautechnische Daten der Flachsversuchsflächen Großhartmannsdorf (1997-1999)

Anbau	ökologisch	konventionell
Aussattermin	27.4./ 30.4./ 5.5.	27.4./ 30.4./ 13.4.
Saatstärke	100 kg/ha	100-105 kg/ha
Saattyp	Drillsaat	Drillsaat
N-Düngung	keine	45-60 kg N/ha
Vorfrucht	Brache/ Winterroggen/ Winterroggen	Winterweizen/ Triticale/ Sommergerste
Erntetermin	15.9./ 18.8./ 13.8.	15.9./ 18.8./ 13.8.
Beikrautregulierung	keine	Concert 30g/ha, 1998 Vorauflauf Roundup

Die Erträge im ökologischen Anbau schwankten stärker als im konventionellen und waren stärker abhängig von Witterungseinflüssen und Flächenvorbedingungen, insbesondere dem Beikrautbesatz. Die konventionellen Bestände neigten stärker zur Lagerbildung als die ökologischen.

Der mittlere Ertrag der ökologischen Variante lag deutlich unter dem der konventionellen. Der Grünstrohertrag der ökologischen Variante erreichte nur 85,2 % der konventionellen. Der Fasergehalt des Erntegutes wurde durch die hohen Beikrautbeimengungen vor allem 1997 zusätzlich gemindert und lag bei durchschnittlich nur 78,4 % der konventionellen Variante. Die Qualitätsparameter Stängeldurchmesser und technische Länge waren im ökologischen Anbau vergleichbar oder etwas günstiger. Beide Varianten erreichten Erträge und Qualitäten im Rahmen des unter sächsischen Anbaubedingungen zu Erwartenden.

4.5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Eine weitgehende **Beikrautfreiheit des Flachsstrohes** ist vor allem bei der Weiterverarbeitung zu verspinnbaren Flachskurzfasern nötig.

Die Erfahrungen zeigen, dass vor allem einige Arten, die offensichtlich im Flachs z.B. gegenüber lückigem Sommergetreide noch gefördert werden (Weißer Gänsefuß, Knöterich-Arten, Hohlzahn), große **Probleme bei der Ernte** und Verarbeitung bereiten. Dies trifft auch für Kletten-Labkraut, Melde, Ausfallraps und Wickenarten sowie vor allem auf Acker-Kratzdistel zu.

Die relativ guten Fasereigenschaften von Flachs aus **ökologischem Anbau** stehen hier in einem Widerspruch zum kaum vermeidbaren Beikrautanteil des Strohs. Die guten Marktchancen für textile Produkte aus ökologischem Anbau werden dadurch gemindert. Verwendungsmöglichkeiten bestehen in technischen Produktlinien, für die ein gewisser Beikrautbesatz tolerierbar ist, die jedoch für den Landwirt ökonomisch ungünstiger sind. Größtes Augenmerk sollte demzufolge auf die Auswahl der Anbauflächen und die Fruchtfolge gelegt werden. Dass genereller Artenreichtum selbst bei Beikrautzahlen von 500-600 Ind./m² jedoch nicht zwangsläufig zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führen muss, zeigten die Ergebnisse des Jahres 1998.

Kleinwüchsige, flachwurzelnde, konkurrenzschwache Segetalpflanzen (v.a. Einjährige Risppe, bei geringer Düngung auch Acker-Spark, Ehrenpreis-Arten, Vogelmiere) stören kaum und können unter Umständen günstigere Rostebedingungen bewirken.

Ackerkratzdistel und Quecke sollten unbedingt in den Vorfrüchten bekämpft werden. Zu beachten ist auch, dass diese Arten in der Folgefrucht verstärkt auftreten können, da der späte Erntezeitpunkt des Flachses die Verlagerung von Assimilaten in unterirdische Speicherorgane begünstigt.

Bisher ist nur das Herbizid Extoll für Flachs zugelassen. Prüfungen für eine Zulassung anderer Herbizide wurden von der

LfL vorgenommen (RÖHRICHT & SCHULZ 2000). Vor allem das Herbizid Concert mit einem breiten Wirkspektrum wurde in diesem Zusammenhang empfohlen. Die Prüfung mechanischer **Beikrautregulierungsmaßnahmen** (Hackstiegel, Maschinenhacke) brachte bisher keine befriedigenden Ergebnisse. Bei der Anwendung von Herbiziden sollte prinzipiell auf Minimaldosierung geachtet werden. Bei sehr geringer Stickstoffdüngung, hohen Saatkichten und günstigen Witterungsverhältnissen besitzt der Flachs selbst genügend Konkurrenzskraft zur Unterdrückung der Beikräuter. Die Einbeziehung der Kulturart in ein Ackerrandstreifenprogramm ist zu empfehlen.

Eine **Spätsaat**, wie sie 1999 im ökologischen Anbau getestet wurde (Aussaattermin 05.05.) führte zu einer deutlichen Verringerung der Beikrautzahl bei kaum eingeschränktem Artenspektrum. Die Ertragsleistung blieb jedoch wegen Frühsommertrockenheit gering.

Die Flachskultur entspricht in ihrem **Habitatcharakter** weitgehend den ortsüblichen Halmfrüchten und wies keine faunistischen Besonderheiten auf. Herbizidfreiheit und stärkerer Beikrautbesatz dürften entscheidend für höhere Individuenzahlen, eine größere Diversität und ein besseres Selbstregulationsvermögen zahlreicher Insekten im ökologischen Flachs

gewesen sein. Die dort signifikant gemilderte Massenwechsel-Kurve der Blattläuse gehört zu den ökologisch und wirtschaftlich relevanten Resultaten in der Kultur Flachs. Ungeachtet der genannten Differenzen wiesen allerdings auch die konventionellen Bestände ein gutes Selbstregulationsvermögen auf, welches ökonomisch relevante Arten unter den jeweiligen "Schadsschwellen" hielt.

Mit der **Fritfliege** wird vor allem durch den Anbau blaublühender Flachs- und Ölleinsorten eine ökonomisch relevante Art gefördert, die Getreide- und Maisfelder befallen kann. In teilweise großer Zahl fanden sich Thripse (darunter typische, auf Lein spezialisierte Arten), Erdflöhe und Glanzkäfer (können in diversen Kulturen, z.B. Raps, ertragsmindernd auftreten) in den Beständen. Sie erreichten im ökologisch angebauten Flachs signifikant höhere Dichten und sollten, ebenso wie die Fritfliege, im Rahmen der Bestandes- und Schaderregerüberwachung kontrolliert werden. Neben strukturellen und inhaltsstofflichen Parametern wirken auch acker- und pflanzenbauliche Spezifika der verglichenen Flachsbestände auf die Struktur phytophager Insektenzönosen. Solche Zusammenhänge können jedoch nur im Rahmen von Parzellenversuchen überprüft werden, die nicht Gegenstand der Erhebungen waren.

Tab. 18: Wichtige Aspekte des Flachsbaus aus Sicht der Begleitökosysteme, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit

Beikrautvegetation	Arthropodenfauna	Pflanzenbau/ Wirtschaftlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Ausprägung und Dynamik der Beikrautvegetation vergleichbar mit Sommergetreiden (Entwicklung jedoch leicht verzögert) • aus strukturellen und mikroklimatischen Gründen Förderung von problematischen Arten (Knötericharten, Acker-Kratzdistel, Gänsefuß, Hohlzahn, Quecke) • bei später Aussaat Verminderung der Individuenzahlen, Artenspektrum jedoch kaum eingeschränkt • allgemein zu hohe Saatkichten für eine gezielte Förderung kleinwüchsiger, gefährdeter Arten im Ökologischen Landbau • flachsspezifische Beikräuter kurzfristig nicht zu erwarten • im Ökologischen Anbau höhere Arten- und Individuenzahlen sowie mehr standortspezifische und gefährdete Arten 	<ul style="list-style-type: none"> • Arthropodenzönose vergleichbar mit der in Sommergetreide • Diversität der Arthropodengemeinschaften und Auftreten regulativ wirksamer Insekten der Krautschicht stark abhängig von der jeweiligen Beikrautvegetation, vor allem deren Blütenreichtum • vermutlich Förderung einiger phyto-sanitär relevanter Arten und Artengruppen (Thripse, Erdflöhe, Glanzkäfer, besonders in blaublühendem Flachs die Fritfliege), alle im Ökologischen Anbau häufiger; Überwachung notwendig • keine erkennbaren Effekte auf die Bodenfauna; z.T. arten- und individuenreichere Laufkäfer- und Spinnenfänge bei Ökologischem Anbau • besonders im ökologisch angebauten Flachs bedeutende selbstregulative Prozesse (Blattlausdezimierung) 	<ul style="list-style-type: none"> • niedrigwüchsige Beikräuter können toleriert werden • Stickstoffdüngung muß aus Qualitäts- und Umweltgründen so niedrig wie möglich gehalten werden • gute Marktchancen ökologisch angebauten Flachs nur bei geringen Beikrautanteilen bzw. in textilen Langfaserlinien, deshalb <ul style="list-style-type: none"> - im Ökologischen Anbau sorgfältige Flächenauswahl notwendig (geringe Vorkommen von Problembeikräutern), da die Effekte mechanischer Beikrautregulierung bisher unbefriedigend sind - im Ökologischen Anbau Bekämpfung von Quecke und Ackerkratzdistel unbedingt in den Vorfrüchten nötig • Ausweitung der derzeitigen Anbaufläche angestrebt (Flächenpotential 20000 ha)

Bodenaktive Spinnen und Käfer waren, unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität, relativ artenreich und in durchschnittlichen Aktivitätsdichten auf den Flachsfeldern vertreten. Unter optimal vergleichbaren Umweltbedingungen (1997) wiesen die entsprechenden Gemeinschaften auf dem ökologischen Schlag eine höhere Diversität auf.

Die Integration der Erstverarbeitung in die landwirtschaftliche Wertschöpfung vorausgesetzt, besitzt der Anbau von Flachs eine relative Vorzüglichkeit gegenüber Marktfruchtgetreide in den **Regionen** Mittleres und Oberes Erzgebirge, Erzgebirgsvorland, Oberlausitz und Vogtland (RÖHRICHT & SCHULZ 2000). Er kann für diese Regionen auch aus floristischer und faunistischer Sicht, vor allem bei Integration in ökologische Betriebssysteme, empfohlen werden. Die Gefahr einer Entwicklung neuer, ökologisch ungünstiger "Monokulturen" besteht auf Grund der Selbstunverträglichkeit des Flachses und der ökonomischen Rahmenbedingungen nicht.

Mit einem **Gesamtanbaupotential** von 15-20000 ha in Sachsen (RÖHRICHT & SCHULZ 2000) gehört Flachs zu den bedeutenden Faserpflanzen. Wie groß der Anteil ökologisch produzierten Flachses sein kann, hängt von der Erschließung geeigneter Verarbeitungslinien (textile Langfasern) ab.

5 Salbei

5.1 Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen

Echter Salbei (*Salvia officinalis* L.; Lamiaceae) ist, im Gegensatz zu den anderen untersuchten Kulturarten, ein mehrjähriger Halbstrauch. Entsprechend seiner mediterranen Herkunft weist er xerophytische Merkmale auf, ist frostempfindlich und nur bei mildem Klima wintergrün. Die untere Stängelzone ist verholzt, das Wurzelsystem weitverzweigt und die Blätter sind dicht silbrig behaart. Salbei blüht unter hiesigen Klimaverhältnissen Ende Mai mit violett-weißen, zu Scheinähren angeordneten Blüten, die überwiegend von Bienen, Hummeln und Fliegen bestäubt werden.

Entscheidend für die Verwendung ist der Gehalt an ätherischem Öl mit den Hauptbestandteilen Thujon, Borneol, Campher, Cineol und Bornylacetat. Weiterhin enthält Salbei Gerbstoffe (Rosmarinsäure), Bitterstoffe (Carnosol), Saponine und Flavonoide. Verwendet wird Salbei als Gewürz, Tee- und Droge, in pflanzlichen Arzneimitteln und Kosmetika.

Günstige Anbaustandorte sind windgeschützte, warme Lagen mit humosen, wasserhaltenden, leichten Böden. Die Höhenlage ist nicht limitierend. Trockenperioden werden gut toleriert.

Salbei wird als mehrjährige Reihenkultur (Reihenabstand ca. 50 cm) mit einer durchschnittlichen Standzeit von vier bis fünf Jahren angebaut. Darauf sollte eine vierjährige Anbaupause folgen. Als Vorfrucht eignen sich Kartoffeln, Leguminosen und Getreide, als Nachfrucht vor allem Getreide. Salbei kann gesät oder gepflanzt werden (Tab. 19) und benötigt in der Jugendphase stabile Wasserverhältnisse.

Tab. 19: Anbautechnische Daten zu Salbei in Sachsen (MÄNICKE 2000a)

- Aussaat	Ende April (Anfang August), 6-8 kg/ha Saatgut, Reihenabstand 40-60 cm
- Pflanzung	ab Ende April, Pflanzen aus Samen oder Kopfstecklingen, Abstand in den Reihen 25-30 cm
N-Düngung	1. Jahr - 60 kg/ha Grunddüngung 2. Jahr und folgende - 40-100 kg/ha in geteilten Gaben
P-Düngung	nur bei unterversorgten Böden
K-Düngung	60 kg K ₂ O/ha
Beikrautregulierung	mechanisch (Maschinenhacke, Handhacke)

In Abhängigkeit von der Nutzungsintensität ist Salbei mittel- bis stark nährstoffbedürftig. Im ersten Jahr erfolgt meist eine Grunddüngung von 60 kg N/ha. In den Folgejahren werden üblicherweise 40-100 kg N/ha in geteilten Gaben verabreicht. Kaliumsulfatgaben verbessern die Frosthärte. Auf den Untersuchungsflächen wurde nach einer anfänglichen Stallmistgabe keine weitere Düngung verabreicht.

Eine weitgehende Beikrautfreiheit im Schnitthorizont ist aus Qualitätsgründen unumgänglich. Für den Einsatz in Salbei sind keine Herbizide zugelassen. Deshalb erfolgt die Beikrautregulierung mechanisch. Auf den Untersuchungsflächen wurde dies überdurchschnittlich intensiv durch einen Maschinengrubber (aller 14 Tage, Zwischenreihen) von Mai bis Oktober und durch arbeitsaufwendige Handhacke (Reihen) im ca. 6-wöchigen Turnus realisiert.

Ein Rückschnitt in 10-15 cm Höhe im Frühjahr des zweiten Standjahres ist ratsam, um die Triebkraft zu erhöhen

Die Krauternte erfolgt vor der Blüte und ein zweites Mal Anfang September maschinell (Grünguternter, Balkenmäher) bzw., wie im Fall der Untersuchungsflächen, von Hand. Im zweiten Schnitt sind die Gehalte an ätherischem Öl höher. Ertragseinbußen können z.B. durch Echten Mehltau, Spinnmilben, Blattläuse und Erdflöhe hervorgerufen werden, sind allerdings selten.

Das Erntegut wird durch Gebläse vor oder nach der Trocknung in Stängel und Blätter getrennt und bei 40-45 °C bis zu einem Eintrocknungsverhältnis von 4-6:1 getrocknet. Ertrags- und Qualitätsparameter sind in Tab. 20 zusammengefasst.

Die Qualitätsanforderungen an die Ernteprodukte sind hoch und richten sich nach dem Deutschen Arzneibuch (DAB). Unter anderem dürfen nur 2 % Fremdbestandteile enthalten sein.

Auf den Untersuchungsflächen wurden die Salbeisträucher acht Jahre in Folge genutzt. Zur Beobachtung standen eine Anlage im 1.-3. Standjahr und eine Anlage im 6.-8. Standjahr zur Verfügung.

Feldmäßiger Salbeianbau wird in Sachsen bisher ausschließlich in Freital in Regie eines pharmazeutischen Betriebes durchgeführt.

Tab. 20: Erträge und Qualitäten bei Salbei unter sächsischen Anbaubedingungen (MÄNICKE 2000a)

frische Blätter	1. Standjahr: 40-120 dt/ha* 2. Standjahr: 80-240 dt/ha*
getrocknete Blattdroge	1. Standjahr: 10-30 dt/ha* 2. Standjahr: 20-45 dt/ha*
ätherisches Öl in der Blattdroge	1,2-2,5 %
α-Thujon	25-42 % im ätherischen Öl
Campher	12-21 % im ätherischen Öl
Rosmarinsäure	0,4-3,4 %
Carnosol-Derivate	2,3-3,4 %
Flavonoide	0,5-1,1 %

* im zweiten Schnitt ca. ein Drittel des Ertrages des ersten Schnittes



Abb. 11: Blühendes Salbeifeld am Standort Freital

(Foto: B. Zöphel)

5.2 Bedeutung für die Segetalpflanzen

Entscheidend für die Ausprägung der Beikrautzönose im Salbei sind die intensive mechanische Bodenbearbeitung über die gesamte Vegetationsperiode mit kurzen Bearbeitungsrythmen und die Reihenstruktur mit starken mikro- und bodenklimatischen Unterschieden in Reihen und Zwischenreihen. Während in den Reihen nur Belichtungsintensitäten von 2-10 % PAR bei einem Minimum im zweiten und dritten Standjahr gemessen wurden, schwankten die Einstrahlungsintensitäten in den Reihen abhängig von der Bestandshöhe (vor oder nach dem Schnitt) und der Belaubung zwischen 10 und 80 % PAR. Die tieferliegenden Reihen sind feuchter als die Flanken der angehäuften Reihen und der Boden ist feindereicher.

Der Vergleich einer Jung- und einer Altanlage gestattete die Beobachtung einer falschen Zeitreihe vom Beginn bis zum Ende der Standzeit.

Die **Beikrautvegetation** unterschied sich sowohl von standorttypischen Halm- als auch Hackfruchtgesellschaften und wies etliche Spezifika auf, die sich über die Standzeit verstärkten. Die zu erwartenden wärmekeimenden, nitrophilen Hackfruchtarten fehlten wegen der auch im Sommer andauernden mechanischen Bodenbearbeitung und der niedrigen Bodenstickstoffwerte. Ab dem zweiten Jahr vollzog sich ein überwiegend quantitativer Vegetationswandel von der standorttypischen Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft zu einer Gemeinschaft, in der Arten mit kurzen Lebenszyklen und geringen Ansprüchen an die Keimbedingungen überwogen. Dominant wurde Vogelmiere.

Typische Halmfruchtbegleiter wie Hirtentäschel, Geruchlose Kamille, Einjährige Risppe, Weißer Gänsefuß, Gewöhnlicher Erdrauch, Kleiner Storchschnabel, Acker-Hellerkraut und Acker-Windhalm nahmen ab dem zweiten Jahr stark ab. Feld-Ehrenpreis und Persischer Ehrenpreis verschwanden ganz. Eine Zunahme der Individuenzahlen zeigten Spreizende Melde, Strahlenlose Kamille und Vogelmiere.

Obwohl die Salbeiflächen hohe **Gesamtartenzahlen** (Tab. 21) im Vergleich zu konventionellem Wintergetreide (durchschnittlich 21 Arten) aufwiesen, waren nur zwei Arten (Acker-Gänsedistel, Kompaßlattich) tatsächlich auf die Salbeikultur beschränkt. Der Artenreichtum erklärt sich aus einer Vielzahl sporadischer Zuwanderer aus dem umliegenden Grünland. Eine Förderung seltener und gefährdeter Arten konnte am Standort nicht nachgewiesen werden.

Die **Samenbildung** der Beikräuter wurde weitgehend unterbunden. Pro Reihemeter wurden nur 2,6 (8. Standjahr) bis 10,9 (2. Standjahr) fruchtende Pflanzen gefunden. In den Zwischenreihen gelang es ausschließlich der Vogelmiere während der kurzen Bearbeitungspausen zu fruchten. In den Reihen entgingen unauffällige, sparrige Arten (Vogelknöterich, Kletten-Labkraut) der Handhacke eher und fruchteten

regelmäßiger. Begünstigt waren außerdem in der Altanlage hochwüchsige, kleinblättrige Arten (z. B. Spreizende Melde), in der Junganlage mittelhohe Arten, die an der Peripherie der Salbeisträucher blühten (Acker-Vergissmeinnicht, Acker-Stiefmütterchen, Einjährige Risppe).

Tab. 21: Gesamtartenzahlen, Gesamtauflauf/m² und Gesamtindividuenzahlen/m² ausgewählter Arten auf Salbeiflächen unterschiedlichen Alters (Freital, 1997-1999)

Standjahr	1.	2.	3.	6.	7.	8.
Artenzahl pro Schlag	42	38	30	31	32	33
Gesamtauflauf (n/m²)		531	218		293	238
- Hirtentäschel		69	26		3	1
- Einjährige Risppe		359	125		5	0,5
- Geruchlose Kamille		29	13		0,3	0,3
- Vogelmiere		9	12		182	196

Die **Keimungs- und Wachstumsbedingungen** für Beikräuter sind in den Reihen vor allem des zweiten bis fünften Standjahres durch Lichtmangel sehr ungünstig. Für diesen Zeitraum wurden nur 8-15 % des Gesamtaufbaus in den Reihen festgestellt. Mit zunehmendem Alter der Sträucher werden die Bedingungen wieder günstiger. Im siebten Anbaujahr liefen 27 % aller Pflanzen in den Reihen auf. Die Lichtbedürftigkeit der Beikräuter ist artspezifisch.

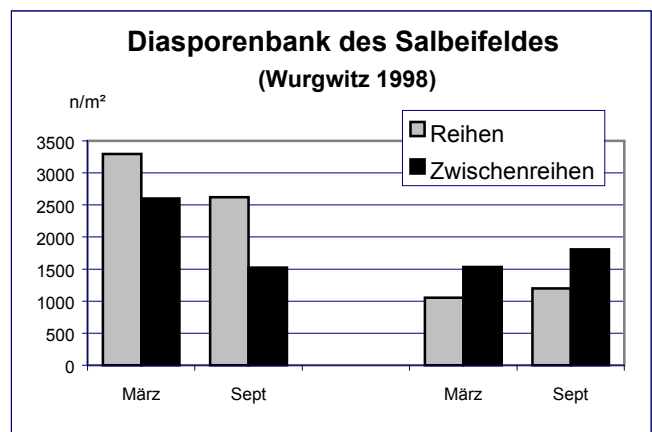


Abb. 12: Diasporenbank auf Salbeifeldern unterschiedlichen Alters (Freital 1998, Frühjahrs- und Herbstproben)

Die Unterschiede der Standortbedingungen, Keimungsbedingungen und Samennachlieferung bewirkten über die Standzeit eine **Differenzierung der Diasporenbank** in Reihen und Zwischenreihen (s. Abb. 12).

Über das zweite Standjahr hinweg kam es zu einer Verringerung der Diasporenbank, die sich aus der Bilanz von hohen Auflaufraten, Bodensamenverlusten und geringer Samennachlieferung ergibt. Sie fiel in den Zwischenreihen stärker aus als in den Reihen. Die Diasporenbank der Anlage im siebten Standjahr war insgesamt kleiner. Bis zum Herbst wurde eine leichte Anreicherung festgestellt, wobei auf Grund der Probennahmetermine nichts über deren Nachhaltigkeit ausgesagt werden kann. Eventuell führten langfristige Bodensamenverluste in den Reihen und die Einwaschung von Samen in die Zwischenreihen dazu, dass die Diasporenbank der Zwischenreihen wieder größer war als in den Reihen.

Auf Artniveau zeigte sich der Rückgang von Wintergetreidearten qualitativ und quantitativ auch deutlich in der Diasporenbank. Dagegen dominierten im Boden der Anlage im siebten Standjahr Samen der Vogelmiere mit Anteilen von 53-82 %. Die Veränderungen in der Artenzusammensetzung sind also nachhaltig. Arten mit kurzfristiger Diasporenbank (z.B. Hirtentäschel, Acker-Vergissmeinnicht) verschwinden dabei sehr viel schneller als Arten mit hoher Überlebensfähigkeit im Boden (z.B. Gemeiner Windenknötterich).

5.3 Bedeutung für die Arthropoden

Webspinnen (Araneae)

Mit 105 Arten aus 19 Familien und recht hohen Individuenzahlen waren die Salbeifelder angesichts der mechanischen Pflegeintensität überraschend reich an Webspinnen. Die Zahlen in Tab. 22 belegen eine stabile und reichhaltige Spinnenzönose. Besonders am Boden aktive Formen erreichten mit 99 determinierten Arten eine große Diversität.

Die Gegenüberstellung der bodenaktiven Spinnengemeinschaften in unterschiedlich alten Salbeikulturen (Tab. 23) lässt erkennen, dass die hohe Diversität durch den pflegeintensiven Anbau keineswegs beeinträchtigt wurde. Der Anteil juveniler Spinnen war in der Altanlage sogar geringfügig (um 1,5 %) höher. Qualitative Unterschiede blieben gering.

Die signifikant höheren Individuenzahlen in den Fällen vom Jungbestand gehen fast ausschließlich auf die häufigsten Linyphiidenarten zurück. Sie werden mit fortwährendem Salbeianbau scheinbar besonders stark quantitativ dezimiert. Insbesondere 1998 lag die durchschnittliche Aktivitätsdichte in der Junganlage (4 Ind. pro Tag und Falle) signifikant höher als in der Altanlage (2 Ind.). Die Dominanzidentität der Gesamtfänge aus beiden Beständen wurde im Untersuchungszeitraum größer. Vermutlich unterliegt die Spinnenzönose am Ackerboden mit Beginn des Salbeianbaus einer starken, sich von Jahr zu Jahr abschwächenden quantitativen Dynamik. Am Boden dominierten eurytope Pionierarten (*Erigone atra*, *E. dentipalpis*, *Oedothis apicatus*) und typische Offenlandbesiedler (z.B. *Pardosa palustris*, *P. agrestis*, *Micrargus subaequalis*, *Porrhomma microphthalmum*). Der

Anteil ubiquitärer Webspinnen war relativ hoch. Darüber hinaus konnten aber zahlreiche Spinnen mit unterschiedlichen Habitatansprüchen gefangen werden. Im älteren Bestand wurden 14, in der neuen Anlage sogar 26 (meist xerophile) Arten erstmals für den Naturraum "Mittelsächsisches Lößhügelland" nachgewiesen.

Tab. 22: Spinnenfänge auf Salbeischlägen (Freital, 1997-1999)

Bodenfalle	Familien	18
	Art	99
	Individuen	9231
	% Juvenile	15 (13-17) %
Streifnetz	Familien	8
	Arten	26
	Individuen	631
	% Juvenile	72 (62-81) %

Tab. 23: Spinnenfänge mittels Barberfallen im Salbei (Freital, 1998/99)

Fangzeitraum	16.4. - 11.8.		21.4. - 10.8.	
Standjahr	7.	2.	8.	3.
Arten	53	57	62	47
Individuen	1488	2947	1303	1591

Auch die Webspinnenfauna der Krautschicht war relativ artenreich. Neben einem hohen Anteil juveniler Kugel- und Radnetzspinnen dominierten *Theridion impressum*, *Pachygnatha degeeri* und *Porrhomma microphthalmum*.

Die schlagspezifischen Arten- und Dominanzidentitäten (Altanlage 1997-99) waren relativ gering (Jaccardsche Zahl: 25-44 %/Renkonen-Zahl: 14-45 %) und weisen damit auf eine vergleichsweise große Dynamik der krautschichtbesiedelnden Spinnen hin. In den Salbeistauden entwickeln sich offensichtlich keine kulturtypischen Gemeinschaften, sondern solche, die sich relativ kurzfristig in einem instabilen Lebensraum etablieren können.

Das Auftreten großer Radnetze im Spätsommer/Herbst (Beobachtung; keine Artenerfassung) lässt besonders für diese störungsarme Periode einen hohen Wert der Salbeiflächen für die Spinnenfauna vermuten.

Die Salbeifelder boten sehr unterschiedlichen ökologischen Anspruchstypen (Vertretern trockener, offener Habitats; Hecken-, Waldrand- und Waldarten; Bewohnern von Feuchtböden) geeignete Lebens- und Reproduktionsräume. Folgende Arten finden sich in der Roten Liste Sachsen: *Drassyllus*

praeficus (gefährdet); *Hahnia nava* (potentiell gefährdet); *Xerolycosa miniata* (potentiell gefährdet); *Ozyptila claveata* (gefährdet).

Käfer (Coleoptera)

Laufkäfer (Carabidae): Insgesamt wurden in den zwei ausgewerteten Untersuchungsperioden auf den Salbeiflächen 2244 Individuen erfasst, die 48 meist typischen Ackerarten angehörten. Damit waren diese Schläge vergleichsweise individuenarm. So wurden im selben Zeitraum auf dem Linzer Kamillefeld 19414 Laufkäfer erfasst. Die Artenzahl kann als durchschnittlich angesehen werden. Es dominierten eurytopye und xerophile Formen.

Bemerkenswert ist das verhältnismäßig starke Auftreten von *Carabus nemoralis* (199 Ind.) und *C. auratus* (220 Ind.; rückläufige Art). Möglicherweise tolerieren die robusten *Carabus*-Arten mechanische Eingriffe besser als viele andere Arten. Ebenfalls individuenreich waren einige mobile Vertreter der Gattung *Bembidion* (besonders *B. lampros*). Neben *Carabus auratus* wurden zwei weitere Rote-Liste-Arten im Salbei nachgewiesen: *Amara montivaga* (gefährdet) und *A. ovata* (potentiell gefährdet).

Ein Vergleich der 1998 parallel untersuchten 2- bzw. 6-jährigen Kulturen (Tab. 24) verdeutlicht, dass sich der Salbeianbau auf die Aktivität und Abundanz der Laufkäfer fast ausschließlich negativ auswirkte, während die Artenzahlen nahezu identisch waren. Die Individuenzahlen wiesen hochsignifikante Differenzen auf. Im jungen Bestand wurde etwa die vierfache Individuenzahl gefangen. Erst ab Ende Juli bis Mitte August erfolgte wieder eine Annäherung.

Tab. 24: Laufkäferfänge im Salbei mittels Barberfallen (Freital, 1998)

Fangzeitraum	16.04. – 24.08.1998	
Fläche:	Altanlage	Junganlage
Arten	33	32
Individuen	421	1288

Besonders ungünstig wirkte sich der Salbeianbau auf die in Sachsen rückläufige Art *Carabus auratus* aus. Hier bestand augenscheinlich eine enge Bindung an das Regenwurm-Auftreten. Der noch relativ hohe Besatz mit Regenwürmern gerade in der obersten Bodenschicht des Jungbestandes stellte für *C. auratus* eine attraktive trophische Situation dar. Mit dem fast völligen Verschwinden der Regenwürmer (Tab.

26) wurde der Art die vermutlich wichtigste Nahrungsquelle entzogen. Neben den periodischen Störungen durch Grubber- und Hackeinsätze dürfte die trophische Verarmung des Bodens für viele Laufkäfer ein wichtiger Grund (wahrscheinlich sogar die Hauptursache) für rückläufige Individuenzahlen während der Anbauperiode sein. Zu den Laufkäfern, die das Bodenbearbeitungs-Regime im Salbei scheinbar weitgehend tolerieren, gehören einige *Amara*-Arten (*A. familiaris*) sowie *Pseudoophonus rufipes*. Vielleicht bietet die Förderung der Vogelmiere günstige trophische Bedingungen für diese Arten.

Kurzflügelkäfer (Staphylinidae): Mit durchschnittlich 0,7 Kurzflüglern pro Tag und Falle erreichten die Salbeischläge nur geringe Aktivitätsdichten. Die höchsten Werte wurden zu den jeweils ersten Leerungsterminen registriert. Der folgende Rückgang könnte in Zusammenhang mit der maschinellen Pflege der Bestände stehen. Insgesamt wurden 2410 Individuen erfasst; 27 Arten konnten determiniert werden. Die räuberischen *Tachyporus*-Arten dominierten. Bemerkenswert erscheint das konstante Vorkommen von *Ocyopus*- und *Staphylinus*-Arten, die in gestörten Habitaten oder strukturarmen Gebieten in der Regel fehlen. Im Mitteldeutschen Trockenlöbgebiet ließen sich diese Arten nur auf ökologisch extensiv bewirtschafteten Äckern nachweisen (LÜBKE-AL HUSSEIN 1999).

Weitere Käfer: Der Salbei stellte besonders für Käfer der Krautschicht ein wenig attraktives und damit gering besiedeltes Habitat dar (Tab. 25). Da sich Segetalpflanzen auf dem Schlag nur gering entwickelten und salbeifressende Arten scheinbar nicht auftraten, waren Pflanzenfresser nur in äußerst geringen Dichten vertreten. Auch Zoophage fanden im insgesamt insektenarmen Bestand ungünstige Bedingungen vor. Die Käfer präferierten den Altbestand (227 Ind. aus 15 Familien); in der Junganlage wurden 157 Ind. aus 9 Familien erfasst. Die Daten stehen damit im Gegensatz zu den zeitgleich erfolgten Laufkäferfängen, die für die Neuanlage signifikant höhere Aktivitätsdichten erbrachten.

Marienkäfer (Coccinellidae) erreichten trotz offensichtlicher Nahrungsknappheit einen Anteil von 32 % aller gekescherten Käfer. Farb- und Struktureize der Salbeikultur könnten als Attraktanz gewirkt haben. Eventuell nutzten die Marienkäfer auch atypische Nahrungsquellen (z.B. Zikaden). Larven traten nahezu ausschließlich im jungen Bestand auf.

Erdflöhe (Halticinae) sowie in Rotte lebende und pilzfressende Käfer wurden im Altbestand signifikant häufiger gefangen (149:45 Ind.). Ein Grund könnte die nur dort starke Anreicherung des Bodens mit verwesenden Blättern sein.

Weitere Insekten

Die vergleichsweise geringe Quantität sowie die außergewöhnliche Zusammensetzung der Arthropodenfänge aus der Krautschicht (Tab. 25), mit Wanzen und Zikaden (in der Ordnung Schnabelkerfe) als dominierenden Vertretern, verdeutlichen die Sonderstellung des Salbeis unter den untersuchten Faser- und Heilpflanzen aber auch im Vergleich zu herkömmlichen Ackerkulturen.

Tab. 25: Kescherfänge (n=42) im Salbei (Freital, 1998/99)

Salbei	Altanlage	Neuanlage
Ordnung	Ind.	Ind.
Schnabelkerfe	3399	4683
Thripse	1407	2234
Zweiflügler	1348	840
Hautflügler	237	160
Käfer	227	163
Webspinnen	199	198
Sonstige	25	15
ΣΣ	6842	8293

Zweiflügler (Diptera): Obwohl die Dipteren im Salbei nach Schnabelkerfen und Thripsen als dominante Ordnung hervortraten (Tab. 25), müssen die Bestände, vor allem im Vergleich mit den Kulturen Kamille und Hanf, als arten- und individuenarm bezeichnet werden. Hinsichtlich der Empidoidea (1997-99: 19 Arten; 111 Ind.) wird diese faunistisch wie zöologisch exponierte Situation der Salbeikultur besonders deutlich. In Alt- und Junganlage wurden 1998/99 insgesamt 2188 Zweiflügler aus 32 Nematocera- und Brachycera-Familien erfaßt. Die auf Äckern oft dominierenden Cecidomyiidae (meist > 50 %) nahmen im Salbei nur 10 % der Dipterenfänge ein. Dagegen erreichten die für autoregulative Prozesse wichtigen Schwebfliegen (Syrphidae) mit ebenfalls 10 % einen ausgesprochen hohen Anteil an der Zweiflüglergemeinschaft, die damit insgesamt deutlich ausgeglichener und vermutlich auch stabiler war als in einjährigen Kulturen. Durch signifikant höhere Fangzahlen von Familien mit in verrottenden Pflanzen lebenden Larvalstadien wurden im Altbestand mehr Fliegen gesichert.

Schnabelkerfe (Rhynchota): Diese Ordnung nahm 1998/99 in der Altanlage 49,7 %, im Jungbestand 56,6 % der Gesamtfänge ein. Außergewöhnlich war die starke Präsenz der Zikaden (Altanlage: 1714 Ind. = 25,1 % / Junganlage: 3023 Ind. = 36,5 %). Über die Hälfte aller Individuen gehörten dieser Gruppe an, wobei ein hoher Larvenanteil (Maximum: fast 40 % im Altbestand 1998) auf ihre Bodenständigkeit in der Kultur schließen läßt. Sie stellen damit ver-

mutlich die wichtigste Basisgruppe der Pflanzensaftsauger in den Salbeibeständen dar. Für die Ausbildung komplexer Nahrungsketten und damit für die allgemeine Biodiversität im Salbei sind sie folglich von entscheidender Bedeutung. Sie bildeten z.B. für zahlreiche Spinnen eine Nahrungsgrundlage, so dass die Spinnenzönose angesichts der sonstigen Raubarthropoden-Armut überraschend reichhaltig ausfiel. Eine den Zikaden vergleichbare Stellung nahmen ferner die Wanzen ein, die ebenfalls überdurchschnittlich hohe Anteile in den Kescherfängen erreichten (Altanlage 1998/99: 965 Ind. = 14,1 % / Junganlage: 1072 Ind. = 12,9 %). Die sonst oft dominierenden Blattläuse traten besonders im Jungbestand (579 Ind.) in den Hintergrund.

Thripse (Thysanoptera): Die ökologische Bewertung der sehr häufig erfassten Thripse (Tab. 25) ist schwierig. Der größte Teil der Individuen dürfte pflanzensaftsaugenden Arten angehören. Eine ökonomische Bedeutung wird den Thripsen im Salbei dennoch nicht beigemessen.

Regenwürmer (Lumbricidae)

Die Populationen wurden durch die ständige mechanische Unkrautbekämpfung direkt gestört, verloren darüber hinaus aber auch durch den Entzug von pflanzlichem Bestandesabfall (Kultur- und Segetalarten) eine wichtige Nahrungsgrundlage. Ungünstig wirkte sich besonders die Austrocknung der obersten Bodenschichten aus. Durch das Fehlen der schützenden Pflanzendecke zwischen den Reihen trugen Fressfeinde verstärkt zur Dezimierung der Populationen bei.

Tab. 26: Regenwurm-Nachweise mittels Grabungen im Salbei (Freital, 1998, 5 Termine)

Zeitraum:	16.04.–16.07.1998	
Fläche:	Altanlage	Junganlage
Individuen	2	67
Gewicht / Ind.	1,65 g	4,24 g

Folgerichtig waren die Individuenzahlen sowie die Größe der Tiere in der Altanlage signifikant geringer (Tab. 26). Es wurden 4 Arten aus 3 Gattungen nachgewiesen.

5.4 Erträge und Qualitäten

Bodenchemische Erhebungen auf den Untersuchungsflächen wiesen den Standort bezüglich der pH-Werte (um 6,9), der Humusgehalte (1,2-2,9 %) und der Nährstoffgehalte als geeignet für den Salbeianbau aus. Der Boden war sehr schluffreich, wodurch es immer wieder zu Dichtschlammungen

kam. Ebenfalls ungünstig für die Porenstruktur des Bodens war der hohe Steinanteil. Die maximale Wasserkapazität konnte jedoch als günstig für den Salbeianbau eingeschätzt werden. Die konkreten Anbaudaten der Versuchsflächen sind in Tab. 27 zusammengefasst.

Tab. 27: Anbaudaten zum Salbeianbau am Versuchsstandort Freital

Aussaat	Ende April, 6-8 kg/ ha Saatgut, Reihenabstand 60 cm
N-Düngung	1. Jahr - ca. 60 kg/ ha Grunddüngung (Stallmist), keine Folgedüngung
Beikrautregulierung	Maschinengrubber Mai bis Oktober alle 14 Tage, Handhacke 1-2 x pro Saison
Ernte	Blüten: Juni, Blätter: ab Anfang August - manuell

Die Qualitätsanforderungen, die im werkseigenen Anbau an das Erntegut gestellt werden, sind sehr hoch. Geerntet wurden deshalb manuell nur die Triebspitzen. Dabei wurden Erträge von 1-2 t/ha Frischmasse und 250 bis 500 kg/ha Droge erzielt, deren Höhe stark von den Witterungsbedingungen abhängig war. Die Gehalte an ätherischem Öl lagen zwischen 1,8 und 2,0 ml/100 g Droge bei einem Anteil an α -Thujon im ätherischen Öl von 25-42 %. Diese Qualitäten sind als sehr gut einzuschätzen und wiegen die weit geringeren Erntemengen als üblich auf.

5.5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Hohe Qualitätsanforderungen an das Erntegut zur Verwendung im Gesundheits- und Kosmetikbereich erfordern weitgehende Beikrautfreiheit der Felder. Da sich aus den gleichen Gründen der Einsatz von Herbiziden verbietet, werden die Bestände intensiv mechanisch gepflegt.

In der **Beikrautvegetation** werden dadurch viele Arten standorttypischer Halmfruchtgemeinschaften im aktuellen Auftreten und in der Diasporenbank reduziert oder verschwinden ganz. Einige wenige Arten mit kurzen Lebenszyklen und unspezifischen Keimansprüchen, v.a. Vogelmiere, reichern sich dagegen an. Aus vegetationskundlich-floristischer Sicht erscheint der Salbeianbau daher weniger förderungswürdig und sollte stets nur kleinräumig in einer ansonsten reich ausgestatteten Feldflur erfolgen. Allerdings muss beachtet werden, dass sich die Untersuchungen nur auf einen Standort mit ganz spezifischem Maßnahmeregime konzentrierten. Von einer allzu starken Verallgemeinerung muss daher Abstand genommen werden.

Für die **Arthropodengesellschaften** sind neben dem kleinflächigen Wechsel von vegetationslosem Boden und dichten Halbsträuchern sowie den periodische Störungen der Oberbodenschicht und Vegetation (Grubbern, Hacken, Ernte) auch der hohe Gehalt an ätherischen Ölen von Bedeutung.

Die Dynamik der Arten- und Dominanzstruktur ist vor allem in den ersten Jahren der Salbeikultur nicht nur bei der Phyto sondern auch bei der Zoozönose stärker als auf konventionellen Äckern. Die gesamte Agrozönose unterliegt mit Beginn des Anbaus einer zumindest quantitativ starken, teilweise auch qualitativen Umstrukturierung.

Infolge des Bearbeitungsregimes boten die Salbei-Schläge, ungeachtet der ökologischen Anbauprinzipien, für die Mehrzahl der untersuchten Arthropodengruppen (Regenwürmer, Käfer, Zwei- und Hautflügler) ungünstige Bedingungen. Die Individuenzahlen fast aller Laufkäferarten und zahlreicher Insektenordnungen der Krautschicht (Käfer, Zweiflügler, Hautflügler) lagen weit unter vergleichbaren Werten aus anderen Kulturen.

Die intensive mechanische Beikrautbekämpfung führte zu einem rasanten Rückgang der **Regenwürmer** und ihrer spezialisierten Fressfeinde (*Carabus auratus*). Auch anderen zoophagen Arten fehlte die trophische Grundlage für eine in Agrarräumen typische Entfaltung.

Der Wechsel von Halbstrauch-Reihen und vegetationslosen Zwischenreihen stellt jedoch eine in der Agrarlandschaft seltene und beständige Raumstruktur dar, die anderen Gruppen (Spinnen, Zikaden) zahlreiche ökologische Nischen bietet.

Besonders die Spinnengemeinschaften der Bodenoberfläche waren artenreich und faunistisch bemerkenswert. Eine Verarmung oder Reproduktionsstörung mit Fortdauer des Salbeianbaus konnten nicht beobachtet werden.

Blattläuse, Schildkäferlarven (*Cassidae*), Erdflöhe (*Haltica*) und Raupen von *Zygaena punctum* Ochs., *Phytometra (Plusia) chrystis* L. u.a. gelten nach HEEGER (1989) als potentiell ertragsgefährdend, erreichten aber in keinem Jahr höhere relative Abundanzen. Zahlreiche Vertreter der dominierenden Schnabelkerfe (Rhynchota) treten ferner als Virusvektoren in Erscheinung. Zum Salbei liegen diesbezüglich jedoch keine Informationen vor.

Gesamtzöologisch kann der Salbeianbau als wenig bedeutsam bis negativ (Segetalflora, Käfer, Zweiflügler) eingeschätzt werden. Aus faunistischer Sicht wäre eine räumlich begrenzte Erweiterung der Anbaufläche auf bislang intensiv genutzte Standorte dennoch interessant.

Soweit mit den Qualitätsanforderungen vereinbar, sollte die mechanische Bodenbearbeitung extensiviert werden. Zwischen den sommerlichen Bodenbearbeitungsterminen sollten mehrwöchige Pausen eingehalten werden, wobei eventuell eine nur zweizeilige Spontanbegrünung die Beikrautkonkurrenz mindern kann.

Der Reihenanbau entlang der Hanglinie begünstigt die Bodenerosion. Diese wurde auf den Untersuchungsflächen jedoch durch permanente, hangaufwärtige Grubberbefahrungen gering gehalten. Die Gefahr der Nitratauswaschung ist durch

die geringen Bodenstickstoffwerte begrenzt.

Potentiell ist Salbeianbau in fast allen Regionen Sachsens (außer sehr armen Sandgebieten und montanen Höhenlagen) denkbar. Der hohe Bearbeitungsaufwand und die permanente Qualitätskontrolle erfordern jedoch die direkte Anbindung an einen Verarbeiter. Das **Marktpotential** für diese Kultur ist stabil, allerdings als wenig ausbaufähig einzuschätzen. Insofern ist eine starke räumliche Ausweitung der Kultur auch aus wirtschaftlicher Sicht in nächster Zeit nicht zu erwarten.

Tab. 28: Wichtige Aspekte des Salbeianbaus aus Sicht der Begleitzönosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit

Beikrautvegetation	Arthropodenfauna	Pflanzenbau/ Wirtschaftlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> hohe Vegetationsdynamik über die 4-7jährige Standzeit, vor allem in den ersten drei Jahren Quantitative, z.T. qualitative Abnahme typischer Halmfruchtbeikräuter, Zunahme kurzlebiger Arten ohne besondere Keimungsansprüche (v.a. Vogelmiere), keine Ausprägung typischer Hackfruchtgesellschaften Umbau der Bodensamenbank (wie voriger Punkt) Förderung seltener und gefährdeter Arten nicht nachgewiesen, keine salbeispezifischen Beikräuter 	<ul style="list-style-type: none"> hohe Dynamik der Arthropodengemeinschaften über die 4-7jährige Standzeit, vor allem in den ersten drei Jahren drastischer Rückgang der Regenwurmpopulation in vielen Artengruppen (Laufkäfer, Käfer der Krautschicht, Zweiflügler, Hautflügler) wesentlich geringere Dichten als in herkömmlichen Feldfrüchten arten- bzw. individuenreiche, faunistisch interessante Gemeinschaften bei Spinnen, Wanzen und Zikaden kein Hinweis auf Häufungen phytosanitär negativer Arthropodenarten 	<ul style="list-style-type: none"> Qualitätserfordernisse bedingen weitgehend beikrautfreie Bestände Beikrautregulierung erfolgt ebenfalls aus Qualitätsgründen intensiv mechanisch Reihenanbau begünstigt Bodenerosion; diese könnte durch gezielte Teilbegrünung der Zwischenreihen gemindert werden Anbaufläche aktuell und potentiell durch Kopplung an Verarbeitungsbetrieb beschränkt

6 Kamille

6.1 Kurzcharakteristik, Anbaubedingungen und Anbau in Sachsen

Echte Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert, Asteraceae) ist eine kältekeimende einjährige Langtagspflanze. Sie gilt als neolithischer Archaeophyt aus Süd- und Osteuropa und ist als Ackerunkraut in Mitteleuropa weit verbreitet. Sie wird bis 80 cm hoch und ist von der Geruchlosen Kamille durch die hohlen Blütenköpfchen zu unterscheiden. Die Blüten enthalten ätherisches Öl und darin die officinell wirksamen Bestandteile Chamazulen und Bisabolol. Es werden di- und tetraploide Sorten mit unterschiedlicher Zusammensetzung der Inhaltsstoffe angebaut, am Untersuchungsstandort die Sorte Bodegold (Chamazulentyp).

Echte Kamille stellt geringe Ansprüche an Boden und Klima. Sie gedeiht jedoch besonders gut auf lehmigen Böden in wärmeren, mäßig feuchten Lagen mit neutraler bis alkalischer Bodenreaktion. Kamille hat einen mittleren Nährstoffbedarf. Als potentielle Anbaustandorte kommen in Sachsen alle Lehmgelände der planar-kollinen Höhenstufe in Frage. Kamille ist selbstverträglich und stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Die Aussaat erfolgt im September (Herbstkamille) oder Ende März/Anfang April (Frühjahrskamille). Bei entsprechender Vorfrucht ist nur Kalidüngung nötig. Zu hohe Stickstoffdüngung führt zu übermäßigem Krautwachstum, verzögerter Blütenreife und Lagerneigung. Organische Düngung ist zu vermeiden.

Die Beikrautregulierung erfolgt weitgehend mechanisch (Striegel, Hackgeräte). Im konventionellen Anbau ist der Einsatz von Herbiziden teilweise notwendig. Da für Kamille keine Pflanzenschutzmittel zugelassen sind, erfolgten 1997-2000 Verträglichkeits- und Wirksamkeitstests im Rahmen der Lückenindikation durch die LfL (RÖHRICHT & MÄNICKE 2001). Vor allem in der relativ langen Jugendphase bis Mitte Mai ist Kamille konkurrenzschwach.

Die Ernte, als maschinelle Kopfpflücke, erfolgt bereits ab Anfang Juni in mehreren Durchgängen, wenn zwei Drittel der Röhrenblüten geöffnet sind. Nachdem das Kamillekraut abgemulcht ist, steht das Feld bereits im Juli für die Nachfrucht zur Verfügung. Zur Beikrautregulierung wurde auf den Untersuchungsflächen in dieser Phase mehrmals gegrubbert, so dass das Feld im Sommer und Spätsommer nahezu vegetationslos war.

Verluste in den Beständen können von Falschem Mehltau, Blattläusen und dem Kamilleglattkäfer verursacht werden, treten jedoch nur sporadisch auf. Tab. 29 zeigt wichtige anbautechnische Daten zu Kamille.

Tab. 29: Anbautechnische Daten zu Kamille in Sachsen (MÄNICKE 2000b)

Aussaattermin	August/ September bzw. März/ April
Saatstärke	2-3 kg Saatgut/ha
Saattyp	Reihensaat (30-35 cm) oder Breitsaat (Aussaat in schmalen Rillen mit Andruckrollen, um Verwehen vorzubeugen)
N-Düngung	nur auf sehr armen Böden
P-Düngung	20-40 kg P ₂ O ₅ /ha
K- Düngung	60-120 kg K ₂ O/ha
Beikrautregulierung	mechanisch: Striegel April, Herbizidanwendung nach Konsultation des örtlichen Pflanzenschutzamtes

Auf den Untersuchungsflächen im Raum Linz wurde Kamille als besonders extensive Variante ökologisch ohne Stickstoffdüngung und Herbizidbehandlung in der Fruchtfolge von Frühjahrskamille – Herbstkamille – Gelber Lupine – Winterroggen angebaut.

Das Erntegut wird bei 35-45 °C bis zu einer Restfeuchte von 10 % getrocknet. Die Qualitätsanforderungen richten sich nach dem Verwendungszweck und sind im Deutschen Arz-

neibuch (DAB) festgelegt. Die in Sachsen erzielbaren Erträge und Qualitäten sind Tab. 30 zu entnehmen.

Kamille wird in Sachsen auf 70 ha überwiegend im Raum Linz und Polkenberg angebaut. Der Anbau von Kamille ist besonders stark abhängig vom Vorhandensein entsprechender Ernte- und Trocknungstechnik sowie von gangbaren Absatzwegen mit kalkulierbaren Preisen.

Tab. 30: Erträge und Qualitäten bei Kamille unter sächsischen Anbaubedingungen (RÖHRICHT & MÄNICKE 2001)

Getrocknete Blüten (kg/ha)	ca. 500
Ätherisches Öl, je nach Sorte (ml/100 g Droge)	0,3-0,5
- Bisabololoxid A (%)	1-30
- Bisabololoxid B (%)	1-25
- Bisabololoxid C (%)	1-5
- α-Bisabolol (%)	1,5-50
- Chamazulen (%)	9-13

6.2 Bedeutung für die Segetalpflanzen

Am Untersuchungsstandort wurde in der gesamten Fruchtfolge eine arten- und individuenreiche Beikrautvegetation vorgefunden, die der standorttypischen Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft, Rasse von Echter Kamille, in der leicht azidophilen Subassoziatiion entsprach.

Die Kamillenkultur wies, verglichen mit Hanf, Flachs und Salbei, die **reichste Segetalzönose** auf. Die gesamte Fruchtfolge mit Kamille hob sich stark von den umliegenden konventionell bewirtschafteten Feldern ab. Einer maximalen Artenzahl von 51 auf den Kamilleschlägen stehen nur maximal sieben überwiegend verbreitete, nitrophile Arten auf den konventionellen Wintergetreideschlägen gegenüber. Die Individuenzahlen zeigten noch größere Unterschiede (Abb. 14).

Herbizidfreiheit, geringes Düngungsniveau und Lückigkeit der Kamille-Bestände (während des Deckungsmaximums der Kamille nicht selten 40-60 % PAR am Boden) dürften maßgeblich zur Förderung etlicher **Rote-Liste-Arten** (SCHULZ 1999) beigetragen haben. Diese Arten – Aufrechtes Mastkraut (stark gefährdet), Dreiteiliger Ehrenpreis und Kleines Mäuseschwänzchen (gefährdet) sowie Acker-Frauenmantel und Acker-Steinsame (Vorwarnliste) – gehören überwiegend zur Gruppe kleinwüchsiger, konkurrenzschwacher, herbizidintoleranter Arten. Sie waren jedoch nicht auf die Kamille beschränkt und traten in allen Fruchtfolgegliedern auf.



Abb. 13: Blühendes Kamillefeld am Standort Linz (Herbstkamille) (Foto: B. Zöphel)

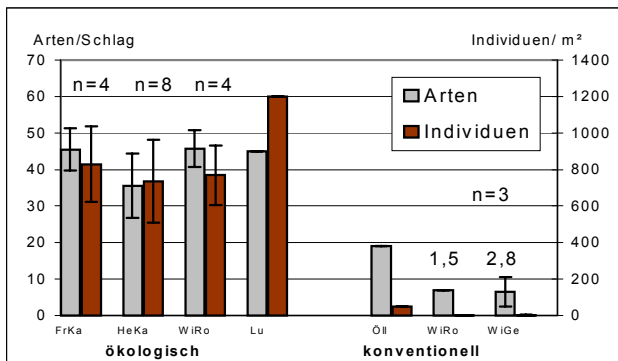


Abb. 14: Arten- und Individuenzahlen der Beikrautzönose auf Schlägen der ökologischen Fruchtfolge mit Kamille und konventionellen Schlägen (Linz 1997-1999) (FrKa – Frühjahrskamille, HeKa – Herbstkamille, WiRo – Winterroggen, Öl – Öllein, WiGe – Wintergerste, n = Anzahl der Schläge)

Die dominierenden Beikrautarten wechselten jährlich je nach den Witterungsbedingungen und je nachdem welche Arten im Vor- oder Vorvorjahr reichlich Samen bildeten.

Qualitative Bindungen von Arten an die Kamillekulturen innerhalb der Fruchtfolge konnten nicht nachgewiesen werden und quantitative Unterschiede der Abundanzen einiger Arten in den Fruchtfolgegliedern waren nicht signifikant.

Der Gesamtaufbau und die Entwicklung der **Individuenzahlen** waren sehr stark abhängig von den Ausgangsbedingungen, der Frühjahrswitterung und der Bestandsdichte der Kulturart. Erst mit dem Ende der Rosettenphase (im Mai)

gelingt es der Kamille, die Beikräuter wirkungsvoll zu unterdrücken. Bis dahin bestehen für etliche Beikrautarten günstigere Wachstumsbedingungen als in Halmfrüchten, was sich in höheren individuellen Trockenmassen und größerem Samenansatz niederschlug. Auf Grund von Bodenunterschieden und durch Frühjahrstrockenheit gab es stets auch Feldbereiche, auf denen keine konkurrenzbedingte Reduktion der Beikräuter nachweisbar war.

Der relativen Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung und Individuenzahl in den Fruchtfolgegliedern Frühjahrskamille, Herbstkamille und Winterroggen stehen deutliche Unterschiede in den **zeitlichen Abläufen** gegenüber, die Einfluss auf Vollständigkeit und Geschwindigkeit des Entwicklungszyklus der Beikrautarten haben.

Die **phänologische Entwicklung** der Beikräuter verlief in der Herbstkamille im Vergleich zum Winterroggen im zeitigen Frühjahr verzögert (um ca. eine Woche), im Frühsommer dagegen beschleunigt (um bis zu zehn Tage). Im zeitigen Frühjahr ist der Boden auf dem Kamillefeld im Gegensatz zum Winterroggenfeld weitgehend vegetationslos und frostgefährdet. Im Frühsommer sind die Einstrahlungswerte und Temperatursummen in den unteren Vegetationsschichten dagegen auf Grund der Lückigkeit wesentlich höher. In der Frühjahrskamille traten alle Blühaspekte zeitlich gerafft auf.

Die im Verhältnis zu anderen Kulturarten zeitige Ernte führt bei vielen Segetalpflanzen zu einem **Abbruch des Entwicklungszyklus** vor dem Fruchtansatz bzw. der vollständigen Samenreife. Bezüglich dieses Faktors ließen sich für Herbstkamille, Frühjahrskamille und Winterroggen folgende

Artengruppen unterscheiden (s. Artenliste im Anhang):

- vollständiger Entwicklungszyklus in allen drei Kulturen (z.B. Dreiteiliger Ehrenpreis, Acker-Schmalwand, Stengelumfassende und Purpurrote Taubnessel, Hirtentäschel,)
- vollständiger Entwicklungszyklus nur in Winterroggen und Herbstkamille (z.B. Acker-Vergissmeinnicht, Efeu-

blättriger Ehrenpreis, Einjährige Rispe, Kleiner Storchschnabel, Frühlings-Hungerblümchen)

- vollständiger Entwicklungszyklus nur in Winterroggen (z.B. Schmalblättrige Wicke, Acker-Windhalm, Weißer Gänsefuß, Vogelknöterich, Gemeiner Windenknöterich)

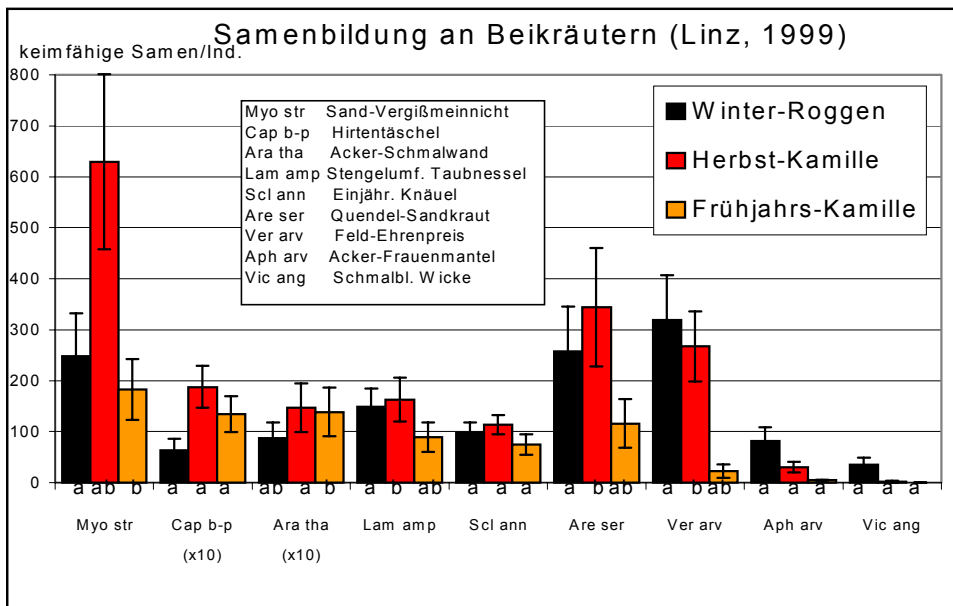


Abb. 15: Anzahl keimfähiger Samen pro Individuum in Winterroggen, Herbstkamille und Frühlingskamille für ausgewählte Segetalpflanzen (Linz, 1999)

Die Auswertung individueller **Samenerträge** (reife, keimfähige Samen/Ind.) bei neun Segetalarten verdeutlicht diese Unterschiede noch stärker (Abb. 15). Außer Ackerschmalwand wiesen alle Arten in Herbstkamille signifikant größere Samenmengen auf als in Frühlingskamille. In der Herbstkamille bildeten Sand-Vergissmeinnicht, Hirtentäschel, Acker-Schmalwand, Einjähriger Knäuel, und Quendel-Sandkraut außerdem mehr Samen als im Winterroggen. Im Winterroggen waren die Samenmengen dagegen bei Schmalblättriger Wicke und Acker-Frauenmantel signifikant größer. Den zeitigen Abbruch des Lebenszyklus im Vergleich zu Winterroggen können demzufolge vor allem kontinuierlich fruchtende Arten in der Herbstkamille durch vielfach höhere Gesamt-Samenmengen mehr als ausgleichen. In der Frühlingskamille ist die Samenbildung sehr stark eingeschränkt.

Bedeutung hat im Kamillenanbau auch die **Übertragung von Beikrautsamen** mit dem Saatgut, da am Standort Kamillegrus aus eigener Ernte zur Saat oder Nachsaat verwendet wird. In den untersuchten Proben traten keimfähige Samen überwiegend von Hirtentäschel und Acker-Schmalwand auf (s. Tab. 31). Der Gesamtanteil der Beikrautsamen war mit 0,56 % gering.

Tab. 31: Beikrautsamen in Kamillegrus (Mittelwerte 1997-1999, Anzahl pro 1g Grus, Linz)

Art	Anzahl Samen/g	Keimfähigkeitsrate
Echte Kamille (Kulturart)	10677	69,6 %
Hirtentäschel	39	70,0 %
Acker-Schmalwand	8,2	92,3 %
Acker-Stiefmütterchen	2,8	86,5 %
Weißer Gänsefuß	7,3	14 %
Acker-Windhalm	1,6	10,6 %
weitere 4 Arten	0,9	0-100 %

Die Gesamtdiasporenzahl in den obersten 15 cm der Bodenschicht ist als hoch einzuschätzen (in den Herbstproben durchschnittlich 28.749 Diasporen/m² x 15 cm). Die Diasporenbank wies eine hohe Dynamik auf.

6.3 Bedeutung für die Arthropoden

Im Zusammenspiel kultur-, bearbeitungs- und standortspezifischer Faktoren entstanden außergewöhnlich günstige Bedingungen sowohl für am Boden aktive Arthropoden als auch für Krautschichtbewohner.

Webspinnen (Araneae)

Mit insgesamt 113 Webspinnenarten auf dem untersuchten Kamilleschlag wies die Fläche eine sehr hohe Spinnendiversität auf. Ein Überblick wird in Tab. 32 gegeben.

In den Bodenfallen waren 84 Arten nachzuweisen. Allein 24 Spezies wurden erstmals für den Naturraum "Königsbrück-Ruhlander Heiden" belegt. Die mittlere Aktivitätsdichte betrug 4,7 Spinnen pro Tag und Falle. Es dominierten Baldachinspinnen des Offenlandes (*Oedothorax apicatus*: 32,2 %; *Erigone atra*: 14,3 %; *Erigone dentipalpis*: 17,3 %) sowie Wolfsspinnen (*Pardosa agrestis* 6,8 %, *Pardosa palustris* 3,7 %). Unter den sporadisch erfassten Spinnen finden sich sowohl xero- und thermophile (z.B. *Cheiracanthium campestre*, *Micrargus subaequalis*, *Pardosa monticola*, *Xerolycosa miniata*) als auch hygro- und ombrophile (z.B. *Diplocephalus latifrons*, *Diplostyla concolor*) Offenland-, Moor- und Waldarten. Fünf am Boden aktive Arten sind in der Roten Liste Sachsen aufgeführt: *Drassyllus praeficus* (gefährdet); *Drassyllus pumilus* (gefährdet), *Haplodrassus dalmatensis* (gefährdet), *Zelotes longiceps* (gefährdet), *Xerolycosa miniata* (potentiell gefährdet).

Tab. 32: Spinnenfänge auf einem Kamilleschlag (Linz, 1997–1999)

Fangmethode	Bodenfalle	Streifnetz
Familien	16	8
Arten	84	31
Individuen	9822	803
% Juvenile	10 (6-15) %	65 (58-81) %

Mittels Kescherfang wurden 31 Arten nachgewiesen, darunter 10 Arten erstmals im Naturraum. Es dominierten die Offenlandvertreter *Theridion impressum*, *Pachygnatha degeeri* und *Mangora acalypha*. Die Moore und feuchtes Offenland besiedelnden Arten *Neoscona adianta* und *Clubiona subtilis* gelten in Sachsen als gefährdet.

Zur Beurteilung der Faunenausstattung des Kamilleschlages wurden 1998 und 1999 auf einem benachbarten, konventionell bewirtschafteten Feld ebenfalls Bodenfallenfänge durchgeführt. Dieser Schlag (1998: Raps/1999: Roggen) enthielt etwas höhere Artenzahlen, aber signifikant geringere Aktivitätsdichten (Tab. 33).

Tab. 33: Spinnenfänge auf einem Kamillefeld (ökol.) und einer benachbarten Ackerfläche (konv.) (Linz 1998/99)

Untersuchungsjahr 1998		
Fangzeitraum	07.05. - 22.06.	
Kultur	Kamille	Winterraps
Arten	28	31
Individuen	439	154
Untersuchungsjahr 1999		
Fangzeitraum	21.04. - 20.07.	
Kultur	Kamille	Winterroggen
Arten	46	53
Individuen	3153	1868

Käfer (Coleoptera)

Laufkäfer (Carabidae): Der untersuchte Kamille-Schlag wies im Fangzeitraum eine ausgesprochen reichhaltige Laufkäferfauna auf. Verglichen mit ähnlichen sächsischen, nationalen und europäischen Erhebungen nimmt er in Bezug auf Artenreichtum (66 Arten) und Aktivitätsdichten der Laufkäfer eine Spitzenposition ein. Insgesamt 38974 gefangene Exemplare (durchschnittlich 23,6 Ind. pro Tag und Falle) lassen eine immense Biomasse der Laufkäfer auf diesem Feld und damit entsprechend günstige trophische Bedingungen vermuten. Die meisten Arten können als euryök eingeschätzt werden; alle häufigen Formen sind typische Feldbewohner. Die klimatischen und landschaftsstrukturellen Gegebenheiten führten zu einer Überlagerung des Auftretens von Arten mit relativ unterschiedlichen Umweltansprüchen. Sowohl hygrophile als auch xerophile Ackerformen wurden in größeren Individuenzahlen erfaßt. Ernte und Mulchung des Bestandes beeinflußte die Zönose stark. Keine der häufigen Herbstarten entwickelte solche Aktivitätsdichten, wie sie im Frühjahr (*Poecilus cupreus*) gemessen wurden. Dem Laufkäferreichtum des Standortes entsprach die vergleichsweise hohe Zahl von 11 nachgewiesenen Rote-Liste-Arten (Tab. 34). Das massenhafte Auftreten von *Poecilus punctulatus* und *P. lepidus* gehörte zu den herausragenden faunistischen Befunden in dieser Kultur.

Die hohe Arten- und besonders Individuenzahlen geschützter Laufkäfer auf kleinem Raum ist in der Regel eher für weniger dynamische, meist isolierte Habitats (Salzstellen, Trockenhänge, Moore) charakteristisch. Hohe Aktivitätsdichten von *Harpalus signaticornis* (insgesamt 669 Ind.) und der regelmäßige Nachweis des Sandlaufkäfers *Cicindela campestris* (39 Ind.) sowie Funde der stenotopen Waldart *Carabus auronitens* (5 Ind.) unterstreichen den faunistischen Wert des untersuchten Kamilleschlages.

Der an den Kamilleschlag grenzende Waldrand schien selbst als zeitweises Refugium (nach Ernte oder Mulchung) für die meisten Laufkäferformen nur wenig attraktiv gewesen zu sein.

Tab. 34: Laufkäfer der Roten Liste Sachsen auf einem Kamillefeld (Linz, 1997-1999)

Art	Ind.	Kategorie
<i>Amara littorea</i>	1	stark gefährdet
<i>Amara ovata</i>	23	potentiell gefährdet
<i>Calosoma auropunctatum</i>	13	rückläufig
<i>Diachromus germanus</i>	1	stark gefährdet
<i>Harpalus luteicornis</i>	1	rückläufig
<i>Harpalus serripes</i>	4	gefährdet
<i>Harpalus smaragdinus</i>	4	rückläufig
<i>Ophonus azureus</i>	1	rückläufig
<i>Poecilus lepidus</i>	982	gefährdet
<i>Poecilus punctulatus</i>	2981	gefährdet
<i>Pseudoophonus calceatus</i>	1	gefährdet

Vergleich mit einer gebietstypischen Ackerfläche (1998/99):

Der benachbarte Raps- bzw. Winterroggenschlag wies signifikant geringere Arten- und Individuenzahlen in den Barberfallen auf (Abb. 16). Als extrem kann diese Differenz im Jahr 1999 bezeichnet werden, in welchem auf dem Roggenfeld weniger als 2/3 der Arten und nur ein Bruchteil der Individuenzahlen vom Kamilleschlag gefunden wurden. Darüber hinaus fehlte dem mit herkömmlichen Feldfrüchten bestellten Schlag die reiche Ausstattung an Rote-Liste-Arten. Lediglich *Poecilus punctulatus* (51 Ind.) und *P. lepidus* (6 Ind.) waren in signifikant geringeren Aktivitätsdichten vertreten. Diese Fakten unterstreichen die zumindest für Laufkäfer außergewöhnliche Attraktivität des Kamilleschlages. Auffällig sind die besonders für die Fangperiode 1998 geringen Arten- und Dominanzidentitäten.

Kurzflügelkäfer (Staphyliniden): Bodenaktive Kurzflügler traten im Vergleich zu den Laufkäfern stark in den Hintergrund (3264 Ind.; 1,6 pro Tag und Falle). Sicher waren sie den Laufkäfern als Nahrungskonkurrenten unterlegen und dienten ihnen auch selbst als Nahrung. Bemerkenswert war dennoch das beständige Vorkommen relativ großer *Ocypus*- und *Staphylinus*-Arten. Vertreter dieser Gattungen fehlen meist auf Feldern, in gestörten Habitaten oder strukturarmen Gebieten. Damit kann der Kamilleschlag auch hinsichtlich der bodenaktiven Kurzflüglerfauna als ein für den Natur- und Artenschutz bedeutsamer Lebensraum gelten.

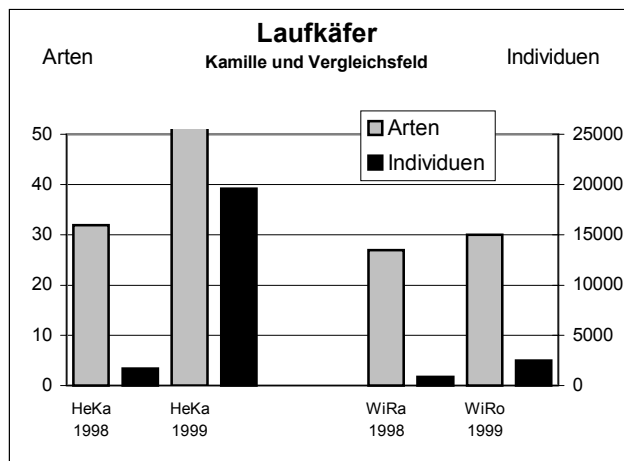


Abb. 16: Laufkäferfänge auf einem Kamillefeld (ökol.) und einer benachbarten Ackerfläche (konv.)

Die jährliche Mulche nach der Ernte wurde durch die Dominanz der in Rotteschichten lebenden Arten *Anotylus tetracarinatus* und *Tachinus fimetarius* angezeigt.

Weitere Käfer: In den Kescherfängen hatten Käfer, anders als auf den Hanf- und Flachsfieldern, mit nur 18 % aller Individuen nicht den extrem dominierenden Anteil inne. Allerdings wurden vergleichsweise reichhaltige Käfergemeinschaften festgestellt. Die 6417 Individuen gehörten mindestens 22 Familien an. Nach den massenhaft auftretenden Glattkäfern (Phalacridae) stellten die Rüsselkäfer (Curculionidae) den größten Teil der Zönose (Tab. 35).

Tab. 35: Käferfänge mittels Streifnetz (n=36) auf einem Kamilleschlag (Linz, 1997-1999)

Familie	Individuen	Anteil
Glattkäfer	4450	61,2 %
Rüsselkäfer	1590	21,9 %
Marienkäfer	439	6,0 %
Glanzkäfer	253	3,5 %
Kurzflügelkäfer	173	2,4 %
Erdföhe	75	1,0 %
Sonstige	293	4,0 %
ΣΣ	7273	100 %

Die Dominanz der phytophagen Rüsselkäfer (Curculionidae) im Kamillebestand dürfte besonders auf die reiche Segetalflora zurückzuführen sein. Das frühe und starke Auftreten von Marienkäfern (Coccinellidae) im Jahr 1997 korrelierte gut mit dem Massenwechsel der Blattläuse. Nach Ernte und Mulchung brachen die meisten Käferpopulationen zusammen. Nur die großenteils auf den Fraß an Blüten spezialisierten Glattkäfer erreichten 1997 erst nach der Ernte (im Kamille-Beikraut-Durchwuchs) extrem hohe Dichten. Stichproben ergaben, dass die Glattkäfer überwiegend der Art *Olibrus aeneus*, einem potentiellen Kamilleschädling, angehörten. Im Folgejahr wurden bereits zu Beginn der Blüte hohe relative Dichten gemessen. Eine solche Gradation könnte bei später Blüterernte durchaus zu Ertragseinbußen führen. Im gegebenen Falle blieb der Käfer ohne ökonomische Bedeutung.

Weitere Insekten

Insgesamt erbrachten die Fänge in der Krautschicht (Tab. 36) 35226 Arthropoden, das entspricht einem Durchschnittswert von über 1100 Tieren pro Streifnetz. Damit war die Lebensgemeinschaft der Gliedertiere im Vergleich zur Dauerkultur Salbei (unter 200 Ind. pro Kescherbeutel) deutlich reichhaltiger. Den größten Anteil an diesem Individuenreichtum hatten Schnabelkerfe (Wanzen, Zikaden, Blattläuse) und Thripse mit fast 2/3 des Gesamtfanges.

Tab. 36: Kescherfänge (n=24) in Kamille (Linz, 1997/98)

Ordnung	Individuen	Anteil
Schnabelkerfe	12790	36,3 %
Thripse	9533	27,1 %
Käfer	6417	18,2 %
Zweiflügler	3368	9,6 %
Hautflügler	1811	5,1 %
Webspinnen	763	2,2 %
Schmetterlinge	429	1,2 %
Sonstige	115	0,3 %
ΣΣ	35226	100 %

Zweiflügler (Diptera): Im Gegensatz zu den Faserpflanzen (Hanf und Flachs) wies die Kamille eine quantitativ deutlich geringere Zweiflüglerzönose auf (3368 Ind. = 9,6 % des Gesamtfanges). Allerdings wurde bezüglich der Empidoidea die höchste Artenvielfalt (44 Arten) unter den 4 untersuchten Kulturen erreicht. Die Kamille wies mit 11 Arten eine für Feldfrüchte ungewöhnlich große Vielfalt an Empididen auf. Allein 6 Arten der Gattung *Empis* konnten nachgewiesen werden. Substratspezifität und klimatische Gunst des Standortes scheinen eine Ursache weiterer bemerkenswerter Zweiflüglerfunde (Asiliden bzw. xerophile Dolichopodiden) zu

sein. Sobald die Kamille zu blühen begann, fanden sich Arten ein, die in erster Linie Pollen aufnehmen. So trat die Fritfliege (*Oscinella frit*), ein ökonomisch relevantes Insekt, in stärkeren Dichten auf. Die Individuen- und Artenarmut der späten Kescherfänge zeigt, dass der Schlag in den Wochen nach Ernte und Mulchen ein ausgesprochen ungünstiges Habitat für adulte Zweiflügler darstellte.

Schnabelkerfe (Rhynchota): Ausschließlich vor der Ernte dominierten Wanzen, Zikaden und besonders Blattläuse (Rhynchota; 36,3 %) (Tab. 36). Dabei waren im Gegensatz zur Dauerkultur Salbei die Blattläuse in sehr hohen Dichten nachzuweisen (80 % aller Individuen). Insbesondere die Kescherfänge Mitte Juni, kurz vor der Ernte, zeigten mit fast 10.000 gefangenen Blattläusen ein Gradationspotential an. Gegenspielerpopulationen bauten sich zu diesem Zeitpunkt erst auf (Mumifizierungsraten: <1 %).

Thripse (Thysanoptera): Insbesondere zum Zeitpunkt der Blüte zählten die Thripse zu den individuenreichsten Vertretern der Entomofauna. Pflanzensaftsaugende und damit potentiell ertragsmindernde Arten scheinen im Kamilleanbau keine Rolle zu spielen.

6.4 Erträge und Qualitäten

Die bodenchemischen Untersuchungen wiesen die gewählte Hauptuntersuchungsfläche in ihrem pH- und Nährstoffniveau als sehr gut für den Kamilleanbau geeignet aus. Die Anbauparameter am Untersuchungsstandort gibt Tab. 37 wieder.

Tab. 37: Anbautechnische Daten der Kamillekulturen am Untersuchungsstandort Linz

Kultur	Frühjahrskamille	Herbstkamille
Aussaattermin	September	Anf. April
Saattyp	Drillsaat/ Anwalzen	Drillsaat/ Anwalzen
Düngung	keine	keine
Vorfrucht	Kamille	Winterroggen
Beikrautregulierung	Striegel	Striegel
Ernte	Juni, maschinelle Kopfpflücke	Juni, maschinelle Kopfpflücke

Die Ertragsdaten (Tab. 38) widersprachen der Faustregel, wonach Herbstkamille höhere Erträge als Frühjahrskamille liefert. Das Ertragsniveau war sehr stark von der Frühjahrswitterung abhängig. Die Bestände wiesen auf Grund von Bodenunterschieden große Inhomogenitäten in der Bestandsdichte und Höhe auf.

Die Erträge der Herbstkamille fielen zwar niedriger aus, der

Gehalt an ätherischem Öl und die Ölzusammensetzung waren dagegen günstiger zu bewerten. Insgesamt ist das Ertrags- und Qualitätsniveau der Untersuchungsflächen in Bezug auf die Standortvoraussetzungen und die Intensivierungsstufe als gut einzuschätzen.

Tab. 38: Erträge und Qualitäten der Versuchsflächen Kamilleanbau im Raum Linz (Sorte: Bodegold)

Kultur	Frühjahrskamille (1997)	Herbstkamille (1998)
Getrocknete Blüten (kg/ha)	285	170
Ätherisches Öl (ml/100 g Droge)	0,50	0,65
- Bisabololoxid A (%)	27,7	29,7
- Bisabololoxid B (%)	20,8	16,2
- Bisabololoxid C (%)	4,1	4,6
- α -Bisabolol C (%)	1,5	3,8
- Chamazulen (%)	11,4	9,5

6.5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Der Kamilleanbau, eingebettet in eine abwechslungsreiche Fruchtfolge, ist aus ökologischer und naturschutzfachlicher Sicht unbedingt zu unterstützen.

Durch die hohen Qualitätsanforderungen an die Ernteprodukte wird für den Kamilleanbau eine quasi-ökologische Fruchtfolge aufgebaut, die insgesamt sehr günstige Voraussetzungen für die Entwicklung arten- und individuenreicher Ackergemeinschaften liefert. Es wurden reich entwickelte, standorttypische **Segetalpflanzenbestände** mit einem hohen Anteil an gefährdeten Arten gefunden. Die von JÜTTERSONKE & ARLT (1998) geforderte Ausprägung standorttypischer Segetalzönosen als wichtiges Bewertungskriterium umweltorientierter Fördermaßnahmen war damit im Kamilleanbau vollkommen gegeben.

Die Bestandsstruktur der Kamille ist vor allem für eine Förderung kleinwüchsiger, konkurrenzschwacher Arten geeignet, die zu den gefährdetsten Segetalpflanzen zählen. Die Untersuchungen ergaben, dass viele dieser Arten sowohl vegetativ als auch generativ gefördert werden, einige Arten mit langer Mindestentwicklungszeit jedoch der Fruchtfolge mit einer spät geernteten Kultur bedürfen.

Der Qualitätsforderung nach praktisch besatzfreien Partien kann nur mit einem nahezu beikrautfreien Blühhorizont entsprochen werden, um Trocknungs- und Reinigungskosten gering zu halten. Für kleinwüchsige Arten ist dagegen die

Notwendigkeit zur Bekämpfung geringer.

Ein interessanter Aspekt ist, daß gewöhnlich als ertragsgefährdend eingestufte Beikräuter (Weißer Gänsefuß, Windhalm, Wickenarten, Windenknöterich u.a.) durch Kamilleanbau reguliert werden können. Der zeitige Erntetermin gestattet ihnen nur eine geringe oder keine Samenproduktion. Von diesem Effekt waren dagegen auf den Untersuchungsschlägen kaum oder nur in geringem Maß naturschutzfachlich relevante Arten betroffen. Die bei Umstellung zu ökologischem Landbau gefürchtete Vermehrung von Problembeikräutern (für Wicken s. z.B. EISELE 1992) kann hier unterbunden werden.

Obwohl die Schläge nach der Ernte einen wenig attraktiven Lebensraum darstellen, erhöhte der Kamilleanbau die **Arthropodendiversität** am Standort Linz erheblich. Bemerkenswert sind die hohen Aktivitätsdichten sowohl regulativ wirkender als auch artenschutzrelevanter Bodenarthropoden (z.B. *Poecilus punctulatus*, *P. lepidus*) und räuberischer Dipteren.

Als Besonderheit kann die zumindest sekundäre Bindung zahlreicher z.T. seltener oder auf Feldern kaum anzutreffender Arten (Laufkäfer, Kurzflügler, Webspinnen, Zweiflügler) an die Kulturart selbst und ihre Anbauspezifika gelten.

Unter den häufig erfassten Laufkäfern auf dem Kamille-Schlag bei Linz waren mit *Harpalus affinis* und *H. distinguendus*, *Amara similata* und *A. aenea* sowie *Pseudoophonus rufipes* einige fakultativ samenvertilgende Arten. Angesichts der hohen Aktivitätsdichten stellten die Laufkäfer damit, ungeachtet ihrer überwiegend carnivoren Ernährung, die vermutlich effektivsten Reduzenten des auf dem Ackerboden liegenden Samenvorrates dar. Ferner dürften von Spinnen- und Laufkäfergemeinschaften starke regulative Impulse hinsichtlich der massenhaft auftretenden Blattläuse ausgegangen sein.

In der Krautschicht etablierten sich mit **Glattkäfern** (Phalacridae) und **Blattläusen** (Aphidina) potentiell ertragsgefährdende Insekten, denen bei verstärktem Kamilleanbau Beachtung geschenkt werden muss. Die Dominanz der phytophagen Rüsselkäfer (Curculionidae) geht eher auf die reiche Segetalflora zurück.

Die Ergebnisse belegen, dass die Einbeziehung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Natur- und Artenschutzbemühungen sinnvoll und notwendig ist. Angesichts der hohen Arthropodendiversität und des Reichtums an gefährdeten Arten sollten die bestehenden standortpezifischen Landnutzungsstrukturen erhalten bzw. ausgedehnt werden.

Ein weiterer ökologisch positiver Aspekt des Kamilleanbaus ist die **geringe Stickstoffbedürftigkeit** der Kultur. Auf den Untersuchungsflächen reichte der Anbau von Gelber Lupine

in der Fruchtfolge aus, um den Stickstoffbedarf zu decken.

Im ökologischen Kamilleanbau ist somit ein hoher **Extensivierungsgrad** erreicht, der in den Intensivlandwirtschaftsgebieten eine seltene Ausnahme darstellt. Wird der Kamilleanbau konventionell betrieben, d.h. mit mäßiger Stickstoffgabe, ist mit verstärktem Krautwachstum der Kamille und verändertem Mikroklima zu rechnen.

Das **potentielle Anbauggebiet** der Kamille umfasst überwiegend intensiv genutzte Agrarräume mit meist stark verarmten Begleitönoson auf mittleren, lehmigen Böden im Tief- und unteren Hügelland. Vegetationskundlich fällt ihr Anbauggebiet mit der bedeutendsten Segetalgesellschaft Sachsens, der Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft in den Tief- und

Hügellandsrassen, zusammen. Trotz ihrer weiten Verbreitung ist diese Gesellschaft in besonderem Maße durch Intensivierungen gefährdet und kommt nur noch selten in der typischen Ausprägung vor (HILBIG 1987). Mit dem Anbau von Kamille kann ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung dieser Ackerfluren gerade in Gebieten mit Intensivlandwirtschaft geleistet werden.

Die Absatzwege für ökologisch und konventionell produzierte Kamille unterscheiden sich nur wenig, da pharmazeutisch orientierte Abnehmer die ökologischen Leistungen wenig oder nicht honorieren und alternative Absatzmöglichkeiten dünn gesät sind. Hinzu kommt ein enormer Preisdruck ausländischer Anbieter.

Tab. 39: Wichtige Aspekte des Kamilleanbaus aus Sicht der Begleitönoson, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit (ökologischer Anbau)

Beikrautvegetation	Arthropodenfauna	Pflanzenbau/ Wirtschaftlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Ausbildung einer arten- und individuenreichen, standorttypischen Beikrautvegetation • Förderung kleinwüchsiger, konkurrenzschwacher, lichtbedürftiger und oft gefährdeter Arten • Behinderung der Samenbildung bei spätreifen Beikrautarten (Gänsefuß, Windhalm, Wicken, Windenknöterich), zur Reproduktion gefährdeter Beikrautarten ist Fruchtfolge mit spätreifer Halmfrucht sinnvoll • bei Ausbringung von Saatgut aus eigener Ernte Übertragung von Beikrautsamen 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr arten- und individuenreiche Arthropodengemeinschaften, v.a. Laufkäfer, Spinnen, räuberische Dipteren (regulatorisches Potential!) sowie Rüsselkäfer • Förderung von z.T. faunistisch bemerkenswerten Offenlandarten mit geringer Bindung an herkömmliche Feldkulturen, darunter viele gefährdete Arten • potentiell ertragsgefährdende Arthropodengruppen (Glattkäfer, Blattläuse) unterliegen Massenwechsel und sollten überwacht werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Anbau aus Qualitätsgründen und zur Verbesserung der Absatzchancen in ökologischer Fruchtfolge möglich und sinnvoll • Stickstoffdüngung nur in geringem Umfang oder nicht erforderlich • niedrigwüchsige Beikräuter mit geringer Konkurrenzkraft können toleriert werden, Probleme durch Beikräuter vor allem in Jahren mit Frühjahrstrockenheit • generell hoher Extensivierungsgrad im Anbau möglich; besonders zur Aufwertung der Agrarlandschaft in intensiv bewirtschafteten Regionen (Lehmgebiete des Tief- und Hügellandes) empfohlen

7 Zusammenfassung

Mit Hanf, Flachs, Salbei und Kamille wurden vier in Sachsen bedeutende Nachwachsende Rohstoffe hinsichtlich der Auswirkungen ihres Anbaus auf die Begleitzönosen auf Praxisschlägen untersucht. Die Einordnung und Wertung der Ergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung und Einbeziehung pflanzenbaulicher und wirtschaftlicher Erfordernisse.

Die Frage, inwieweit ihr Anbau zu einer Bereicherung der Fauna und Flora der Agrarlandschaft führt, muss für die Kulturen sehr unterschiedlich beantwortet werden.

Hanf hat eine nachhaltig negative Wirkung auf die Beikrautvegetation, da deren Samenbildung weitgehend unterdrückt wird. Beachtenswert sind hier Fehlstellen und suboptimale Bestände. Für die Fauna ist dagegen eine Förderung hygrophiler Arten zu konstatieren. Insbesondere räuberische Fliegen wurden im Hanf in Abundanzen gefunden, die um ein vielfaches über denen aller anderen Feldfrüchte liegen. Die Unterschiede zwischen ökologischem und konventionellem Anbau sind auf Grund weitgehender Gleichbehandlung zu vernachlässigen. Im Ökologischen Landbau kann Hanfanbau zur umweltschonenden Beikrautregulierung genutzt werden. Eine Erweiterung der Anbaufläche entsprechend den Potentialen kann aus Sicht der Begleitzönosen empfohlen werden. Langjährige Selbstfolgen sollten jedoch unterbleiben.

Flachs kann als vergleichbar mit herkömmlichen Sommerhalmfrüchten gelten. Auch die Effekte des ökologischen Anbaus (Förderung der Arten- und Individuenvielfalt) sind denen in Sommerhalmfrüchten sehr ähnlich. Die späte Ernte ermöglicht die Samenreife fast aller Beikräuter.

Den positiven Aspekten ökologischen Anbaus steht die schwierige Verarbeitungs- und Vermarktungssituation der

nicht beikrautfreien Ernteprodukte gegenüber. Dem ökologischen Anbau kann nur bei sorgfältiger Flächenauswahl und bei Verarbeitung in einer textilen Langfaserlinie eine wirtschaftliche Chance eingeräumt werden. Zu beachten ist ferner die Förderung der Fritfliege durch blaublühende Flachssorten. Die Erweiterung der Anbaufläche nach Maßgabe standörtlicher Potentiale ist aus Sicht der Begleitzönosen nicht problematisch. Eine Integration in den Ökologischen Landbau sollte dabei angestrebt werden.

Salbei wirkte sich unter den spezifischen Anbaubedingungen der Untersuchungsflächen (intensive mechanische Pflege, manuelle Ernte) nicht förderlich auf die Beikrautvegetation aus. Es war eine Verlagerung der Artenzusammensetzung hin zur Dominanz von Vogelmiere und das Verschwinden standorttypischer Halmfruchtarten zu verzeichnen. Sehr negativ müssen die Auswirkungen auch auf die Regenwurmfauna eingeschätzt werden. Andererseits waren die Gemeinschaften von Spinnen, Zikaden und Wanzen durchaus arten- und individuenreich. Eine Flächenerweiterung ist aus ökonomischen Gründen nicht zu erwarten und sollte mit einer Extensivierung der mechanischen Pflege einhergehen.

Kamille, in ökologischem Anbau, wies die weitaus positivsten Effekte bezüglich standorttypischer Begleitzönosen auf. Die Erträge und Qualitäten lagen dabei im Rahmen der Standort- und Intensivierungsbedingungen auf wirtschaftlichem Niveau. Auf Grund ihrer zeitlichen Anbaustruktur kann das Überhandnehmen von einigen problematischen Beikrautarten eingedämmt werden. Für eine langfristige Sicherung der Beikrautzönose ist ein Wechsel mit einer spät geernteten Halmfrucht angeraten. Unter den Arthropoden werden vor allem Laufkäfer, darunter viele gefährdete Arten, gefördert. Da die Wirtschaftlichkeit eines ökologischen Kamilleanbaus offensichtlich gegeben ist, bietet sich hier eine gute Möglichkeit zur Aufwertung der Agrozönosen in Regionen mit überwiegend intensiver Landwirtschaft.

8 Literatur

FORSCHUNGSBERICHTE

- HEMPEL, W., VOLKMAR, C., KREUTER, T., PAPAIA, S., STARK, A. & B. ZÖPHEL (2000): Abschlußbericht "Botanische und zoologische Begleitforschung zu den Projekten Nachwachsende Rohstoffe und Heil- und Gewürzpflanzen als Botanicals". –Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden (unveröff.):363 S.
- RÖHRICHT, C. & J. SCHULZ (2000): Abschlußbericht zum Projekt „Entwicklung verwendungsorientierter Anbau- und Ernteverfahren für die Faserpflanzen Flachs und Hanf unter den Bedingungen des Freistaates Sachsen“ - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden. (unveröff.)
- RÖHRICHT, C. & S. MÄNICKE (2001): Abschlußbericht zum Projekt „Entwicklung eines qualitätsbezogenen Anbaus von Heil- und Gewürzpflanzen mit neuartigem Einsatzspektrum als Botanicals.“ –Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden. (unveröff.)

SONSTIGE VERWENDETE LITERATUR

- ANONYMUS (1992): Entwicklungen im Samenpotential von Ackerböden nach dem Aussetzen von Unkrautregulierungsmaßnahmen. - Landwirtsch. Jahrbuch **69** (7): 838-860.
- ARLT, K.; HILBIG, W. & H. ILLIG (1991): Ackerunkräuter, Ackerwildkräuter. - Ziemen, Wittenberg: 160 S.
- ARNDT, E. & K. RICHTER (1995): Rote Liste Laufkäfer. – Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege; Dresden.
- CALLAUCH, R. (1981): Ackerunkraut-Gesellschaften auf biologisch und konventionell bewirtschafteten Äckern in der weiteren Umgebung von Göttingen. - Tuexenia **1**: 25-37.
- EISELE, J.-A. (1998): Dormanzentwicklung bei Samen von *Vicia hirsuta* (L.)S.F. Gray und ihre Bedeutung für die Ableitung von Bekämpfungsstrategien im organischen Landbau. - Z.Pfl.Krankh.Pfl.Schutz, Sonderh. XVI: 197-204.
- FRITZSCHE, R. & R. KEILBACH (1994): Die Pflanzen-, Vorrats- und Materialschädlinge Mitteleuropas. - Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- GUTBERLET, V. & M. KARUS (1995): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an Hanf (*Cannabis sativa*). - Nova-Institut für politische und ökologische Innovationen, Köln.
- HEEGER, E.F. (1989): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues - Deutsch, Frankfurt a. Main.
- HIEBSCH, H. & D. TOLKE (1996): Rote Liste Weberknechte und Webspinnen. - Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege; Dresden.
- HILBIG, W. (1987): Wandlungen der Segetalvegetation unter den Bedingungen der industriemäßigen Landwirtschaft. - Arch. Naturschutz Landschaftsforschung **27** (4): 229-249.
- HILBIG, W.; MAHN, E.-G.; SCHUBERT, R. & E. M. WIEDENROTH (1962): Die ökologisch-soziologischen Artengruppen der Ackerunkrautvegetation Mitteldeutschlands. – Bot. Jb. **81**(4): 416-449.
- HÖLLER, C. (1988): Effizienzanalyse der Parasitoiden an Getreideblattläusen. - Diss. Univ. Kiel.
- JACOBS, W. & M. RENNER (1988): Biologie und Ökologie der Insekten. - Fischer, Stuttgart.
- JÜTTERSONKE, B. & K. ARLT (1998): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung nach Extensivierung im Pflanzenbau. - Z.PflKrankh.PflSchutz, Sonderh. XVI: 163-168.
- KÖCK, U.-V. (1984): Intensivierungsbedingte Veränderungen der Segetalvegetation des mittleren Erzgebirges. - Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. **24**(2): 105-133.
- LEIUS, K. (1960): Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasites. – Can. Entomol. **92**: 369-376.
- LEWIS, T. (1973): Thrips as crop pests. - CAB International: 709 S.
- LEWIS, T. (1997): Thrips. - Academic Press, London and New York: 349 S.
- LfL (2000): Bericht nachwachsende Rohstoffe im Freistaat Sachsen. - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.
- LIPS, A.; JABERG, C.; FREI, G. & D. DUBOIS (1999): Besiedlung nachwachsender Rohstoffe durch Flora und Fauna. - Agrarforschung **6** (8): 305-308.
- LORENZ, R.J. (1988): Grundbegriffe der Biometrie. - Fischer, Stuttgart.
- LÜBKE-AL HUSSEIN, M. & I. A. AL HUSSEIN (1999): Auswirkungen der Bewirtschaftungsumstellung von konventionell-intensiver auf ökologisch-extensive Landbewirtschaftung und landschaftsräumlicher Neuordnung auf Kurzflüglerzönosen (Coleoptera; Staphylinidae) im Gebiet des "Ökohofes Seeben" in Halle (Saale). - Archiv. Phytopathol. Pflanz. **32**: 395-428.
- MÄNICKE, S. (2000 a): Anbauverfahren Echte Kamille (*Chamomilla recutita* L.) - Faltblatt - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.
- MÄNICKE, S. (2000 b): Anbauverfahren Echter Salbei (*Salvia officinalis* L.) – Faltblatt - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.
- ROTHERAY, G. E. (1993): Colour Guide to Hoverfly Larvae (Diptera, Syrphidae). - Dipterists Digest No. 9; Sheffield: 165 S.
- RUPPERT, V. (1992): Einfluss blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsekten insbesondere der Syrphinae (Diptera: Syrphidae). – (Agrarökologie **8**) Haupt; Bern, Stuttgart, Wien: 1- 149.

SCHULZ, D. (1999): Rote Liste Farn- und Samenpflanzen. – Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege; Dresden.

SCHULZ, J. (2000 a): Anbau und Verwertung von Faserlein (*Linum usitatissimum* L.). – Faltblatt – Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.

SCHULZ, J. (2000 b): Anbau und Verwertung von Hanf (*Cannabis sativa* L.). – Faltblatt - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.

SCHULZ, J. (2000 c): Faserpflanzen als Nachwachsende Rohstoffe. – Faltblatt - Sächs. Landesanst. f. Landwirtsch., Dresden.

STARK, A. & WETZEL, T. (1987): Fliegen der Gattung *Platypalpus* (Diptera, Empididae) – bisher wenig beachtete Prädatoren im Getreidebestand. – Z. ang. Ent. **103**: 1-14.

VAN ELSSEN, T. (1989): Ackerwildkrautbestände biologisch-dynamisch und konventionell bewirtschafteter Hackfruchtäcker in der Niederrheinischen Bucht. - *Lebendige Erde* **4**: 277-282.

VOLKMAR, C. & A. STARK (1991): Die Fritfliege (*Oscinella frit* (L.)) als Ährenschädling der Winter- und Sommergerste. - *Gesunde Pflanzen* **43**: 114-118.

VOLKMAR, C.; LÜBKE-AL HUSSEIN, M.; WETZEL, T. & K. SCHMUTZLER (1998): Ökologische Begleituntersuchungen in herbizidtolerantem Mais und Raps am Standort Friemar (Freistaat Thüringen). - *Z.PflKrankh.PflSchutz, Sonderh XVI*: 401-410.

WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands - Ulmer, Stuttgart.

9 Veröffentlichungen zum Projekt

VOLKMAR, C. & T. KREUTER (1998): Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf Webspinnen (Araneae) und Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) in der sächsischen Agrarlandschaft. - *Gesunde Pflanzen* **50**: 222 - 230.

VOLKMAR, C. & T. KREUTER (1998): Nützlinge in der Krautschicht von Sonderkulturen (Faserlein, Hanf, Kamille und Salbei) in verschiedenen Naturräumen des Freistaates Sachsen. - *DgaaE Nachrichten*: 106

VOLKMAR, C. & T. KREUTER (1999). Zur Bedeutung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe (Hanf, Faserlein) für Insektenzönosen der Bestände. - *UFOP-Schriftenr.* **14**: 193-202.

VOLKMAR, C. & T. KREUTER (2001). Untersuchungen zur Spinnen- und Laufkäferfauna auf einem Kamilleschlag bei Linz/Sachsen (Araneae; Col., Carabidae). - *Entomol. Nachr. u. Ber. (i. Dr.)*

VOLKMAR, C., KREUTER, T. & A. STARK (2000): Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe (Lein, Hanf, Kamille, Salbei) auf ausgewählte

Arthropodengruppen (Araneae, Coleoptera, Diptera) in der sächsischen Agrarlandschaft. - *Mitt. DGaaE* **12**: 411-418.

ZÖPHEL, B. & W. HEMPEL (2000): Bedeutung von Ackerwildkräutern im Hanfanbau und Eignung des Hanfanbaus zur Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau (dreijährige Untersuchungen in Sachsen). – *UFOP-Schriftenreihe* **14**: 281-285.

ZÖPHEL, B. & W. HEMPEL (2000): Auswirkungen des Anbaus von Salbei und Kamille auf die Ackerwildkrautvegetation (dreijährige Untersuchungen in Sachsen). – *Zeitschr. PflKrankh. PflSchutz., Sonderh. XVII*: 91-98.

ZÖPHEL, B.; KREUTER, T.; STARK, A. & C. VOLKMAR (2001): Auswirkungen des Anbaus von Hanf auf die Begleitvegetation und ausgewählte Arthropodengruppen. – *Abh.Ber.Naturkundemus. Görlitz (i.Dr.)*.

10 Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab.1:	Übersicht über die Standortbedingungen der Hauptuntersuchungsflächen zur Begleitflora und –fauna von Hanf, Flachs, Salbei und Kamille	7
Tab. 2:	Anbautechnische Daten zu Faserhanf in Sachsen (SCHULZ 2000b)	10
Tab. 3:	Erträge und Qualitäten bei Hanf unter sächsischen Anbaubedingungen (SCHULZ 2000c)	10
Tab. 4:	Spinnenfänge in Hanfkulturen (Gersdorf, Callenberg, Ebersbach, 1997–1999)	13
Tab. 5:	Barberfallen-Fängen auf Hanfschlägen; (Gersdorf, Callenberg, Ebersbach, 1997–1999)	14
Tab. 6:	Anbautechnische Daten der Hanf-Versuchsflächen Gersdorf/Ebersbach 1998	15
Tab. 7:	Erträge und Qualitäten von Hanf (ökologisch/konventionell, Ebersbach, Gersdorf 1998)	15
Tab. 8:	Wichtige Aspekte des Hanfanbaus aus Sicht der Begleitzönosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit	17
Tab. 9:	Anbautechnische Daten zu Flachs in Sachsen (SCHULZ 2000a)	18
Tab. 10:	Erträge und Qualitäten bei Flachs unter sächsischen Anbaubedingungen (SCHULZ 2000c)	18
Tab. 11:	Kenndaten der Beikrautzönose in ökologisch angebautem Flachs und Sommergetreide (Gerste, Hafer) (Großhartmannsdorf, 1997-99)	19
Tab. 12:	Spinnenfänge in Flachskulturen (Großhartmannsdorf, 1997–1999)	21
Tab. 13:	Maximale Regenwurm-Dichten und Biomassen auf Flachsfeldern (Großhartmanns-	

	dorf, 1997–1999).....	22
Tab. 14:	Barberfallen-Fänge auf Flachsschlägen (Großhartmannsdorf, 1997–1999).....	23
Tab. 15:	Barberfallen-Fänge auf zwei benachbarten Flachsschlägen (Großhartmannsdorf, 1997)....	23
Tab. 16:	Erträge und Qualitäten bei ökologischem und konventionellem Flachsanbau am Standort Großhartmannsdorf (1997-1999).....	25
Tab. 17:	Anbautechnische Daten der Flachsversuchsflächen Großhartmannsdorf (1997-1999).....	25
Tab. 18:	Wichtige Aspekte des Flachsbaus aus Sicht der Begleitzytosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit.....	26
Tab. 19:	Anbautechnische Daten zu Salbei in Sachsen (MÄNICKE 2000b).....	27
Tab. 20:	Erträge und Qualitäten bei Salbei unter sächsischen Anbaubedingungen (MÄNICKE 2000b).....	28
Tab. 21:	Gesamtartenzahlen, Gesamtauflauf/m ² und Gesamtindividuenzahlen/m ² ausgewählter Arten auf Salbeiflächen unterschiedlichen Alters (Freital, 1997-1999).....	29
Tab. 22:	Spinnenfänge auf Salbeischlägen (Freital, 1997-1999).....	30
Tab. 23:	Spinnenfänge mittels Barberfallen im Salbei (Freital, 1998/99).....	30
Tab. 24:	Laufkäferfänge im Salbei mittels Barberfallen (Freital, 1998).....	31
Tab. 25:	Kescherfänge (n=42) im Salbei (Freital, 1998/99).....	32
Tab. 26:	Regenwurm-Nachweise mittels Grabungen im Salbei (Freital, 1998, 5 Termine).....	33
Tab. 27:	Anbaudaten zum Salbeianbau am Versuchsstandort Freital.....	33
Tab. 28:	Wichtige Aspekte des Salbeianbaus aus Sicht der Begleitzytosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit.....	34
Tab. 29:	Anbautechnische Daten zu Kamille in Sachsen (MÄNICKE 2000a).....	35
Tab. 30:	Erträge und Qualitäten bei Kamille unter sächsischen Anbaubedingungen (RÖHRICHT & MÄNICKE 2001).....	35
Tab. 31:	Beikrautsamen in Kamillegrus (Mittelwerte 1997-1999, Anzahl pro 1g Grus, Linz).....	37
Tab. 32:	Spinnenfänge auf einem Kamilleschlag (Linz, 1997–1999).....	38
Tab. 33:	Spinnenfänge auf einem Kamillefeld (ökol.) und einer benachbarten Ackerfläche (konv.)(Linz 1998/99).....	38
Tab. 34:	Laufkäfer der Roten-Liste Sachsen auf einem Kamillefeld (Linz, 1997-1999).....	39
Tab. 35:	Käferfänge mittels Streifnetz (n=36) auf einem Kamilleschlag (Linz, 1997-1999).....	39
Tab. 36:	Kescherfänge (n=24) in Kamille (Linz, 1997/98).....	40

Tab. 37:	Anbautechnische Daten der Kamillekulturen am Untersuchungsstandort Linz.....	40
Tab. 38:	Erträge und Qualitäten der Versuchsflächen Kamilleanbau im Raum Linz (Sorte: Bodegold).....	41
Tab. 39:	Wichtige Aspekte des Kamilleanbaus aus Sicht der Begleitzytosen, des Pflanzenbaus und der Wirtschaftlichkeit (ökologischer Anbau).....	42

Tabellenverzeichnis Datenteil/Anhang/Anlagen

	Seite	
Tab. A1:	Kommentierte Artenliste der Beikräuter in allen vier Kulturen (1997-1999).....	51-53
Tab. A2:	Artenliste der Webspinnen (Aranae) in allen vier Kulturen (1997-1999).....	54-60
Tab. A3:	Artenliste der Laufkäfer (Carabidae) in allen vier Kulturen (1997-1999).....	61-63
Tab. A4:	Artenliste der Zweiflügler (Dipteren) in allen vier Kulturen (1997-1999).....	64
Tab. A5:	Artenliste der Regenwürmer (Lumbricidae) in Flachs und Salbei (1997/1998).....	

11 Abbildungsverzeichnis

	Seite	
Abb. 1:	Lage der Hauptuntersuchungsflächen zur Beurteilung der Beikrautvegetation und Arthropodenfauna.....	9
Abb. 2:	Erntereifer Hanfbestand.....	11
Abb. 3:	Mittlere Arten- bzw. Individuenzahlen an Segetalpflanzen in Hanfbeständen unterschiedlicher Maximal-Deckung (1997-99).....	12
Abb. 4:	Entwicklung von Individuenzahlen und Artenzahlen in einem optimalen (max. Deckung 95 %) und einem suboptimalen Hanfbestand (max. Deckung 70 %) und auf einer Fehlstelle (ökol. Schlag 1998, Ebersbach).....	12
Abb. 5:	Kescherfänge (n=36) in konventionell bzw. ökologisch angebautem Hanf (Gersdorf/Callenberg, 1997/98).....	15
Abb. 6:	Flachsfeld im ökologischen Landbau mit problematischen Beständen der Ackerkratzdistel.....	19
Abb. 7:	Individuenzahl, Trockenmasse und reproduktive Organe von drei Segetalarten auf Flachs- und Sommergetreidefeldern (ökol. Anbau Großhartmannsdorf, 1998/99).....	20
Abb. 8:	Artenzahlen und Artenspektrum der Beikräuter nach ökologischen Gruppen in	

	ökologisch bzw. konventionell angebautem Flachs (Großhartmannsdorf, 1997-1999)	23
Abb. 9:	Kescherfänge (n=36) in konventionell bzw. ökologisch angebautem Flachs (Großhartmannsdorf, 1997/98)	24
Abb. 10:	Blattläuse und ihre Gegenspieler in Kescherfängen im Flachs (Großhartmannsdorf, 1997).....	24
Abb. 11:	Blühendes Salbeifeld am Standort Freital	28
Abb. 12:	Diasporenbank auf Salbeifeldern unterschiedlichen Alters (Freital 1998, Frühjahr- und Herbstproben).....	29
Abb. 13:	Blühendes Kamillefeld am Standort Linz (Herbstkamille).....	36
Abb. 14:	Arten- und Individuenzahlen der Beikrautzönose auf Schlägen der ökologischen Fruchtfolge mit Kamille und konventionellen Schlägen (Linz 1997-1999).....	36
Abb. 15:	Anzahl keimfähiger Samen pro Individuum in Winterroggen, Herbstkamille und Frühjahrskamille für ausgewählte Segetalpflanzen (Linz, 1999)	37
Abb. 16:	Laufkäferfänge auf einem Kamillefeld (ökol.) und einer benachbarten Ackerfläche (konv.)(Linz, 1998/99)	39

12 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
As	Arsen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Cd	Cadmium
cm	Zentimeter
C/N	Kohlenstoff / Stickstoff – Verhältnis
Cu	Kupfer
DM	Deutsche Mark
dt	Dezitonnen
dt/ha	Dezitonnen pro Hektar
EU	Europäische Union
etc.	et cetera
g	Gramm
ha	Hektar
Hg	Quecksilber
IFS-Index	Feinheitsindex
Ind.	Individuen
K	Kalium
KAS	Kalkammonsalpeter
K ₂ O	Kaliumoxid
kg	Kilogramm
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und

	Geologie
m	Meter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
MDÄ	Mineraldüngungsäquivalent
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
ml	Milliliter
mm	Millimeter
n	Anzahl
N	Stickstoff
N _{min}	minimaler Stickstoffgehalt
NH ₄	Ammonium
NO ₃	Nitrat
NPK	Stickstoff-Phosphor-Kalium
P	Phosphor
PAR	photosynthetic activ radiation (photosynthetisch aktive Strahlung)
P ₂ O ₅	Phosphor(V)-oxid
pH-Wert	negativer dekadischer Logarithmus der Hydroniumionen-Konzentration
Pfl.	Pflanzen
T ha	Tausend Hektar
t	Tonnen
u.a	unter anderem
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
Zn	Zink
z.T.	zum Teil

13 Information und Adressen

Auskünfte

Erzeugergemeinschaft „Sachsen-Lein“ w.V.,
Grillenburger Str. 54, 09600 Naundorf

Erzgebirgische Flachs GmbH, Hauptstr. 96,
09619 Voigtendorf

Sachsen-Leinen e.V., Ebersbacher Str. 1,
08396 Waldenburg

Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie,
Stabsstelle Umwelt und Raumnutzung, Zur Wetterwarte
11, 01109 Dresden

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau,
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig

Sächsischer Heil- und Gewürzpflanzenverein e. V. (SHG),
Herr Weißbach, Wiesenweg 21, 09456 Mildenaun

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt
und Landwirtschaft, Referat 33, 01075 Dresden

14 Glossar

Abundanzen	Individuen-Dichten	nitrophil	stickstoffliebend
Achänen	Verbreitungseinheit der Korbblütler	olfaktorisch	Orientierung über den Geruchssinn
adult	ausgewachsen, erwachsen	ombrophil	bevorzugt in Lebensräumen mit hoher Luftfeuchte
aeronautisch	im Luftstrom verbreitet	Parasitoide	Parasiten, die ihren Wirt im Laufe der Entwicklung allmählich töten
Antheren	Staubbeutel	phänologisch	das Erscheinen bestimmter Entwicklungsphasen betreffend
Archaeophyt	seit prähistorischer oder frühhistorischer Zeit eingebürgerte Pflanzen	phytophag	pflanzliche Ernährung
Arthropoden	Gliedertiere	stenök	nur geringe Schwankungstoleranz von Umweltfaktoren
Diversität	Mannigfaltigkeit, hier α -Diversität innerhalb einer Gemeinschaft	stenotop	auf bestimmte Lebensräume angewiesen
epigäisch	auf dem Erdboden lebend	trophisch	Quantität und Qualität der Nahrung betreffend
euryök	hohe Schwankungstoleranz von Umweltfaktoren	ubiquitär	in sehr vielen Lebensräumen, fast überall, vorkommend
hygrophil	bevorzugt in feuchten und nassen Lebensräumen	xerophil	warm-trockene Bedingungen bevorzugend
Infloreszenz	Blütenstand	xerophytisch	warm-trockene Bedingungen tolerierend
mesök	mittlere Schwankungstoleranz von Umweltfaktoren	Zönose	Lebensgemeinschaft
		zoophag	tierische Ernährung

15 Anhang

Nachwachsende Rohstoffe

Tab. A1: Kommentierte Artenliste der Beikräuter in allen vier Kulturen (1997-1999)

Deutscher Pflanzenname	Wissensch. Pflanzenname*	RL Sachsen 1999 ökol. AC**	Zeigerpflanze	Hanf				Flachs			Salbei		Kamille																	
				Häufigkeit	U	R	Häufigk.	P	Häufigkeit	Häufigkeit	Samenreife																			
				MEG VL LHL DH			Flachs konv. Flachs ökol. SG ökol.		1.-3. Jahr 6.-8. Jahr konv.-WG	Frühj.-K. (ökol.) Herbst-K. (ökol.) W-Roggen (ökol.) W-Getreide (konv.)	Frühj.-K. Herbst-K. W-Roggen																			
	Anzahl der Schläge			10	1	1	1			3	3	3		3	3	7	4	3	4	5										
Acker-Filzkraut	<i>Filago arvensis</i> L.		(15)				1																							
Acker-Frauenmantel	<i>Aphanes arvensis</i> L.	V	11				1	t	0		1	T					3	3	3				k(u)	v	v(u)					
Acker-Gänsedistel	<i>Sonchus arvensis</i> L.		29b				3		s	0(1)	2	3	2	P		2														
Acker-Gauchheil	<i>Anagallis arvensis</i> L.		29a				2		3	t	0	1	2	T				3	2	3				k	u	v(u)				
Acker-Hederich	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.		12	S			2					2	1	P				2	2	2										
Acker-Hellerkraut	<i>Thlaspi arvense</i> L.		29b				3	3	3	3	m	0	1	1	(P)		2	1	2					k	v(u)	v				
Acker-Hundskamille	<i>Anthemis arvensis</i> L.		12	S			3		t	0																				
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		29a				3	1	2	s	0	3	3	3	P		1	2	2					1	2	3	k	k	(v)	
Acker-Krummhals	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.		12	S					2																					
Acker-Lichtnelke	<i>Silene noctiflora</i> L.	2	8	B								1	1																	
Acker-Schachtelhalm	<i>Equisetum arvense</i> L.		21	F			2					1	1	2																
Acker-Schmalwand	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.		16															3	3	3				v	v	v				
Acker-Senf	<i>Sinapis arvensis</i> L.		9	B			3		s	1																				
Acker-Spark	<i>Spergula arvensis</i> L.		13	S			2	2	1	t	0	2	3	T				3	2	2				v	v	u(v)				
Acker-Steinsame	<i>Lithospermum arvense</i> L.	V	7b	B																										
Acker-Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i> Murray		30a				3	3	3	2	s	0	3	3	3	(P)	3	3	3					2	2	1	k	u?	v	
Acker-Vergißmeinnicht	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.		10				3	3	2	t	0	3	3	3			3	3	3					3	3	3	v	v	u(v)	
Acker-Winde	<i>Convolvulus arvensis</i> L.		29a				1										1	1	1											
Acker-Windhalm	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.		12	S					2	t	0						1	2						2	2	2	k	k(u)	v	
Acker-Zahntrout	<i>Odonites vernus</i> (Bellardi) Dumort.	3	7b	B									1	T																
Ampfer-Knöterich	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre		28				3	3		s	1	2	2	2	P															
Aufrechter Sauerklee	<i>Oxalis stricta</i> L.						2																							
Aufrechtes Mastkraut	<i>Sagina micropetala</i> Rauschert	2																												
Bochons Fuchsschwanz	<i>Amaranthus bouchonii</i> Thell.								3	s	0(1)																			
Breit-Wegerich	<i>Plantago major</i> L.						1	1	1			2	1	1	T		1	1												
Dach-Pippau	<i>Crepis tectorum</i> L.						2		t	0																				
Deutsches Weidelgras	<i>Lolium perenne</i> L.		33a				2		1			1	2	2	P		2	1	1											
Dinkel	<i>Triticum spelta</i> L.						2																							
Dreiteiliger Ehrenpreis	<i>Veronica triphyllos</i> L.	3	16																					3	3	3	v	v	v	
Drüsiges Weidenröschen	<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.						2										1	1												
Echte Kamille	<i>Matricaria recutita</i> L.		11						3	t	0																			
Efeu-Ehrenpreis	<i>Veronica hederifolia</i> L.		29a														3	3	1					1	3	2	2	k	v	v
Einjährige Rispe	<i>Poa annua</i> L.		10				3	3	3	1	t	0	3	3	3	T	3	2	3					3	3	3	3	u	v	v
Einjähriger Feinstrahl	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.																													
Einjähriger Knäuel	<i>Scleranthus annuus</i> L.		13	S					2	t	0		1	1	T									3	3	3	k(u)	v	v(u)	
Feld-Ehrenpreis	<i>Veronica arvensis</i> L.		12	S			2	2	2	t	0	1	2	3	T		1	1						3	3	3	v(u)	v	u	
Feld-Klee	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.																								1	1	1			
Floh-Knöterich	<i>Persicaria maculosa</i> Gray		10				3		s	0		2	2	3	P		1	2												
Flug-Hafer	<i>Avena fatua</i> L.	3	7b	B									1	1	1															
Frühlings-Hungerblümchen	<i>Erophila verna</i> (L.) DC.		16																						1	2	2	u	v	v
Gänse-Fingerkraut	<i>Potentilla anserina</i> L.		21	F			2																							
Gemeiner Beifuß	<i>Artemisia vulgaris</i> L.						2		2				1	1	P									1	1	1				
Gemeiner Rainfarn	<i>Tanacetum vulgare</i> L.						2																							
Gemeiner Windenknöterich	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve		30a				3	3	3	3	s	1	3	3	3	P	3	3	3					3	3	3	2	k	u	v
Gemeines Greiskraut	<i>Senecio vulgaris</i> L.		27b				2										1	2												
Gemeines Hornkraut	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.		33a				2						2	T		1	1							1	1					
Gerste	<i>Hordeum vulgare</i> L.								1																					
Geruchlose Kamille	<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Merat) Lainz		10				3	2	3	1	t	0	2	2	3		3	1	3											
Geschnäbelter Erdrrauch	<i>Fumaria rostellata</i> Knaf	D											2	3	2															
Gewöhnliche Besenraute	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Prantl		8b	B																										
Gewöhnliche Sumpfkresse	<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser		22	F			2																							
Gewöhnliche Zaunwinde	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.		22	F			2																							
Gewöhnlicher Erdrrauch	<i>Fumaria officinalis</i> L.		9				2		2	t	0	1					1	2						1						
Gewöhnlicher Rainkohl	<i>Lapsana communis</i> L.		9				3	3		m	3	2	3	3																
Gewöhnliches Rispengras	<i>Poa trivialis</i> L.		20	F			2					1	1	1	T															
Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv.																													
Große Brennnessel	<i>Urtica dioica</i> L.						2																							
Großer Sauerampfer	<i>Rumex acetosa</i> L.						2																							
Grüne Borstenhirse	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.		26	G																				2	2	1	k	u	?	
Hasen-Klee	<i>Trifolium arvense</i> L.		14																					2	2	2	k	u	v(u)	

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab. A1: Kommentierte Artenliste der Beikräuter in allen vier Kulturen (1997-1999)

Deutscher Pflanzenname	Wissensch. Pflanzenname*	RL Sachsen 1999 ökol. AG**	Zeigerpflanze	Hanf				Flachs			Salbei			Kamille								
				Häufigkeit	U	R		Häufigk.	P		Häufigkeit	Häufigkeit	Samenreife									
				MEG	VL	LHL	DH	Flachs konv.	Flachs ökol.	SG ökol.	1.-3. Jahr	6.-8. Jahr	konv. WG	Frühj.-K. (ökol.)	Herbst-K. (ökol.)	W-Roggen (ökol.)	W-Getreide (konv.)	Frühj.-K.	Herbst-K.	W-Roggen		
Hundspetersilie	<i>Aethusa cynapium</i> L.	7b	(B)	2					2	2	T											
Kanadische Goldrute	<i>Solidago canadensis</i> L.			2																		
Kanadisches Berufkraut	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	12	S		1	3	s	0								2	1					
Kartoffel	<i>Solanum tuberosum</i> L.			1					1													
Kleinblütiges Franzosenkraut	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	26	G, N												2	1					k	
Kleiner Sauerampfer	<i>Rumex acetosella</i> L.	13	S	2									1		2	1	2					
Kleiner Storchschnabel	<i>Geranium pusillum</i> Burm. F.	27b		2	3	1	1	s	0				2	2	2	2	2	3			k(u) v v	
Kleines Mäuseschwänzchen	<i>Myosurus minimus</i> L.	3 17a	KF												1	2	1					
Kleinköpfiger Pippau	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.			2																		
Kletten-Labkraut	<i>Galium aparine</i> L.	9		3		3	s	1					3	3	3						2	
Kohl-Gänsedistel	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	27a	G	2					1				2	3	1						1	
Kompablattich	<i>Lactuca serriola</i> L.			2									1								1 1	
Kornblume	<i>Centaurea cyanus</i> L.	31			1	3	t	0	1						1	1	2				1 1 2	
Krauser Ampfer	<i>Rumex crispus</i> L.	20	F	2		1															1 1	
Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i> L.	21	F	2									1								1	
Kriech-Quecke	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	30a		3	3	2	s	-	3	3	3	P	1	1	3	2	2	2			2 2 2	
Kröten-Binse	<i>Juncus bufonius</i> L.	17a	KF	2					1	1	T				3	3	2				3 3 2	
Loesels-Rauke	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.				2	2	s	0													1	
Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers	29a		3	2	1	3	s	0	2	3	3		3	3	2					1 1 2	
Moschus-Malve	<i>Malva moschata</i> L.																					
Niederliegendes Mastkraut	<i>Sagina procumbens</i> L.	18	KF						1	2	1	T									1 1	
Persischer Ehrenpreis	<i>Veronica persica</i> Poir.	9	(B)	2	1		s	1	2	2	2	T	1	2							1 1 2	
Persischer Klee	<i>Trifolium resupinatum</i> L.								2	2												
Phacelie	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth																				1	
Purpurrote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i> L.	27a	G	2	2	2	2	t	0	1				2							2 3 3 v v v	
Quendel-Sandkraut	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	9					2	t	0	1	1	T			3	3	3				k(u) v v(u)	
Raps	<i>Brassica napus</i> L.			2	3	3	s	0	1	2	2	P	1	1							1 1 1	
Rauhaarige Wicke	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	11	(S)	3	1		t	0	2	3	(P)				2	2	3				k u v	
Rauhe Gänsedistel	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	27a	G	3	1	1	t	0	1	1	P		3	3	2						1	
Reiherschnabel	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	30b			1										2	2	3				k v v(u)	
Roggen	<i>Secale cereale</i> L.					3				1											1	
Rote Schuppenmiere	<i>Spergularia rubra</i> (L.) J.Presl & C.Presl	13	S												3	2	2				3 2 2	
Roter Gänsefuß	<i>Chenopodium rubrum</i> L.				3		m	1														
Saathafer	<i>Avena sativa</i> L.								1	1												
Sand-Hornkraut	<i>Cerastium semidecandrum</i> L.																				1 2 2	
Sandmohn	<i>Papaver argemone</i> L.	30b			1										1	1	2				v v v(u)	
Sand-Vergißmeinnicht	<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	13													2	3	2				v v u(v)	
Schlitzblättr. Storchschnabel	<i>Geranium dissectum</i> L.	33b		2			t	0														
Schmalblättrige Wicke	<i>Vicia angustifolia</i> L.	29a		2	2				1	2	3	P	1	1	1	3	3	3	2			k u v
Silber-Fingerkraut	<i>Potentilla argentea</i> L.														1	1	2				1 1 2	
Sonnenblume	<i>Helianthus annuus</i> L.			2																		
Sonnenwend-Wolfsmilch	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	9	B, N	2	2	3	t	0	2	2				2							1 1 1	
Spieß-Melde	<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.			2																		
Spreizende Melde	<i>Atriplex patula</i> L.	27a	G	2		2	t	0	1		P		2	2	2							
Stechender Hohlzahn	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	10		3	3		t	0	2	2	3	P		1								
Stengelumf. Taubnessel	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	29b		3	3	3	t	0		1	(T)		1	1	1	2	3	2	1		v v v	
Strahlenlose Kamille	<i>Matricaria discoidea</i> DC.			2	2	2	t	0	1	2	3		1	1	1	2	1	2			k ? v	
Stumpfblättriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i> L.			3	2	1															1	
Sumpf-Ruhrkraut	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	17a	KF	2	1				1		T		1	1		3	2	2				
Sumpf-Ziest	<i>Stachys palustris</i> L.	21	F	2	1		s	?	2	1												
Taube Trespe	<i>Bromus sterilis</i> L.					2	s	0														
Thymian-Ehrenpreis	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	18	KF						1	1	T											
Tüpfel-Hartheu	<i>Hypericum perforatum</i> L.																				1	
Ungarische Rauke	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.					2																
Vielblütiges Weidelgras	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.					2								1								
Vielsamiger Breit-Wegerich	- ssp. <i>Intermedia</i> (Gilib.) Lange	17a	KF	2	2				1	1	2	T		1		2	2					
Vielsamiger Gänsefuß	<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	24	N	2																		
Vierkantiges Weidenröschen	<i>Epilobium tetragonum</i> L.								1	1												
Viersamige Wicke	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	11		2										1		2	2	2				
Vogelkirsche	<i>Prunus avium</i> L.													1								
Vogelknöterich	<i>Polygonum aviculare</i> L.	30a		3	1	3	3	s	0	3	3	3	P	3	3	3	3	3	2			k u v
Vogelmiere	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	28		3	2	3	3	t	0	2	3	3	(T)	3	3	3	3	3	2			k(u) v v
Vogel-Wicke	<i>Vicia cracca</i> L.	33a		2																		
Wasser-Knöterich	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbré	22	F	2						1	P											
Wasserpfeffer	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbré	18	KF	2			t	0	1	2	1											

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab. A1: Kommentierte Artenliste der Beikräuter in allen vier Kulturen (1997-1999)

Deutscher Pflanzenname	Wissensch. Pflanzenname*	RL Sachsen 1999 ökol. AG**	Zeigerpflanze	Hanf				Flachs			Salbei			Kamille									
				Häufigkeit	U	R		Häufigk.	P		Häufigkeit	Häufigkeit	Samenreife										
				MEG	VL	LHL	DH			Flachs konv.	Flachs ökol.	SG ökol.	1.-3. Jahr	6.-8. Jahr	konv. WG	Früh.-K. (ökol.)	Herbst-K. (ökol.)	W-Roggen (ökol.)	W-Getreide (konv.)	Früh.-K.	Herbst-K.	W-Roggen	
Weg-Rauke	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	8b	(B)	2	1	1										1	1						
Weiche Trespe	<i>Bromus hordeaceus</i> L.					1								1	1		1	1					
Weichhaariger Hohlzahn	<i>Galeopsis pubescens</i> Besser				3		s	l															
Weidenröschen	<i>Epilobium spec.</i>																1	1					
Weißer Lichtnelke	<i>Silene latifolia</i> Poir.	33b													1								
Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i> L.	28	N	3	3	3	3	m	2	3	3	3	P	3	3	3	3	3	3	k	u	v	
Weißer Steinklee	<i>Melilotus albus</i> Medik.			2																			
Weißes Straußgras	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	20	F	2																			
Weiß-Klee	<i>Trifolium repens</i> L.	33a		2	1					2	1	1	(T)	1	1		1						
Weizen	<i>Triticum aestivum</i> L.									1	1				1								
Wiesen-Bärenklau	<i>Heracleum sphondylium</i> L.			2																			
Wiesen-Kerbel	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.														1	1							
Wiesen-Klee	<i>Trifolium pratense</i> L.				1																		
Wiesen-Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i> L.			2											1		1						
Wiesen-Lieschgras	<i>Phleum pratense</i> L.	33a		2	3		t	0		1	2	3	P		1		1						
Wiesen-Rispengras	<i>Poa pratensis</i> L.													1	2	1							
Wiesen-Schafgarbe	<i>Achillea millefolium</i> L.	33a		2													1	1	2				
Wilde Möhre	<i>Daucus carota</i> L.				1																		
Wolliges Honiggras	<i>Holcus lanatus</i> L.			2																			
Zottel-Wicke	<i>Vicia villosa</i> Roth	30b																1					
Zotiges Franzosenkraut	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F. Blake	26	G, N	3	2		s	2		1	1			1	1	1							

* Nomenklatur entsprechend WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998)

** ökologische Artengruppe nach HILBIG et al. (1962)

Rote Liste Sachsen (SCHULZ 1999)

- 2 - stark gefährdet
- 1 - gefährdet
- V - Vorwarnliste
- DU - Datenlage unzureichend

Zeigerpflanzen für

- B - Basen
- S - Säure
- N - Stickstoff
- F - Feuchte
- KF - Krümenfeuchte
- G - Gare

Häufigkeiten

- 1 - selten
 - 2 - mittlere Häufigkeit
 - 3 - sehr häufig
- (Häufigkeiten entsprechend der Stetigkeiten, nicht der Individuenzahlen!)

zusätzliche Angaben:

Hanf:

- U - Unterdrückung durch den Hanf
- m - mäßig (5-10 % Überlebensrate)
- s - stark (<5 % Überlebensrate)
- t - total (0 % Überlebensrate)
- R - Reproduktion im Hanf
- 0 - keine
- 1 - kaum bis sehr gering
- 2 - gering

- MEG Mittleres Erzgebirge
- VL Vogtland
- LHL Löbhubergland
- DH Dübener Heide

Flachs:

- P - Problemarten in Flachs
- P - Problemart
- (P) - problematisch bei hohen Individuenzahlen
- T - gut tolerierbar
- (T) - gut tolerierbar bei geringen Individuenzahlen

Kamille:

- Entwicklung bis zur Samenreife
- v - vollständig
- u - unvollständig
- k - keine

- SG Sommergetreide
- WG Wintergetreide

Nachwachsende Rohstoffe

Tab.A2: Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

- * RL = Gefährdungskategorie in der Roten Liste Sachsen
 ** HI = Häufigkeitsindex der Art für mitteldeutschen Ackerflächen: hh = häufig, h = regelmäßig, s = sporadisch, ss = selten anzutreffen
 *** N = Erstnachweise für den jeweiligen Naturraum

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
Agelenidae																
<i>Agelena labyrinthica</i> (CLERCK)		s											+			
<i>Histoipona torpida</i> (C. L. KOCH)		s											+	+		
<i>Tegenaria agrestis</i> (WALCKENAER)		h								+		+				
Amaurobiidae																
<i>Amaurobius fenestralis</i> (STROEM)		ss												+		+
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER)		s								+	+		+	+		
Araneidae																
<i>Aculepeira ceropegia</i> (WALCKENAER)		s									+	+	+		+	
<i>Araneus sturmi</i> (HAHN)		s				+							+			
<i>Araniella cucurbitina</i> (CLERCK)		s											+	+		
<i>Araniella opisthographa</i> (KULCZYNSKI)		s				+	+		+				+	+		
<i>Larinioides cornutus</i> (CLERCK)		s				+										
<i>Mangora acalypha</i> (WALCKENAER)		h	+			+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Neoscona adianta</i> (WALCKENAER)	3	ss												+		
Clubionidae																
<i>Cheiracanthium campestre</i> LOHMANDER		ss											+			+
<i>Clubiona comta</i> C. L. KOCH		ss												+		+
<i>Clubiona lutescens</i> WESTRING		s		+										+		+
<i>Clubiona neglecta</i> O.P.CAMBRIDGE		s		+						+	+	+	+			+
<i>Clubiona reclusa</i> O.P.CAMBRIDGE		s					+			+	+	+	+	+	+	+
<i>Clubiona subtilis</i> L. KOCH	3	ss											+			+
<i>Clubiona terrestris</i> WESTRING		ss												+		+
<i>Clubiona trivialis</i> C. L. KOCH		ss											+			

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille					
Zum Vorkommen der Arten:		RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
Dictynidae																	
<i>Argenna subnigra</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	4	ss		+	+												
<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS)		s										+	+			+	+
<i>Dictyna arundinacea</i> LINNAEUS		s					+										
<i>Nigma flavescens</i> (WALKENAER)		ss													+		+
Dysderidae																	
<i>Entelecaria congenera</i> (O.P.CAMBRIDGE)	2	ss				+	+		+								
<i>Erigone atra</i> BLACKWALL		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	
<i>Erigone dentipalpis</i> (WIDER)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	
<i>Erigone longipalpis</i> (SUNDEVALL)		hh														+	
<i>Erigonella hiemalis</i> (BLACKWALL)		s									+			+	+	+	
<i>Gnathonarium dentatum</i> (WIDER)		s	+				+			+		+					+
<i>Gongylidiellum latebricola</i> (O.P.CAMBRIDGE)		s											+	+	+	+	
<i>Gongylidiellum vivum</i> (O.P.CAMBRIDGE)		s											+	+	+	+	
<i>Lepthyphantes mansuetus</i> -Gruppe		ss												+			
<i>Lepthyphantes obscurus</i> (BLACKWALL)		s				+	+		+				+				+
<i>Lepthyphantes pallidus</i> - Gruppe		h	+			+	+			+				+			
<i>Lepthyphantes tenuis</i> -Gruppe		hh	+	+		+	+			+	+		+	+	+	+	
<i>Leptorhoptrum robustum</i> (WESTRING)		h	+	+		+	+	+			+						
<i>Linyphia hortensis</i> SUNDEVALL		s								+				+			
<i>Linyphia triangularis</i> (CLERCK)		s											+	+			
<i>Maso sundevalli</i> (WESTRING)		s								+		+					
<i>Meioneta beata</i> (O.P.-CAMBRIDGE) %	3	ss								+	+	+					
<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. KOCH)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	
<i>Meioneta saxatilis</i> (BLACKWALL)		s				+	+			+							
<i>Macrargus herbigradus</i> (BLACKWALL)		h				+				+	+		+	+	+	+	
<i>Macrargus rufus</i> (WIDER)		s												+			
<i>Macrargus subaequalis</i> (WESTRING)		h	+	+						+	+	+	+			+	+

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
<i>Microlinyphia pusilla</i> (SUNDEVALL)		h	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Microneta viaria</i> (BLACKWALL)		s								+			+	+		
<i>Mioxena blanda</i> (SIMON)		s		+	+	+							+		+	
<i>Moebelia penicillata</i> (WESTRING)		s		+	+											
<i>Neriere clathrata</i> (SUNDEVALL)		s								+	+		+	+		
<i>Oedothorax apicatus</i> (BLACKWALL)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Oedothorax fuscus</i> (BLACKWALL)		h	+	+		+	+						+		+	
<i>Oedothorax retusus</i> (WESTRING)		h	+	+		+	+	+		+	+		+			
<i>Ostearius melanopygius</i> (O.P.CAMBRIDGE)		h		+			+		+	+		+				
<i>Panamomops mengei</i> SIMON		s												+		+
<i>Pelecopsis parallela</i> (WIDER)		s								+			+			
<i>Pelecopsis radicola</i> (L. KOCH)		s												+		
<i>Pocadicnemis juncea</i> LOCKET & MILLIDGE		s								+	+		+		+	
<i>Poecilonea variegata</i> (BLACKWALL)	4	ss					+		+							
<i>Porrhomma microphthalmum</i> (O.CAMBRIDGE)		hh	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Saaristoa abnormis</i> (BLACKWALL)		s												+		
<i>Savignia frontata</i> (BLACKWALL)		s											+	+		
<i>Silometopus reussi</i> (THORELL)		s	+										+			+
<i>Stemonyphantes lineatus</i> (LINNAEUS)		s		+						+	+					
<i>Tallusia experta</i> (O.P.-CAMBRIDGE)		s													+	
<i>Tapinocyba insecta</i> (L. KOCH)		s		+									+	+		
<i>Tapinocyba praecox</i> (O.P.-CAMBRIDGE)		s									+	+				
<i>Tapinopa longidens</i> (WIDER)		s								+	+	+				
<i>Thyreosthenius parasiticus</i> (WESTRING)		ss												+		+
<i>Tiso vagans</i> (BLACKWALL)		h		+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Trematocephalus cristatus</i> (WIDER)		s		+		+			+					+		

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
<i>Troxochrus nasutus</i> SCHENKEL		ss	+		+											
<i>Troxochrus scabriculus</i> (WESTRING)		h		+						+		+		+	+	+
<i>Walckenaeria acuminata</i> BLACKWALL		s									+	+		+		
<i>Walckenaeria alticeps</i> (DENIS)		s												+		+
<i>Walckenaeria antica</i> (WIDER)		s											+	+		
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O.P.CAMBRIDGE)		h								+			+	+		
<i>Walckenaeria corniculans</i> (O.CAMBRIDGE)		s		+						+	+	+		+		+
<i>Walckenaeria cucullata</i> (C. L. KOCH)		s								+				+		+
<i>Walckenaeria dysderoides</i> (WIDER)		h		+						+	+	+		+		+
<i>Walckenaeria furcillata</i> (MENGE)		s								+				+		
<i>Walckenaeria nudipalpis</i> (WESTRING)		s		+												
<i>Walckenaeria vigilax</i> (BLACKWALL)		h	+	+		+	+	+		+	+	+				
Liocranidae																
<i>Agroeca brunnea</i> (BLACKWALL)		s									+			+		
<i>Phrurolithus festivus</i> (L. C. KOCH)		h		+							+		+		+	
Lycosidae																
<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK)		s								+	+		+		+	
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (CLERCK)		h	+	+			+	+				+				
<i>Pardosa agrestis</i> (WESTRING)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Pardosa amentata</i> (CLERCK)		h	+	+		+	+	+		+	+		+	+		
<i>Pardosa lugubris</i> (WALCKENAER)		h				+		+		+	+		+	+	+	
<i>Pardosa monticola</i> (CLERCK) %		h											+		+	+
<i>Pardosa nigriceps</i> (THORELL)		ss											+	+		
<i>Pardosa palustris</i> (LINNAEUS)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+		+	
<i>Pardosa prativaga</i> (L. KOCH)		hh		+		+	+						+	+	+	
<i>Pardosa pullata</i> (CLERCK)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+		+	

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
<i>Pirata hygrophilus</i> THORELL		s													+	
<i>Pirata latitans</i> (BLACKWALL)		s	+	+												
<i>Pirata piraticus</i> (CLERCK)		s		+		+							+			
<i>Trochosa ruricola</i> (DE GEER)		h	+	+		+	+			+	+		+	+	+	
<i>Trochosa terricola</i> THORELL		h								+	+		+	+	+	
<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. KOCH)	4	s									+	+	+		+	+
<i>Xerolycosa nemoralis</i> (WESTRING)		s												+		
Mimetidae																
<i>Ero furcata</i> (VILLERS)		s												+		
Philodromidae																
<i>Philodromus aureolus</i> (CLERCK)		s								+		+		+		+
<i>Philodromus cespitum</i> (WALCKENAER)		s	+											+		+
<i>Philodromus collinus</i> C. L. KOCH		s	+			+	+				+	+		+		+
<i>Philodromus dispar</i> WALCKENAER		s												+		+
<i>Tibellus oblongus</i> (WALCKENAER)		h								+		+	+	+		+
Pisauridae																
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK)		h		+						+	+	+		+	+	
Salticidae																
<i>Ballus chalybeius</i> (WALCKENAER)		s								+		+				
<i>Bianor aurocinctus</i> (OHLERT)		s								+		+	+		+	
<i>Euophrys frontalis</i> (WALCKENAER)		h	+		+					+		+	+	+		
<i>Evarcha arcuata</i> (CLERCK)		s											+			
<i>Heliophanus cupreus</i> (WALCKENAER)		s												+		+
<i>Heliophanus flavipes</i> HAHN		s												+		+
<i>Pellenes tripunctatus</i> (WALCKENAER)		s											+			+
<i>Salticus zebraneus</i> (C. L. KOCH)		SS								+		+				

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf				Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:		RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
Segestriidae																	
<i>Segestria senoculata</i> LINNAEUS			SS								+		+				
Tetragnathidae																	
<i>Metellina mengi</i> (BLACKWALL)			SS												+		+
<i>Metellina segmentata</i> (CLERCK)			s												+		
<i>Pachygnatha clercki</i> SUNDEVALL			h	+	+		+	+						+	+	+	
<i>Pachygnatha degeeri</i> SUNDEVALL			hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Tetragnatha extensa</i> (LINNAEUS)			h	+			+							+	+		
<i>Tetragnatha pinicola</i> L. KOCH			h	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	
Theridiidae																	
<i>Achaearanea lunata</i> (CLERCK)			s						+	+							
<i>Achaearanea riparia</i> (BLACKWALL)			h	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			+
<i>Achaearanea tepidariorum</i> (C. L. KOCH)			s						+	+							
<i>Anelosimus vittatus</i> (C. L. KOCH)			s								+	+	+	+	+		+
<i>Enoplognatha latimana</i> HIPPA & OKSALA %		??	s								+	+	+		+		+
<i>Enoplognatha ovata</i> (CLERCK) %			s	+	+						+	+			+		
<i>Enoplognatha thoracica</i> (HAHN)			h								+	+	+	+		+	+
<i>Episinus angulatus</i> (BLACKWALL)			SS													+	+
<i>Episinus truncatus</i> LATREILLE		4	SS													+	+
<i>Paidiscura pallens</i> (BLACKWALL)			SS	+		+											
<i>Robertus arundineti</i> (O.P.-CAMBRIDGE)			s		+				+								
<i>Robertus lividus</i> (BLACKWALL)			h		+		+				+				+		
<i>Robertus neglectus</i> (O.P.-CAMBRIDGE)			s		+	+											
<i>Theridion bimaculatum</i> (LINNAEUS)			h	+	+		+	+			+	+		+	+	+	
<i>Theridion impressum</i> L. KOCH			hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Theridion sisyphium</i> (CLERCK)			s				+										

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A2 : Artenliste der Webspinnen (Araneae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen, Streifnetz und Gelbschalen in vier sächsischen Naturräume

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):		Hanf			Flachs				Salbei			Kamille				
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	N***	An- bau ökol.	An- bau konv.	Haf. Erb.	N***	Alt- anlage	Jung- anlage	N***	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.	N***
<i>Theridion tinctum</i> (WALCKENAER)		S					+		+				+			+
<i>Theridion varians</i> HAHN		S									+	+		+		
Thomisidae																
<i>Diaea dorsata</i> (FABRICIUS)		SS					+									
<i>Ozyptila claveata</i> (WALCKENAER)	3	SS									+					
<i>Ozyptila simplex</i> (O. P.-CAMBRIDGE)	3	SS											+			+
<i>Xysticus cristatus</i> (CLERCK)		hh	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Xysticus kochi</i> THORELL		h	+	+		+				+	+		+	+	+	
Uloboridae																
<i>Hyptiotes paradoxus</i> (C. L. KOCH)		SS		+	+											
Zoridae																
<i>Zora silvestris</i> KULCZYNSKI	3	SS								+		+				
<i>Zora spinimana</i> (SUNDEVALL)		S								+			+	+	+	

Nachwachsende Rohstoffe

Tab.A3: Artenliste der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen in vier sächsischen Naturräumen

* R = Gefährdungskategorie in der Roten Liste Sachsen; ** HI = Häufigkeitsindex der Art für mitteldeutsche Ackerflächen: hh = häufig, h = regelmäßig, s = sporadisch, ss = selten anzutreffen

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):			Hanf		Flachs			Salbei		Kamille		
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	An- bau ökol.	An- bau konv.	Hafer Erbs.	Alt- anlage	Jung- anlage	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.
	<i>Abax carinatus</i> (DUFTSCHMID)	4	ss	+								
<i>Acupalpus flavicollis</i> (FABRICIUS)		ss								+		
<i>Acupalpus meridianus</i> (LINNÉ)		h	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Acupalpus parvulus</i> (STURM)		ss								+		
<i>Agonum mülleri</i> (HERBST)		h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Agonum sexpunctatum</i> (LINNÉ)		ss-s			+					+	+	
<i>Agonum thoreyi</i> DEJEAN		s									+	
<i>Amara aenea</i> (DE GEER)		hh	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amara apricaria</i> (PAYKULL)		hh			+							
<i>Amara aulica</i> (PANZER)		h	+	+	+			+	+	+		
<i>Amara bifrons</i> (GYLLENHAL)		hh	+	+	+	+	+	+		+		
<i>Amara communis</i> (PANZER)		h		+		+				+		
<i>Amara consularis</i> (DUFTSCHMID)		h	+		+	+		+		+		
<i>Amara convexior</i> STEPHENS		hh	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Amara equestris</i> (DUFTSCHMID)		s	+					+		+		
<i>Amara familiaris</i> (DUFTSCHMID)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amara fulva</i> (MÜLLER)		s				+						
<i>Amara littorea</i> THOMSON	2	ss-s								+		
<i>Amara lunicollis</i> SCHIÖDTE		ss-s			+	+		+			+	
<i>Amara majuscula</i> CHAUDOIR		h			+							
<i>Amara montivaga</i> STURM	3	ss						+	+			
<i>Amara ovata</i> (FABRICIUS)	R	s	+	+				+		+	+	
<i>Amara plebeja</i> (GYLLENHAL)		h		+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Amara similata</i> (GYLLENHAL)		hh	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Amara tibialis</i> (PAYKULL)		h			+					+		+
<i>Anchomenus dorsalis</i> (PONT.)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABR.)		h	+	+	+	+				+	+	+
<i>Asaphidion flavipes</i> (LINNÉ)		h	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>Badister bullatus</i> (SCHRANK)		s-h				+		+				+
<i>Badister lacertosus</i> STURM		ss-s									+	
<i>Bembidion lampros</i> (HERBST)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bembidion obtusum</i> AUD.-SERV.		h		+					+		+	
<i>Bembidion mannerheimii</i> SAHLBERG		ss									+	
<i>Bembidion properans</i> STEPHENS		hh	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (LINNÉ)		h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bembidion tetracolum</i> SAY		h			+	+	+			+	+	
<i>Bradycellus csikii</i> LACZÓ		s		+								
<i>Calathus ambiguus</i> (PAYKULL)		hh		+				+		+	+	+
<i>Calathus cinctus</i> MOTSCHULSKY		s								+		
<i>Calathus fuscipes</i> (GOEZE)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Calathus melanocephalus</i> (LINNÉ)		hh	+	+	+	+	+	+		+	+	+

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A3: Artenliste der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen in vier sächsischen Naturräumen

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):			Hanf		Flachs			Salbei		Kamille		
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau	An- bau	An- bau	An- bau	Hafer	Alt- anlage	Jung- anlage	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.
			ökol.	konv.	ökol.	konv.	Erbs.					
<i>Calathus ochropterus</i> (DUFTSCHMID)		s-h				+					+	
<i>Calosoma auro-punctatum</i> (HERBST)	R	s-h								+		
<i>Carabus auratus</i> LINNÉ	R	s-h			+	+	+	+	+			
<i>Carabus auronitens</i> FABRICIUS		ss		+						+		
<i>Carabus cancellatus</i> ILLIGER	3	s	+	+	+	+	+					
<i>Carabus convexus</i> FABRICIUS		ss							+			
<i>Carabus granulatus</i> LINNÉ		s	+	+	+	+	+			+	+	
<i>Carabus hortensis</i> (LINNÉ)		ss		+				+	+		+	
<i>Carabus nemoralis</i> MÜLLER		s-h	+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Carabus violaceus</i> LINNÉ		ss			+			+		+	+	
<i>Cicindela campestris</i> LINNÉ		s								+		
<i>Clivina fossor</i> (LINNÉ)		h	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>Cychrus caraboides</i> (LINNÉ)		ss			+		+					
<i>Demetrius atricapillus</i> (LINNÉ)		s-h										+
<i>Diachromus germanus</i> (LINNÉ)	2	ss								+		
<i>Dyschirius globosus</i> (HERBST)		s		+	+	+						
<i>Harpalus affinis</i> (SCHRANK)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Harpalus anxius</i> (DUFTSCHMID)		s								+		+
<i>Harpalus distinguendus</i> (DUFT.)		h	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Harpalus latus</i> (LINNÉ)		ss-s			+						+	
<i>Harpalus luteicornis</i> (DUFTSCHMID)	3	s		+						+		
<i>Harpalus quadripunctatus</i> (DEJEAN)		ss					+					
<i>Harpalus rubripes</i> (DUFTSCHMID)		h						+		+	+	+
<i>Harpalus rufitarsis</i> (DE GEER)		ss				+				+		+
<i>Harpalus serripes</i> (QUENSEL)	3	s								+		
<i>Harpalus signaticornis</i> (DUFT.)		s-h								+		+
<i>Harpalus smaragdinus</i> (DUFT.)	R	ss								+		
<i>Harpalus tardus</i> (PANZER)		h		+				+	+	+	+	+
<i>Harpalus winkleri</i> SCHAUBERGER	2	ss		+								
<i>Lasiotrechus discus</i> (FABRICIUS)		s-h	+		+							
<i>Loricera pilicornis</i> (FABRICIUS)		h	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Microlestes minutulus</i> (GOEZE)		h	+	+	+			+	+	+		
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS)		h	+		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Notiophilus aestuanus</i> MOT.	3	ss		+								
<i>Notiophilus biguttatus</i> (FABRICIUS)		s-h		+								
<i>Notiophilus germyni</i> FAUVEL		s-h		+				+	+			
<i>Notiophilus palustris</i> (DUFTSCHMID)		s-h						+			+	
<i>Notiophilus pusillus</i> WATERHOUSE		s		+								
<i>Ophonus azureus</i> (FABRICIUS)	R	s-h								+		
<i>Ophonus rufibarbis</i> (FABRICIUS)		h	+	+						+		
<i>Panageus bipustulatus</i> (FABRICIUS)		s-h								+	+	
<i>Platynus assimilis</i> (PAYKULL)		ss	+	+			+	+			+	
<i>Poecilus cupreus</i> (LINNÉ)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poecilus lepidus</i> (LESKE)	3	ss								+		+
<i>Poecilus punctulatus</i> (SCHALLER)	3	s-h			+					+	+	+
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM)		s	+		+	+	+	+		+		+

Nachwachsende Rohstoffe

Fortsetzung Tab.A3: Artenliste der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) in allen vier Kulturen (1997-1999) erfasst mittels Barberfallen in vier sächsischen Naturräumen

Kulturen (in jeweils unterschiedlichen Naturräumen):			Hanf		Flachs			Salbei		Kamille		
Zum Vorkommen der Arten:	RL*	HI**	An- bau ökol.	An- bau konv.	An- bau ökol.	An- bau konv.	Hafer Erbs.	Alt- anlage	Jung- anlage	Feld	Feld- rand	WRp. WRg.
	<i>Pseudophonus calceatus</i> (DUFT.)	3	ss								+	+
<i>Pseudophonus rufipes</i> (DE GEER)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pterostichus diligens</i> (STURM)		ss										+
<i>Pterostichus melanarius</i> (ILLIGER)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pterostichus minor</i> (GYLLENHAL)		ss					+					
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALLER)		s	+	+	+	+				+	+	+
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABR.)		ss			+				+		+	
<i>Pterostichus strenuus</i> (PANZER)		s			+						+	
<i>Pterostichus vernalis</i> (PANZER)		s	+	+	+	+			+			
<i>Stenolophus teutonius</i> (SCHRANK)		s	+							+	+	
<i>Stomis pumicatus</i> (PANZER)		h	+	+	+	+		+	+			+
<i>Syntomus foveatus</i> (FOURCROY)		s								+		
<i>Synuchus vivalis</i> (ILLIGER)		h	+	+	+	+	+	+		+	+	
<i>Trechoblemus micros</i> (HERBST)		s-h			+							
<i>Trechus obtusus</i> ERICHSON	3	ss		+								
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK)		hh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trechus secalis</i> (PAYKULL)		ss-s	+	+	+	+	+					

Nachwachsende Rohstoffe

Tab.A4: Räuberische Fliegen (Diptera, Empidoidea) in allen vier Kulturen (1997-1999) - Arten und Individuenzahlen in Streifnetzfängen

Kultur:	Kamille	Hanf	Flachs	Salbei	
Ausgewertete Jahre:	1997 - 99	1997 / 98	1997 / 98	1997 - 99	Summe
Dolichopodidae					
<i>Campsicnemus curvipes</i>	-	1	-	-	1
<i>Chrysotus cilipes</i>	-	42	7	-	49
<i>cupreus</i>	-	47	-	-	47
<i>gramineus</i>	-	68	14	4	86
<i>laesus</i>	1	3	-	5	9
<i>monochaetus</i>	10	95	-	-	105
<i>Dolichopus agilis</i>	10	-	-	-	10
<i>brevipennis</i>	-	-	1	-	1
<i>linearis</i>	11	6	-	-	17
<i>longicornis</i>	76	40	39	-	155
<i>plumipes</i>	9	-	1	-	10
<i>simplex</i>	9	-	-	-	9
<i>ungulatus</i>	11	-	-	-	11
<i>Hercostomus metallicus</i>	1	-	-	-	1
<i>Medetera micacea</i>	22	-	-	-	22
<i>mixta</i>	1	-	-	-	1
<i>pallipes</i>	3	-	-	-	3
<i>petrophila</i>	-	-	-	1	1
<i>truncorum</i>	1	-	-	-	1
<i>Neurigona quadrifasciata</i>	2	-	-	-	2
<i>Poecilobothrus nobilitatus</i>	1	-	-	-	1
<i>Rhaphium commune</i>	-	8	-	-	8
<i>Sciapus platypterus</i>	3	-	-	-	3
Empididae					
<i>Amydroneura gibba</i>	1	-	-	-	1
<i>Dolichocephala irrorata</i>	-	-	-	1	1
<i>Empis (Copt.) albinervis</i>	3	1	-	-	4
<i>Empis (Kritempis) livida</i>	3	124	85	-	212
<i>Empis s. str. aestiva</i>	13	11	5	2	31
<i>bicuspidata</i>	5	-	-	-	5
<i>caudatula</i>	2	-	-	2	4
<i>nigripes</i>	21	-	-	1	22
<i>nuntia</i>	34	-	-	1	35
<i>pseudoprodromus</i>	204	-	-	1	205
<i>Hilara spec.</i>	6	-	-	-	6
<i>Rhamphomyia longipes</i>	5	-	-	-	5
Microphoridae					
<i>Microphor anomalus</i>	-	1	-	-	1

Tab.A4: Räuberische Fliegen (Diptera, Empidoidea) in allen vier Kulturen (1997-1999) - Arten und Individuenzahlen in Streifnetzfängen

Kultur:	Kamille	Hanf	Flachs	Salbei	
Ausgewertete Jahre:	1997 - 99	1997 / 98	1997 / 98	1997 - 99	Summe
Hybotidae					
<i>Bicellaria vana</i>	3	1	-	-	4
<i>Crossopalpus humilis</i>	1	-	-	-	1
<i>Nigritellus</i>	2	3	1	-	6
<i>Drapetis assimilis</i>	3	-	-	-	3
Hybos culiciformis	2	-	-	-	2
<i>grossipes</i>	-	1	-	-	1
<i>Platypalpus agilis</i>	-	-	-	29	29
<i>albifacies</i>	-	14	-	-	14
<i>albiseta</i>	2	-	-	-	2
<i>articulatooides</i>	19	1070	-	10	1099
<i>calceatus</i>	-	43	4	-	47
<i>candicans</i>	-	-	1	-	1
<i>clypeatus</i>	-	-	1	-	1
<i>flavicornis</i>	1	2	-	1	4
<i>infectus</i>	-	2	-	-	2
<i>kirtlingensis</i>	2	-	-	1	3
<i>longicornis</i>	1	-	-	-	1
<i>longiseta</i>	3	11	4	4	22
<i>maculimanus</i>	3	97	10	4	114
<i>Major</i>	-	1	-	-	1
<i>minutus</i>	22	29	9	1	61
<i>niger</i>	-	1	-	-	1
<i>Nigritarsis</i>	2	-	1	-	3
<i>ochrocerus</i>	-	1	-	-	1
<i>Pallidicornis</i>	7	122	8	3	140
<i>pallidiventris</i>	17	63	9	39	128
<i>Pallipes</i>	2	-	-	-	2
<i>Pseudofulvipes</i>	-	1	-	-	1
<i>pseudorapidus</i>	-	-	-	1	1
<i>pulicarius</i>	-	-	3	-	3
<i>ruficornis</i>	-	1	-	-	1
<i>Stackelbergi</i>	-	3	-	-	3
<i>Verralli</i>	-	-	1	-	1
<i>Tachydromia annulimana</i>	-	1	-	-	1
<i>Arrogans</i>	-	4	-	-	4
Individuenzahl	560	1918	204	111	2793
Artenzahl	44	34	19	19	71

Tab.A5: Artenliste der Regenwürmer (*Lumbricidae*) in Flachs und Salbei (1997-1999)

Art	Flachs	Salbei	ökologische Gruppe
<i>Allobophora chlorotica</i> (Savigny)	X		endogäisch
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny)	X	X	endogäisch
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny)	X	X	endogäisch
<i>Dendrobaena</i> sp. [juvenil]		X	epigäisch
<i>Lumbricus castaneus</i> (Linnaeus)	X		epigäisch
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister)	X		epigäisch
<i>Lumbricus terrestris</i> (Linnaeus)	X	X	anözisch
<i>Octolasion cyaneum</i> (Savigny)	X		endogäisch
<i>Octolasion tyrtaeum</i> (Örley)	X		endogäisch