



Das Lebensministerium



Heil- und Gewürzpflanzen

Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Heft 23/2008

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

**Anbautechnische Optimierung des Ertrages und Wirkstoffgehaltes bei
ausgewählten Heil- und Gewürzpflanzen**

Dr. habil. Christian Röhrich, Annegret Köhler, Barbara Brix, Angelika Groß-Ophoff

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgaben und Zielstellung	1
1.2	Projektpartner	2
1.3	Grundsätzlich angewandte chemisch-analytische Bestimmungsmethoden	3
2	Anbautechnische Untersuchungen	5
2.1	Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln im Johanniskraut (<i>Hypericum perforatum</i> L.) zur Bekämpfung der Johanniskrautwelke (Versuch I).....	5
2.2	Einsatz von Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzmitteln bei Johanniskraut (<i>Hypericum perforatum</i> L.) als Prophylaxe gegen Rotwelkeerkrankung (Versuch II).....	21
2.3	Ertrag und Inhaltsstoffe von Zuchtstämmen der Brennnessel (<i>Urtica dioica</i> L.).....	31
2.4	Ertragsleistung ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen auf Testparzellen	35
3	Zusammenfassung	59
4	Fotos von den Freilandversuchen	62
5	Literaturverzeichnis	64

1 Einleitung

1.1 Aufgaben und Zielstellung

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen umfasst in Deutschland eine Fläche von ca. 10 000 ha (Stand 2008). Die Anbaufläche konzentriert sich hauptsächlich auf die Bundesländer Bayern, Thüringen, Sachsen-Anhalt und Baden-Württemberg. Diese Länder verfügen über eine lange Tradition im Anbau und in der Verwertung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Der Freistaat Sachsen nimmt mit ca. 160 – 200 ha Anbaufläche eine mittlere Position in der Länderstatistik ein. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass die Arznei- und Gewürzpflanzen in Sachsen überwiegend nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus kultiviert werden. Hier nimmt Sachsen in Deutschland (ca. 700 ha ökologischer Arznei- und Gewürzpflanzenanbau) eine führende Stellung ein. Allerdings konzentriert sich der Anbau nur auf einige Arten wie Salbei, Kamille, Hundsrose, Eicheln, Pappeln und Weiden (RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT 2003).

Für den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau bieten die Boden-Klimaverhältnisse Sachsens durchaus günstige Voraussetzungen für eine Erweiterung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus. Mit diesem Ziel erfolgten im Rahmen des Projektes Versuche mit Johanniskraut, Brennnesseln und das Screening von verschiedenen Arten und Sorten im Anbau und in der Verwertung als Botanicals.

Johanniskraut zählt mit zu den wichtigsten klinisch erprobten Arzneipflanzen (Depressiva). Allerdings stehen im ökologischen Anbau keine gut wirksamen Bekämpfungsmittel gegen die erheblichen wirtschaftlichen Schaden auslösende Johanniskrautwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*) zur Verfügung. Hier werden in Versuchen fungizid wirkende prophylaktische Präparate sowie ausgewählte ätherische Öle getestet.

Die Brennnessel hat einen bedeutenden Anteil am weltweiten Umsatzvolumen pflanzlicher Arzneimittel, Kosmetika und Nahrungsergänzungsmittel (ARMBRÜSTER, GRÜNWALD 2008). Das Aufkommen rekrutiert sich vorrangig aus Wildsammlungen. Für den gezielten Anbau wird das Fehlen entsprechend leistungsstarker Sorten herausgestellt. Mit der Prüfung neuer Stämme im mehrjährigen Anbau sollen Empfehlungen für den Anbau leistungsstarker Sorten im ökologischen Anbau abgeleitet werden.

So genannte 'Botanicals' haben ein Welthandelsvolumen von 52 Milliarden US\$ pro Jahr. Unter Botanicals ist die Anwendung von Arznei- und Gewürzpflanzen als Nahrungs- und Diätenergänzungsmittel, Kosmetikzusatz und Phyto- und Aromatherapeutika zu verstehen. Diese neuen Einsatzfelder von Arznei- und Gewürzpflanzen nehmen deutlich zu.

Weitere Perspektiven ihrer Verwendung liegen in der Tierhaltung (Functional food) und in der biologischen Schädlingsbekämpfung (SEITZ 2003).

Mit der Testung eines breiten Spektrums von unterschiedlichen Arznei- und Gewürzpflanzenarten und -sorten sollen neben der Anbauwürdigkeit auch Anwendungen als 'Botanicals' (prophylaktische Schädlingsbekämpfung) im ökologischen Landbau geprüft werden.

1.2 Projektpartner

An der Projektdurchführung waren folgende Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis beteiligt:

BioChem agrar
Kupferstr. 6
04827 Machern OT Gerichshain

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow

Institut für Getreideverarbeitung GmbH
Arthur-Scheunert-Allee 40 - 41
14558 Bergholz-Rehbrücke

PHARMSAAT
Arznei- und Gewürzpflanzen Saatzucht GmbH
Straße am Westbahnhof
06556 Artern

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung; Referat Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung; Referat Pflanzengesundheit, Diagnose
Alttrachau 7
01139 Dresden

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung; Referat Pflanzenbauliches Versuchswesen
Versuchsstation Roda
Dorfstraße 84
04654 Frohburg

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
Geschäftsbereich 6
Labore Landwirtschaft
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Dr. Weißling Laboratorien GmbH
Produktanalytik
Oststraße 7
48341 Altenberge

1.3 Grundsätzlich angewandte chemisch-analytische Bestimmungsmethoden

Nährstoffgehalte Boden und Pflanze

Zur Analyse der Nährstoffgehalte in den Boden- und Pflanzenproben der Versuche wurden die standardisierten Verfahren des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten angewandt.

Boden:	N _{min}	Verfahren:	A 6.1.3.2 VDLUFA MBI
	P/K (CAL)		A 6.2.1.1 VDLUFA MBI
	Mg (CaCl ₂)		A 6.2.4.1 VDLUFA MBI
	pH-Wert		A 5.1.1 VDLUFA MBI
Pflanze:	N	Verfahren:	DIN ISO 10694 b (1995 – 03)
	P/K/Mg		DIN 51418 (1996 – 09) ISO 11885 (2005 – 11)

Die Messung der Elemente Cadmium (Cd), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) erfolgte nach folgenden Normen und Methoden:

Boden:	Aufschluss nach DIN ISO 11466 Messung nach DIN ISO 11047
Pflanze:	Aufschluss entspr. LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetz) L 00.00 19/1 Messung nach VDLUFA Methodenbuch III, Abschnitt 17; Pb, Cd 17.2.2; Hg 17.4.2

Bestimmung der Wirkstoffe in den Arzneidrogen

Der ätherische Ölgehalt der Drogen wurde durch Destillation (Destillationszeit 3 h) nach der Vorschrift des Pharmacopoea Europea (Ph.Eur.), 3. Ausgabe 1997 mit Nachtrag 1998, bestimmt. Die Hauptkomponenten des ätherischen Öls sowie weitere Inhaltsstoffe sind gaschromatographisch mit dem Gerät/Detektor HP 5890II/MSD HP 5971, Säule; DB wax 60 m, Durchmesser 0,25 mm, Beschichtung 0,25 µm ermittelt worden. Die Bestimmung der Gesamtasche und säureunlöslichen Asche erfolgte nach DIN 10223.

Von den Krautdrogen des Johanniskrautes und der Brennnessel wurden nachstehende Inhaltsstoffe wie folgt untersucht:

Johanniskraut

- Gehalt an Hypericin, d. h. Gesamthypericine, berechnet als Hypericin; nach Ph.Eur.-Nachtrag 2000
- Gehalt an Hyperforin durch Extraktion und HPLC- Bedingungen nach Hölzl
- Gehalt an Gesamtflavonoiden durch methanolische Extraktion, photometrische Messung bei 350 nm, berechnet als Quercetin
- Gehalt an Rutin, Hyperosid, Isoquercitrin, Quercitrin, Quercetin, Biapigenin durch Extraktion und HPLC- Bedingungen nach Hölzl

Brennnessel

- Die Carotinoide wurden durch acetonische Extraktion (90 %iges Aceton) erfasst und photometrisch bei 450 nm gemessen. Zusätzlich erfolgten photometrische Messungen bei 647 nm und 664 nm zur rechnerischen Eliminierung der Chlorophyllabsorption. Den Gehalt an Gesamtcarotinoiden berechnete man auf der Basis des Extinktionskoeffizienten von β -Carotin.
- Die Gesamtflavonoide wurden durch methanolische Extraktion und photometrische Messungen bei 350 nm bestimmt und auf der Basis einer externen Kalibrierung als Quercetin berechnet.

2 Anbautechnische Untersuchungen

2.1 Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln im Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) zur Bekämpfung der Johanniskrautwelke (Versuch I)

Im ökologischen Anbau von Johanniskraut wird nach einer repräsentativen Umfrage in Deutschland zum Ausdruck gebracht, dass bei der Bekämpfung der Rotwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*) erhebliche Lücken bestehen.

Zur Einschränkung des Auftretens dieser erheblichen wirtschaftlichen Schaden im Johanniskraut-anbau auslösenden Krankheit werden vorbeugend Maßnahmen empfohlen (gesundes Saat- und Pflanzgut, Anstaubewässerung zur Vermeidung von Trockenstress, 4 – 5-jährige Anbaupausen) (GÄRBER, SCHENK 2003).

An chemischen Bekämpfungsmaßnahmen steht im konventionellen Anbau nur 'Ortiva' (Wirkstoff Suspensionskonzentrat Azoxystrobin) zur Verfügung (KRUSCHE 2008). Seine Wirkung ist nicht immer zufriedenstellend. Als Alternative wurde die bekannte fungizide Wirkung von Kalkstickstoffdünger in Rotwelke infizierten Johanniskrautbeständen, allerdings ohne Erfolg, getestet (REICHHARDT 2002). Vor diesem Hintergrund sind in einem mehrjährigen Versuch (2003 – 2006) verschiedene im ökologischen Anbau zugelassene Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzmittel sowie ätherische Öle von ausgewählten Heil- und Gewürzpflanzen in ihrer Wirksamkeit zur Unterdrückung der Johanniskrautwelke im Labortest und im Feldversuch untersucht worden. In den Parzellenversuchen wurde außerdem die Wirkung dieser Mittel auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe des Johanniskrautes geprüft.

Material und Methoden

Der Versuchsstandort Roda ist ein Löß-Standort mit der Bodenart Lehm und der Ackerzahl 68. Dieser tiefgründige Lößlehm Boden bietet gute Voraussetzungen für den Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen. Für den Versuch wurde die im Anbau sehr verbreitete Johanniskrautsorte 'Topaz' (Fa. Pharamasaat) gewählt. Sie besitzt eine mittlere Anfälligkeit gegenüber der Johanniskrautwelke. Die Versuchsfläche ordnet sich in das Ökoprüffeld der Versuchsstation Roda ein. Bei gutem Reaktionszustand bewegen sich die P-, K- und Mg-Gehalte des Bodens im Bereich der Versorgungsstufe B. Auf Grund des pH-Wertes der Ackerkrume und des niedrigen Gehaltes an Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Blei (Pb) ist die Disposition zu einer erhöhten Cadmiumaufnahme des zu den Akkumulatorpflanzen zählenden Johanniskrautes gering (Tabelle 1). Der N_{\min} -Gehalt zu Beginn des Versuches liegt auf einem standorttypischen Niveau (79 kg N/ha Bodenschicht 0 – 60 cm).

Tabelle 1: Bodenwerte (0 - 20 cm), Johanniskraut, Versuchsstandort Roda (2003 - 2006)

Probenahme	pH-Wert	P(CAL) mg/100g	K(CAL) mg/100g	Mg(CaCl₂) mg/100g	Cd(kwl) mg/kg	Hg(kwl) mg/kg	Pb(kwl) mg/kg
19.03.2003	6,7	4,21	5,35	7,5	-	-	-
22.03.2004	6,6	2,73	4,66	8,0	0,19	0,06	21,3
13.04.2005	6,3	2,33	6,29	9,4	0,17	0,06	41,1
04.04.2006	6,4	2,53	4,25	9,3	0,19	0,07	45,6

Die Prüfvarianten, die im Sinne prophylaktischer und bekämpfender Maßnahmen gegen die Johanniskrautwelke zum Einsatz kamen, umfassen mit Biofa Equisetum und Netz-Schwefelit WG Präparate, die allgemein im ökologischen Landbau gegen pilzliche Erkrankungen eingesetzt werden. Mit der Anwendung ätherischer Öle des Kümmels, Thymians und Oreganos soll das in der Humanmedizin belegte antimikrobielle Potenzial dieser Öle im Bereich des Pflanzenschutzes erprobt werden (Tabelle 2).

Tabelle 2 : Versuchsvarianten zur Prüfung verschiedener Pflanzenbehandlungsmaßnahmen zur Bekämpfung der Johanniskrautwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*) im Johanniskraut (2003 – 2006)

Versuchsvariante	Applikationsmittel im Pflanzenbestand	Anwendungskonzentration
1	keine Behandlung ¹⁾	-
2	keine Behandlung ²⁾	-
3	Biofa Equisetum	1 %
4	Netz-Schwefelit WG	0,25 %
5	Ätherisches Öl: Kümmel (Samen)	2003: 0,12 % 2004: 0,14 % 2005: 0,11 % 2006: 0,12 %
6	Ätherisches Öl: Thymian	2003: 0,22 % 2004: 0,21 % 2005: 0,17 % 2006: 0,20 %
7	Ätherisches Öl: Oregano	2003: 0,11 % 2004: 0,11 % 2005: 0,12 % 2006: 0,13 %
8	Liebstock-Lösung, wässrig	unverdünnt

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand

²⁾ betrifft Pflanzenbestand, Saatgut wurde mit Kaliumpermanganat gebeizt (1 % Lösung, 5 – 10 min.)

Für den Versuch ist eine Blockanlage gewählt worden. Die Anlage- und Ernteparzellen wurden so bemessen (1,5 m x 4,5 m), dass ein Abdriften beim Ausbringen der Präparate in benachbarte Parzellen ausgeschlossen wurde. Detaillierte Angaben zur Anbautechnik und Durchführung der Pflanzenbehandlungsmaßnahmen für die einzelnen Versuchsjahre sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Angaben zum Wirkstoff und der applizierten Konzentration der Präparate sind in Tabelle 4 enthalten.

Die Applikation der Mittel erfolgte im zehntägigen Rhythmus nach dem Anwachsen bzw. Austrieb des Johanniskrautes. Vor der Ernte wurde eine Wartezeit von mindestens 10 Tagen eingehalten.

Tabelle 3: Aufzeichnung der Kultur- und Versuchsdaten bei Johanniskraut, Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Bezeichnung	Jahr/Termin				Beschreibung
	2003	2004	2005	2006	
Pflanzbettbereitung	14.11.02	-	-		Pflügen
	30.04. u. 07.05.03	-	-		Einsatz Kreiselegge
Pflanzung	08.05.03	-	-		manuell Reihenabstand: 50 cm Abstand in der Reihe: 30 cm
Abmähen/ Mulchen	-	13.04.04	30.03.05		manuell, Entfernung vor- jähriger Triebe
Bewässerung	08.05.03	-	-		manuell, angießen
	12.06.03	-	-		maschinell, bis Bodensätti- gung
	11.08.03	-	-		maschinell, bis Bodensätti- gung
Düngung		19.04.04	-		200 kg Patentkali/ ha (50 kg K/ha)
Pflanzenschutz	28.05.03	16.04.04	22.04.05	13.04.06	manuell, Rückenspritze
	06.06.03	28.04.04	03.05.05	24.04.06	
	16.06.03	14.05.04	13.05.05	05.05.06	Aufwandmenge Spritzbrü- he: 600 l/ha bis 50 cm Pflanzenhöhe
	26.06.03	28.05.04	23.05.05	15.05.06	
	07.07.03	07.06.04	03.06.05	24.05.06	
	13.08.03	28.07.04	14.06.05	02.06.06	
	25.08.03	11.08.04	11.07.05	12.06.06	Spritzbrühe: 900 l/ha bei Pflanzenhöhe ab 50 cm bis 125 cm
	03.09.03	25.08.04	25.07.05	23.06.06	
	15.09.03	03.09.04	05.08.05		
	26.09.03		16.08.05		
		26.08.05			
		06.09.05			
Unkrautbekämp- fung					
<i>Scharhacke</i>	26.05.03	07.04.04			Gesamtfläche, Gänsefuß- schare
	11.06.03	15.04.04			Gesamtfläche, Gänsefuß- schare
<i>Handhacke/ Jäten</i>	26.05.03	13.05.04	04.05.05	08.05.06	Gesamtfläche
	05.06.03	11.08.04	06.07.05		Gesamtfläche
	17.06.03				Gesamtfläche
Ernte	04.08.03	08.07.04	04.07.05 19.09.05	11.07.06	maschinell, mit HEGE 212, Schnitthöhe: ca. 20 cm über Boden
		30.09.04			maschinell mit SuperCut 2000 NT Schnitthöhe: ca. 25 cm über Boden
Trocknung	04.08.03	08.07.04			Trockenschrank, 3 Tage, max. 60 °C
		30.09.04	04.07.05 19.09.05	11.07.06	per Luftentfeuchtung, 6 Tage, max. 40 °C

Tabelle 4: Pflanzenbehandlungsmittel bei Johanniskraut, Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Behandlungsmittel	Hersteller/ Lieferant	Wirkstoff	Applikation		Mittel- wirkung
			Jahr	Konzentration (%)	
Biofa Equisetum Plus Registriertes (Reg.) Pflanzenstärkungsmittel	Fa. Biofa GmbH Mün- singen	Extrakt aus Ackerschachtel- halm (<i>Equisetum arvense</i>): enthält pflanzl. Kiesel- säure, Schwefel- verbindungen	2003 2004 2005 2006	Mittel: 1 Mittel: 1 Mittel: 1 Mittel: 1	Festigung von Zell- wänden und Epidermis; Aufnahme über Blatt und Wurzel
Netz-Schwefelit WG zugelassenes PSM	Fa. Neudorff Emmerthal	Schwefel (800g/kg)	2003 2004 2005 2006	Mittel: 0,25 Mittel: 0,25 Mittel: 0,25 Mittel: 0,25	protektive, fungizide Wirkung
Ätherisches Öl von Kümmel (Samen)	Fa. MAWEA Aschers- leben	Hauptwirkstoff: Carvon	2003 2004 2005 2006	Mittel: 0,12 Mittel: 0,14 Mittel: 0,11 Mittel: 0,12 Carvon: 0,08 (= 800 ppm)	fungizide Wirkung
Ätherisches Öl von Thymian	Fa. MAWEA Aschers- leben	Hauptwirkstoff: Thymol	2003 2004 2005 2006	Mittel: 0,22 Mittel: 0,21 Mittel: 0,17 Mittel: 0,20 Thymol: 0,08 (= 800 ppm)	fungizide Wirkung
Ätherisches Öl von Oregano (Dost) spp. <i>hirtum</i>	Fa. MAWEA Aschers- leben	Hauptwirkstoff: Carvacrol	2003 2004 2005 2006	Mittel: 0,11 Mittel: 0,11 Mittel: 0,12 Mittel: 0,13 Carvacrol: 0,08 (= 800 ppm)	fungizide Wirkung
Liebstock-Lösung	Selbsther- stellung *)	ätherisches Öl (Falcarindiol u. a.)	2003- 2006	unverdünnt	fungizide Wirkung

*) Die Liebstocklösung (wässriger Auszug) wurde jeweils frisch nach folgendem Rezept zubereitet:

Ausgangsstoffe: 30 g Liebstockkraut auf 1 Liter Wasser

Herkunft des Liebstockkrautes: Versuchsstation Roda, Ernte 2001 - 2003

Zubereitung: Kraut mit kochendem Wasser übergießen

etwa fünf Stunden ziehen lassen

Abseihen durch engmaschiges Sieb!

Beachten: 1 Liter Aufguss ergibt 0,8 - 0,86 Liter Liebstockbrühe

Die Löslichkeit der ätherischen Öle in reinem Wasser ist gering. Deshalb wurde vor deren Ausbringung das Mittel **ProFital** mit einer Konzentration von 0,15 % der Spritzbrühe zugegeben. Es ist ein registriertes Pflanzenstärkungsmittel der Fa. Biofa auf Milchproteinbasis. ProFital verändert die Oberflächenspannung des Wassers und verbessert deutlich die Benetzbarkeit Wasser abstoßender Oberflächen. Gleichzeitig soll die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Schaderreger erhöht werden. Die Konzentration des ätherischen Öles in der Spritzbrühe bezüglich seines Hauptwirkstoffes wurde nach Literaturrecherchen auf den Wert 800 ppm festgelegt. Beim Freilandversuch auf der Versuchsstation in Roda kam zur Applikation der Präparate eine Rückenspritze mit 5 Liter Fassungsvermögen (Fa. Dehner) zum Einsatz. Der Druck beim Ausbringen betrug 2 - 3 bar. Es wurde bei mittlerer Schrittgeschwindigkeit jede Pflanze bis zum Stängelgrund benetzt.

Bei der Anlage des Versuches (2003) wurde davon ausgegangen, dass auf natürlichem Wege der Johanniskrautbestand mit dem Erreger infiziert wird. Diese an sich zu erwartende natürliche Infektion des Johanniskrautbestandes trat allerdings nicht ein. Die Ursache hierfür ist vermutlich die sehr warme und trockene Witterung im Jahre 2003. Sie bot für die Ausbreitung des warm-feuchte Bedingungen liebenden Pilzes ungünstige Voraussetzungen. Auch im feuchten Jahr 2004 erfolgte kein Befall des Johanniskrautes im Versuch. Um eine Provokation der Bestände mit der Rotwelkekrankheit zu erreichen, wurden im Bestand Petrischalen (pro Parzelle eine Schale) aufgestellt. Sie enthielten ein Nährmedium, das mit Sporen des Pilzes *Colletrichum cf. gloeosporioides* infiziert war. Die Petrischalen wurden kontinuierlich befeuchtet, um das Austrocknen zu verhindern. Auch diese Maßnahme führte nicht zur Infektion der Pflanzen.

Boniturnethoden und Datenerhebung

Am Versuchsstandort Roda wurde im Abstand von 7 - 10 Tagen jede Pflanze pro Einzelparzelle bonitiert. Der Befallsgrad mit dem „Johanniskrautwelkeerreger“ wurde durch Boniturnoten gekennzeichnet (Tabelle 5).

Tabelle 5: Boniturschema zur Beurteilung des Johanniskrautwelkebefalls von Einzelpflanzen

Boniturnote	Symptome	Anteil Triebe mit Symptomen
1	kein Befall, Pflanze gesund	0 %
3	beginnende Welkesymptome, vereinzelt Absterbeerscheinungen	< 20 % befallene Triebe
5	Welke, Absterbeerscheinungen an weniger als der Hälfte der Triebe	> 20 bis 50 % befallene Triebe
7	Welke am überwiegenden Teil der Triebe, Absterbeerscheinungen	> 50 % befallene Triebe
9	Pflanze völlig abgestorben	100 %

nach MALKO (2002) und SCHMATZ (2003)
(100 % = Gesamtheit der Triebe einer Pflanze)

Ergebnisse und Diskussion

In den Versuchsjahren 2003 bis 2006 wurde im Ergebnis regelmäßiger Bonituren und trotz eingeleiteter Provokation (Aufstellen von Petrischalen mit dem Erreger im Bestand) kein Befall der Pflanzen mit Rotwelke festgestellt. Auch in den Versuchsjahren 2004 und 2005, die mit feuchtwarmer Witterung günstige Wachstumsbedingungen für den Pilz *Colletotrichum cf. gloeosporioides* boten, konnten keine infizierten Pflanzen beobachtet werden. Vor diesem Hintergrund sind die nachfolgenden Ergebnisse zu bewerten. Sie kennzeichnen somit die Wirkung der geprüften Pflanzenstärkungsmittel auf ausgewählte Bestands- und Ertragsmerkmale des Johanniskrautes im weitgehend gesunden Pflanzenbestand.

Entwicklung der Blüte zum Zeitpunkt der Ernte

Der optimale Erntezeitpunkt des Johanniskrautes ist das Entwicklungsstadium der Vollblüte. Dieses Stadium ist erreicht, wenn ca. 70 % der Blüten des Bestandes geöffnet sind (BOMME 1992). Von den im Mai 2003 gepflanzten Beständen waren Ende Juli etwa 35 % der Pflanzen im Stadium der Vollblüte. In den weiteren Standjahren nahm der Anteil voll blühender Pflanzen zur ersten Ernte (Juli) kontinuierlich von 52,3 % auf fast 100 % im Mittel der geprüften Varianten zu. Zur zweiten Ernte (September) blühte jeweils der gesamte Bestand zum Erntezeitpunkt. Zwischen den Prüfgliedern traten im Anteil der blühenden Pflanzen im Bestand keine gesicherten Unterschiede auf. Der beobachtete Rückgang blühender Pflanzen zum Zeitpunkt der ersten Ernte (2003 und 2004) durch Applikation mit den verschiedenen Präparaten, insbesondere mit ätherischem Öl des Thymians und Oreganos, konnte im Versuchsjahr 2005 nicht bestätigt werden (Tabelle 6). Die Wirkung der applizierten ätherischen Öle auf die Anzahl blühender Pflanzen ist deshalb durch weitere Untersuchungen abzusichern.

In der Wuchshöhe der Bestände zur Ernte bestanden nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Prüfvarianten. Erwartungsgemäß übten jedoch Standjahr und Erntetermin einen deutlichen Einfluss aus. In den Hauptnutzungsjahren (2004 und 2005) bildeten jeweils die ersten Aufwüchse die höchsten Bestände (im Mittel 83 – 86 cm). Die zweiten Aufwüchse realisierten durchschnittlich 47 cm hohe Bestände (Tabelle 7).

Tabelle 6: Anteil vollblühender Johanniskrautpflanzen an Gesamtpflanzenzahl je Variante (%), Versuchsstandort Roda, Versuchsjahre 2003 – 2006

Applikationsmittel im Pflanzenbestand	1. Ernte 2003	1. Ernte 2004	2. Ernte 2004	1. Ernte 2005	2. Ernte 2005	Ernte 2006	Mittel 2003-2006
	28.7.03	8.7.04	30.9.04	4.7.05	19.9.05	11.7.06	
% - Anteil Pflanzen/Gesamtpflanzen							
keine Behandlung ¹⁾	33,7	87,5	100	100	100	71,3	82,1
keine Behandlung ²⁾	36,1	62,5	100	96	100	43,8	73,1
Biofa Equisetum	34,6	51,3	100	95	100	32,5	68,9
Netz-Schwefelit WG	35,2	44,3	100	96	100	35,0	68,4
Ätherisches Öl Kümmel	34,8	53,8	100	98	100	41,3	71,3
Ätherisches Öl Thymian	36,0	42,5	100	95	100	27,5	66,8
Ätherisches Öl Oregano	34,6	33,0	100	93	100	21,3	63,6
Liebstock-Lösung, wässrig	35,3	43,3	100	94	100	32,5	67,5

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand ²⁾ betrifft Pflanzenbestand

Tabelle 7: Mittlere Wuchshöhe von Johanniskraut (cm), Versuchsstandort Roda, Versuchsjahre 2003 – 2006

Applikationsmittel im Pflanzenbestand	Ernte 03	1. Ernte 04	2. Ernte 04	1. Ernte 05	2. Ernte 05	Ernte 06
	28.7.2003	8.7.2004	30.9.2004	4.7.2005	19.9.2005	11.7.2006
Wuchshöhe in cm						
keine Behandlung ¹⁾	33,7	80,8	46,0	85,6	45,6	69,3
keine Behandlung ²⁾	36,1	85,2	46,9	87,9	48,6	68,4
Biofa Equisetum	34,6	81,7	46,8	85,8	45,9	66,2
Netz-Schwefelit WG	35,2	84,9	47,7	87,0	47,7	71,5
Ätherisches Öl Kümmel	34,8	82,6	46,8	84,5	47,9	68,3
Ätherisches Öl Thymian	36,0	82,4	47,2	84,5	46,3	69,4
Ätherisches Öl Oregano	34,6	81,4	48,0	85,0	47,1	66,5
Liebstock-Lösung, wässrig	35,3	84,1	47,7	84,9	46,8	66,4

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand ²⁾ betrifft Pflanzenbestand

Erträge

Im Ertrag an Krautfrischmasse sowie Krauttrockenmasse bestehen zwischen den geprüften Pflanzenbehandlungsvarianten keine statistisch gesicherten Unterschiede in den einzelnen Versuchsjahren (Abbildungen 1 und 2). Wohl aber führen Standjahr und Schnitt zu einer stärkeren ertraglichen Differenzierung. Dabei werden in den beiden Hauptnutzungsjahren mit ca. 90 dt Krautdroge/ha überdurchschnittlich hohe Erträge erreicht (MARQUARD, KROTH 2001). Der Gesamtertrag wird dabei zu ca. 75 – 78 % über den ersten Schnitt realisiert (Abbildungen 1 und 2).

Wirkstoffgehalte

Die züchterischen Bemühungen beim Johanniskraut gelten vor allem der Steigerung des Hypericingehaltes auf über 0,15 % in der Krautdroge (BUSCHBECK 1999). Eine wichtige Wirksubstanz der Krautdroge ist das Hyperforin, das in Konzentrationen von 1 – 2 % in der Krautdroge vertreten ist. An Gesamtflavonoiden (Hauptbestandteil Hyperosid) enthält die Droge 2 – 4 % (WICHTL 1997a; WAGNER 1999, DINGERMAN et al. 2004).

Die hierzu durchgeführten Untersuchungen erlauben die Feststellung, dass die Sorte 'Topaz' im Durchschnitt der Standjahre und Ernten einen hohen Hypericingehalt von 0,13 % in der Krautdroge aufweist. Dabei erreichen die ersten Aufwüchse in den einzelnen Standjahren höhere Gehalte als zum Zeitpunkt des zweiten Schnittes. Die geprüften Pflanzenstärkungsmittel üben dabei keinen Einfluss auf den Hypericingehalt aus. Die mittlere Konzentration an Hyperforin (Hauptbestandteil der Phloroglucinderivate) erreicht über die Versuchsjahre und Varianten mit 0,8 % Krautdroge einen mittleren Wert (HILLER, MELZIG 1999). Zwischen den Prüfvarianten bestehen dabei nur geringe Unterschiede mit Ausnahme von Variante 7 (Behandlung mit Ätherischem Öl von Oregano). Das Oregano-Öl scheint den Gehalt etwas stärker abzusenken (Tabelle 8). Die Jahresbedingungen und der Schnittzeitpunkt führen insgesamt aber zu einer stärkeren Differenzierung im Gehalt. Höhere Ausbeuten werden jeweils mit dem ersten Schnitt und in den Hauptnutzungsjahren nachgewiesen.

Im Gehalt an Gesamtflavonoiden bewegt man sich im Mittel der Versuchsjahre mit 2,4 % in der anzustrebenden Gehaltsspanne (2 - 4 %) (Tabelle 9). Auch hier variieren die Jahresbedingungen und Schnitttermine die Höhe des Gehaltes wesentlich stärker als die geprüften Pflanzenbehandlungsmittel. Hohe Gehalte von 2,5 – 3 % werden in den beiden Hauptnutzungsjahren im ersten Schnitt beobachtet (Tabelle 9). Wesentliche Komponenten der Gesamtflavonoide sind das Rutin (0,83 % im Mittel der Behandlungsvarianten) und das antibiotisch wirksame Hyperosid (0,78 % im Mittel der Behandlungsvarianten). Die Werte liegen dicht unter dem als günstig einzustufenden Gehalt von ca. 1,1 % Hyperosid (HILLER, MELZIG 1999). Zwischen den Varianten sind nur geringe Unterschiede im Gehalt an den Flavonoidkomponenten zu beobachten (Tabelle 9).

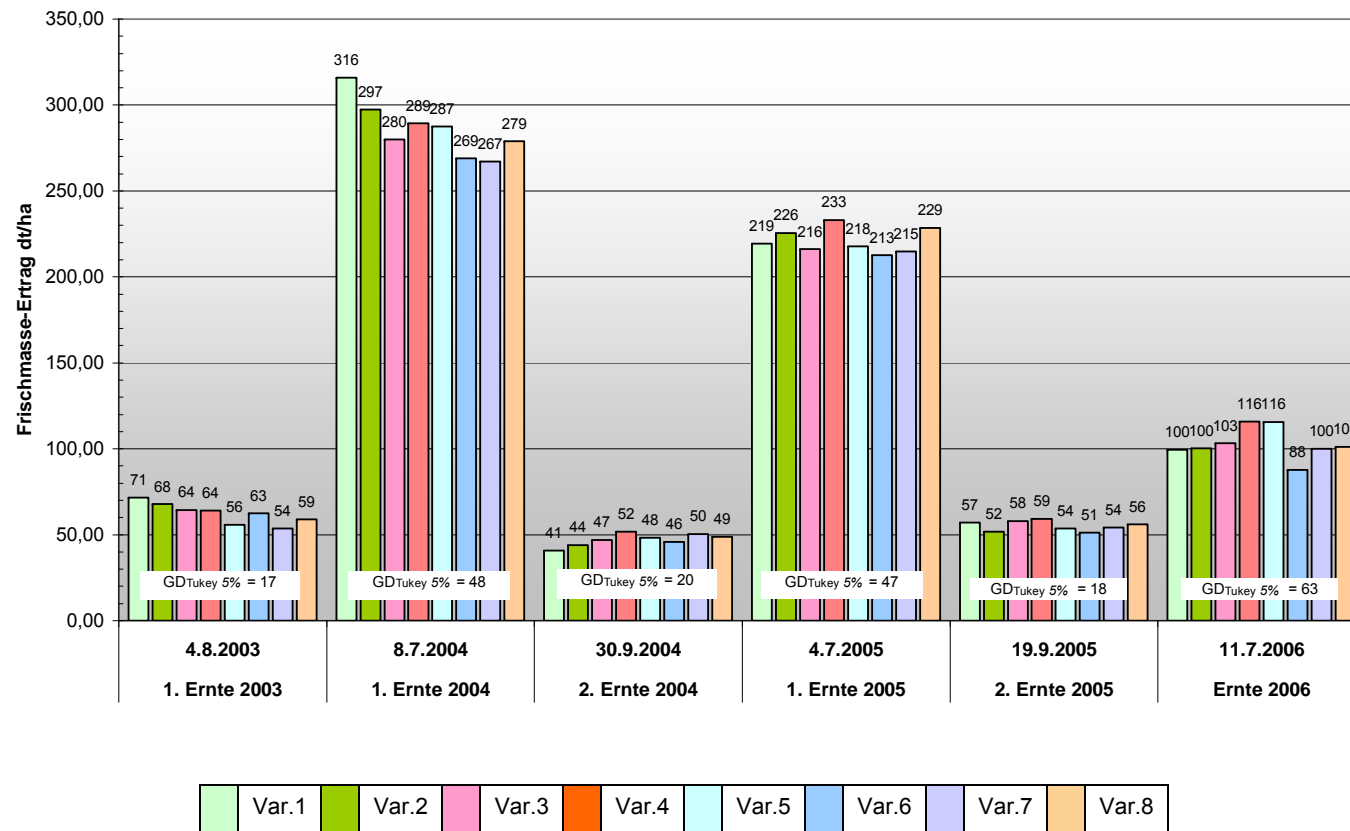


Abbildung 1: Frischmasseerträge Kraut bei Johanniskraut (dt/ha); Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

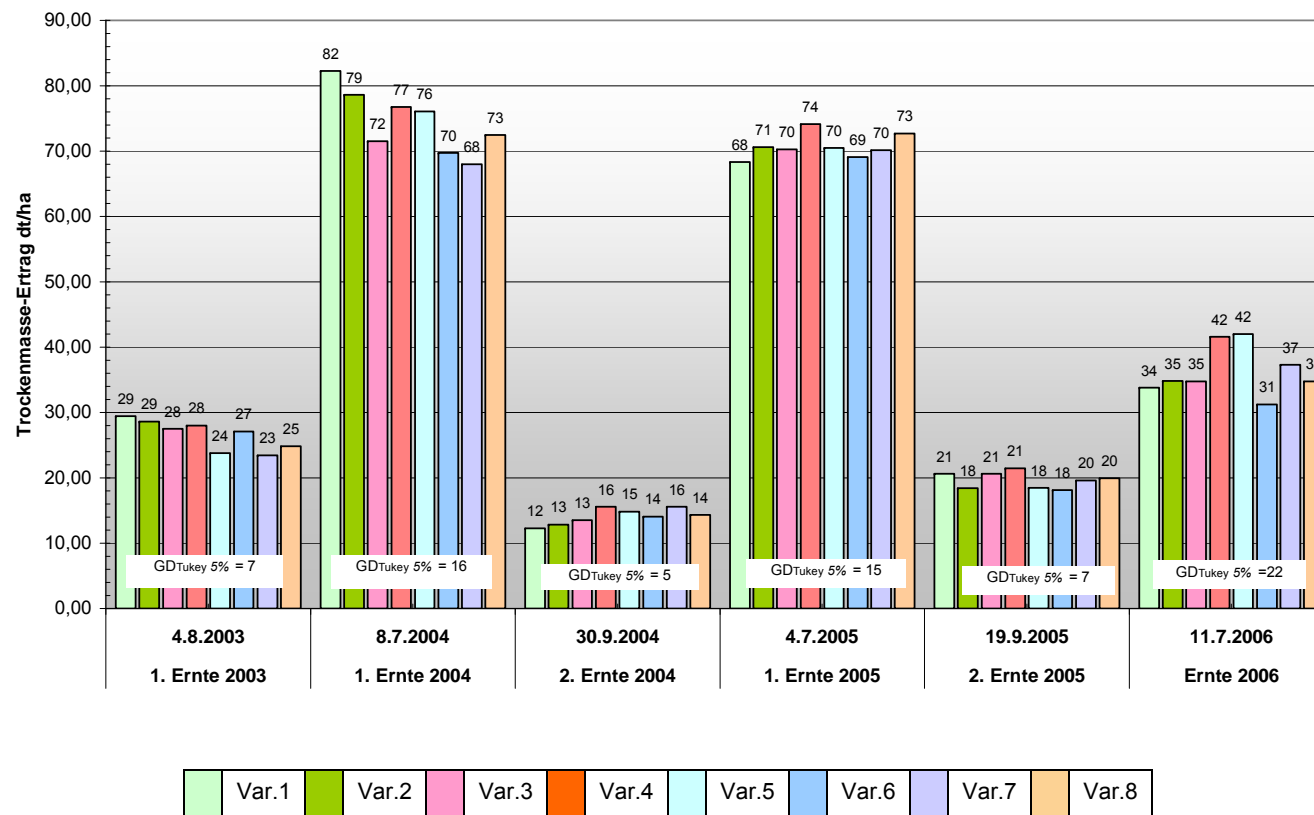


Abbildung 2: Trockenmasseerträge Kraut bei Johanniskraut (dt/ha); Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Tabelle 8: Wirkstoffgehalte (Gehalte in % bzw. mg/g) der Krautdroge von Johanniskraut, Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Applikationsmittel im Pflanzenbestand	Hypericin							Hyperforin					
	<i>Ernte</i>	1/03	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06	Mittel 03-06	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06
	% der Krautdroge							mg/g Krautdroge					
keine Behandlung ¹⁾	0,14	0,23	0,13	0,14	0,08	0,11	0,14	11,6	10,0	8,6	6,2	12,4	9,8
keine Behandlung ²⁾	0,16	0,23	0,11	0,13	0,09	0,12	0,14	10,6	7,3	6,7	5,6	11,9	8,4
Biofa Equisetum	0,15	0,21	0,11	0,11	0,08	0,11	0,13	8,2	7,8	6,5	6,2	9,3	7,6
Netz-Schwefelit WG	0,16	0,18	0,13	0,11	0,09	0,10	0,13	8,7	7,3	7,2	5,5	12,4	8,2
Ätherisches Öl Kümmel	0,15	0,21	0,13	0,12	0,07	0,11	0,13	11,3	8,0	7,1	8,5	12,3	9,4
Ätherisches Öl Thy- mian	0,17	0,18	0,11	0,13	0,07	0,11	0,13	8,2	6,3	6,8	5,5	8,6	7,1
Ätherisches Öl Ore- gano	0,14	0,19	0,11	0,13	0,07	0,13	0,13	7,3	2,9	5,4	5,1	9,6	6,1
Liebstock-Lösung, wässrig	0,14	0,17	0,11	0,13	0,08	0,11	0,13	9,6	3,3	6,7	8,1	9,8	7,5
Mittelwert	0,15	0,20	0,12	0,13	0,08	0,11	0,13	9,4	6,6	6,9	6,3	10,8	8,0

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand ²⁾ betrifft Pflanzenbestand

1/03: 1. Ernte 2003

1/04: 1. Ernte 2004; 2/04: 2. Ernte 2004

1/05: 1. Ernte 2005; 2/05: 2. Ernte 2005

1/06: 1. Ernte 2006

Tabelle 9: Gehalt an Gesamtflavonoiden und ausgewählten Flavonoidkomponenten in der Krautdroge von Johanniskraut, Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Applikationsmittel im Pflanzenbe- stand	Gesamtflavonoide							Rutin	Hy- pero- sid	Iso- quer- citin
	<i>Ernte</i>	1/03	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06	Mittel 03-06	Mittel 03-05	Mittel 03-05
mg/g Krautdroge										
keine Behandlung ¹⁾	12,9	31,1	31,5	24,7	21,3	17,7	23,2	7,8	7,3	3,7
keine Behandlung ²⁾	14,6	30,4	29,2	22,7	23,5	21,0	23,6	8,3	7,6	3,5
Biofa Equisetum	14,6	27,9	27,1	23,5	19,6	17,2	21,6	7,6	7,3	3,3
Netz-Schwefelit WG	10,9	31,1	33,3	23,4	21,5	19,3	23,2	8,7	8,2	3,7
Ätherisches Öl Kümmel	12,6	36,3	30,5	25,0	23,6	21,9	25,0	8,6	8,1	3,8
Ätherisches Öl Thy- mian	14,3	34,1	27,0	26,2	24,9	19,2	24,3	9,0	8,4	3,8
Ätherisches Öl Ore- gano	14,6	31,9	27,6	27,6	16,4	19,1	22,9	8,1	8,1	3,6
Liebstock-Lösung, wässrig	12,7	32,5	31,8	24,9	21,3	19,9	23,8	8,3	7,9	3,5
Mittelwert	13,4	31,9	29,8	24,8	21,5	19,4	23,5	8,3	7,9	3,6

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand

²⁾ betrifft Pflanzenbestand

1/03: 1. Ernte 2003

1/04: 1. Ernte 2004; 2/04: 2. Ernte 2004

1/05: 1. Ernte 2005; 2/05: 2. Ernte 2005

1/06: 1. Ernte 2006

Schwermetalle

Die Untersuchungen zum Cadmiumgehalt in der Trockenmasse des Johanniskrautes bestätigen die Neigung dieser Pflanze zur erhöhten Cadmiumaufnahme auch auf einem unbelasteten, in neutralem Reaktionszustand befindlichen Boden.

Eine reduzierende Wirkung der geprüften Behandlungsvarianten auf den Cadmiumgehalt in der Krautdroge des Johanniskrautes ist nicht zu erkennen (Tabelle 10). Mehrheitlich wird der Grenzwert (0,5 mg Cd/kg TS) eingehalten. Im Bereich niedriger Erträge, wie sie im ersten Standjahr und zum zweiten Schnitt beobachtet wurden, bewegen sich die Gehalte leicht oberhalb bzw. dicht unterhalb des Grenzwertes. Im Gegensatz dazu sind die Gehalte von Blei und Quecksilber in der Krautdroge unkritisch (Tabelle 10).

Tabelle 10: Schwermetallgehalte ($\mu\text{g/g TS}$) in der Krautdroge von Johanniskraut, Versuchsstandort Roda, 2003 – 2006

Applikationsmittel	Cadmiumgehalt (Cd)						Bleigehalt (Pb)						Quecksilbergehalt (Hg)						
	Ernte	1/03	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06	1/03	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06	1/03	1/04	2/04	1/05	2/05	1/06
$\mu\text{g/g TS}$																			
keine Behandlung ¹⁾	0,59	0,36	0,30	0,27	0,49	0,30	0,57	0,30	0,52	<0,1	0,52	0,40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
keine Behandlung ²⁾	0,53	0,37	0,25	0,27	0,44	0,30	0,45	0,21	0,49	<0,1	0,47	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Biofa Equisetum	0,58	0,35	0,30	0,24	0,44	0,33	0,36	0,26	0,58	<0,1	0,35	0,35	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Netz-Schwefelit WG	0,49	0,36	0,40	0,26	0,48	0,20	0,47	0,25	0,59	<0,1	0,35	0,40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Ätherisches Öl Kümmel	0,47	0,30	0,26	0,27	0,44	0,38	0,52	0,28	0,60	<0,1	0,45	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Ätherisches Öl Thymian	0,56	0,31	0,23	0,22	0,33	0,28	0,51	0,35	0,46	<0,1	0,39	0,26	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Ätherisches Öl Oregano	0,74	0,29	0,27	0,20	0,33	0,26	0,48	0,36	0,49	<0,1	0,30	0,18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Liebstock-Lösung, wässrig	0,69	0,27	0,29	0,22	0,36	0,20	0,51	0,29	0,62	<0,1	0,35	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05
Mittelwert	0,58	0,33	0,29	0,24	0,41	0,28	0,48	0,29	0,54	<0,1	0,40	0,28	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05

¹⁾ betrifft Saatgut und Pflanzenbestand ²⁾ betrifft Pflanzenbestand

1/03: 1. Ernte 2003

1/04: 1. Ernte 2004; 2/04: 2. Ernte 2004

1/05: 1. Ernte 2005; 2/05: 2. Ernte 2005

1/06: 1. Ernte 2006

Labortests

Unter Anwendung der Diffusions- und Dilutionsmethode wurde die inhibierende Wirkung der ätherischen Öle von Kümmel, Oregano (ssp. *hirtum*), Thymian sowie des alkoholisch-wässrigen Auszuges der Oregano-Blattdroge im Vergleich zum synthetischen Fungizid 'Ortiva' (Wirkstoff Azoxystrobin) im Labortest mehrjährig untersucht (Tabelle 11). In der Tendenz hemmen die ätherischen Öle von Oregano ssp. *hirtum* und Thymian nach beiden Verfahren das Wachstum des Pilzes von den geprüften Varianten am stärksten. Nach der Dilutionsmethode unterdrückt auch das Kümmelöl die Pilzentwicklung stark bis vollständig. Ebenso schneidet das im konventionellen Anbau zugelassene Fungizid 'Ortiva' gut ab. Damit bestätigen die Untersuchungen die grundsätzlich festgestellte keimtötende Wirkung der ätherischen Öle von Kümmel, Thymian und Oregano auch an pflanzlichen Schadpilzen (HAUSCHILD 1956; KÜHNE 2003). Mit den Arbeiten zur Johanniskrautwelke werden für diese pflanzlichen Wirksubstanzen neue Anwendungsfelder erschlossen. Die positiven Laborergebnisse sind jedoch durch Feldtests zu bestätigen. Aus dem durchgeführten Feldversuch I, der trotz gezielter Infektion des Bestandes mit dem Erreger der Rotwelke keine erkrankten Pflanzen aufwies, geht zunächst nur hervor, dass die angewandten Präparate keinen nachteiligen Einfluss auf das Pflanzenwachstum, den Krautdrogenertrag und die wertgebenden Inhaltsstoffe der Droge ausüben.

Tabelle 11: Zusammenfassende Übersicht zur Hemmwirkung verschiedener Pflanzenbehandlungsmittel gegen den Pilz *Colletotrichum cf. gloeosporioides* in Laboruntersuchungen (Diffusions- und Dilutionsmethode)

Mittel	Diffusion			Gesamtwertung 2003 - 2005	Dilution			Gesamtwertung 2003 - 2005
	2003	2004	2005		2003	2004	2005	
Nullvariante (Blindwert)	-	-	-	keine Hemmung	-	-	-	keine Hemmung
Kontrolle 0,25 % Fungizid „Ortiva“	+	(+)	-	keine bis schwache Hemmung	+	+++	+++	schwache bis vollständige Hemmung
Kontrolle 1 % Fungizid „Ortiva“	+	(+)	-	keine bis schwache Hemmung	n. u.	n. u.	n. u.	---
Ätherisches Öl Kümmel	+(+)	-	-	keine bis mittelschwache Hemmung	++	+++	++(+)	starke bis vollständige Hemmung
Ätherisches Öl Oregano (ssp. <i>hirtum</i>)	+++	+	+(+)	schwache bis vollständige Hemmung	+++	+++	+++	vollständige Hemmung
Ätherisches Öl Thymian	++(+)	+++	+	schwache bis vollständige Hemmung	+++	+++	+++	vollständige Hemmung
alkohol.-wässriger Auszug Oregano (ssp. <i>hirtum</i>)	+	-	n. u.	keine bis schwache Hemmung	+++	+++	n. u.	vollständige Hemmung

n. u.: nicht untersucht

2.2 Einsatz von Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzmitteln bei Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) als Prophylaxe gegen Rotwelkeerkrankung (Versuch II)

Material und Methoden

Im Jahr 2007 wurde ein weiterer Versuch mit Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.), Sorte 'Topaz' am Versuchsstandort Roda (Löß-Lehm, AZ 68) angelegt, um die Wirksamkeit ätherischer Öle als Prophylaktikum gegen die Rotwelkeerkrankung zu testen. Abgeleitet aus den Ergebnissen des Versuches I (Labortests) wurden für den Feldversuch II nur das stark carvacrolreiche Dostöl (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) und thymolhaltige Öl vom Thymian (*Thymus vulgaris*) in der Prüfung mit dem im konventionellen Anbau zugelassenen Standardpräparat 'Ortiva' (Wirkstoff Azoxystrobin) verglichen (Tabelle 12). Beide ätherischen Öle erzielten im Labortest eine hohe Hemmwirkung gegenüber dem Pilz *Colletotrichum cf. gloeosporioides*. Über die Aufwandmenge und den Behandlungszeitpunkt des Johanniskrautes im Versuch II mit den Präparaten informiert Tabelle 13.

Tabelle 12: Zusammensetzung des ätherischen Öls vom Origanum (Dost) und Thymian als Einsatz zur Pflanzenbehandlung in Johanniskraut gegen Rotwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*)

Komponente	Origanum- Öl (%) Charge 30747 ¹⁾	Komponente	Thymian- Öl (%) Muster- nummer 01271106 ¹⁾
Thymol	3,1	γ- Terpinen	11,4
Carvacrol	61,6	p- Cymen	21,7
		Linalool	2,5
		Thymol	39,0
		Carvacrol	2,7

¹⁾ Herkunft: MAWEA Majoranwerke Aschersleben

Tabelle 13: Einsatz von Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzmitteln bei Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) im Pflanzenbestand als Prophylaxe gegen die Rotwelkeerkrankung, Versuchsstandort Roda, Versuchsjahre 2007/2008, Sorte 'Topaz'

Var.	Pflanzen- behandlungs- mittel	Infektion mit Rotwelke- Erreger	Anwendungsmenge je 27 m ² (4 Wiederholungen)		Anwendungs- zeitpunkt
			1,62 l Wasser ≤ 50 cm Pfl.-höhe	2,43 l Wasser > 50 cm Pfl.-höhe	
1	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
2	ohne	mit	ohne	ohne	ohne
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	2,7 ml	2,7 ml	alle 10 Tage
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	2,1 ml + 2,4 ml ProFital	3,2 ml + 3,6 ml ProFital	alle 10 Tage
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	3,4 ml + 2,4 ml ProFital	5,1 ml + 3,6 ml ProFital	alle 10 Tage

Im Weiteren wurde ein versuchsmethodisch anderer Weg beschritten, um im Johanniskrautbestand die Infektion der Pflanzen mit dem Erreger der Rotwelkeerkrankung sicher herbeizuführen. Diese methodische Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben.

Der Versuch wurde mit gesunden, vorgezogenen Jungpflanzen angelegt. Die Pflanzung erfolgte am 14.05.2007. Nach drei Wochen setzte man in die Prüfvarianten 2 bis 5 jeweils zwei mit Rotwelke infizierte Pflanzen ein, um den Ausbruch der Krankheit im Bestand herbeizuführen. Der Einsatz der Präparate erfolgte erstmalig 14 Tage nach dem Pflanzen und dann im zehntägigen Abstand. Die Unkräuter in der Johanniskrautkultur wurden per Handhacke entfernt.

Im Anpflanzjahr konnte auf Grund der Pflanzenentwicklung nur eine Ernte erfolgen.

Ergebnisse

Ertrag und Qualität der Droge im Anpflanzjahr

Im Anpflanzjahr zeigte sich bis zum ersten Schnitt (07.08.2007) in den Varianten des Versuches kein Befall mit Rotwelke (Tabelle 16). Unter Beachtung dieser Tatsache waren im Krautertrag (Frisch- bzw. Trockenmasse) zwischen den Prüfgliedern keine gesicherten Differenzen festzustellen (Tabelle 14). Der Ertrag von durchschnittlich 108,4 dt Frischmasse/ha (erster Schnitt) der Prüfvarianten verkörpert ein mittleres Ertragsniveau. Auch im Wachstumsverlauf bestanden zwischen den Varianten keine gravierenden Unterschiede. Die am 14.05.2007 gepflanzten Johanniskrautbestände erreichten zur Ernte eine durchschnittliche Bestandeshöhe von 31 cm (Tabelle 15).

Tabelle 15: Wachstumsverlauf des Johanniskrautes (*Hypericum perforatum* L.), Versuchstandort Roda, Anpflanzjahr 2007, Sorte 'Topaz'

Variante		Infektion mit Rotwelke-Erreger	Wuchshöhe (cm) zum Termin						
			04.06.	14.06.	25.06.	05.07.	16.07.	26.07.	06.08.
1	ohne	ohne	8	19	28	30	30	29	30
2	ohne/ mit	mit	7	18	29	30	30	30	33
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	8	18	28	31	29	30	31
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	8	17	29	31	29	28	29
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	7	17	28	29	29	29	31

Die mineralische Zusammensetzung der Trockenmasse kennzeichnet eine hohe Konzentration an Stickstoff und Kalium (Tabelle 14).

Tabelle 14: Ausgewählte Qualitätsparameter des Johanniskrautes, Versuchsstation Roda, Anpflanzjahr 2007, 1. Schnitt (ohne Befall)

Variante		Infektion mit Rotwelkeerreger	Frischmasseertrag	Trockenmasseertrag	Mineralstoffe in der Droge								
					TS	N	P	K	Mg	Nitrat	Cd	Pb	Hg
					dt/ha		%						mg/kg
1	ohne	ohne	108,52	32,39	91,4	2,29	0,35	1,56	0,14	0,05	0,72	0,52	0,145
2	ohne	mit	111,48	34,00	91,4	2,19	0,34	1,55	0,14	0,04	0,74	0,48	0,076
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	111,85	34,42	91,5	2,23	0,33	1,53	0,13	0,04	0,74	0,57	0,112
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	102,59	30,86	94,4	2,24	0,34	1,53	0,13	0,05	0,72	0,48	0,072
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	107,78	33,74	91,3	2,26	0,34	1,56	0,14	0,04	0,76	0,52	0,080
GD 5% Tukey				9,80									
Variante		Infektion mit Rotwelkeerreger	wertbestimmende Inhaltsstoffe in der Droge										
			Gesamthypericine berechnet als Hypericin	Hyperforin	Gesamflavonoide	Rutin	Hyperosid	Isoquercitrin	Quercitrin	Quercetin	Biapigenin		
			%	mg/g									
1	ohne	ohne	0,18	6,6	17,5	5,6	6,4	3,0	0,80	0,52	1,20		
2	ohne	mit	0,16	4,0	15,7	5,0	5,7	2,7	0,73	0,49	0,99		
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	0,16	7,5	17,1	4,7	5,6	2,6	0,75	0,51	1,00		
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	0,17	5,8	19,8	5,3	6,1	2,8	0,80	0,58	1,20		
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	0,17	5,0	18,9	5,7	6,3	3,0	0,81	0,52	1,20		

Bei dem im Versuch ermittelten durchschnittlichen Krautdrogenertrag von 33 dt/ha ist mit folgenden Entzügen an Nährstoffen je Ernteschnitt zu rechnen: 74 kg Stickstoff/ha; 11,2 kg Phosphor/ha; 49 kg Kalium/ha und 4,4 kg Magnesium/ha. Im Johanniskrautbau stellt vor allem die Einhaltung des Cadmium-Grenzwertes (0,5 mg Cd/kg Droge) ein Problem dar, da die Pflanze zu den Akkumulatorpflanzen zählt (BOMME 1997).

Im Versuch II ist trotz eines unbelasteten Bodens wie im Versuch I eine Grenzwertüberschreitung an Cadmium in der Krautdroge festzustellen. Die Konzentration an Blei (Pb) liegt deutlich unter dem Grenzwert von 5,0 mg Pb/kg (Tabelle 14).

Die qualitative Zusammensetzung der Johanniskrautdroge zeigt, dass der Gesamtgehalt an Hypericin über dem angestrebten Gehalt von 0,15 % Gesamthypericin (BUSCHBECK 1999) liegt (Tabelle 14). Der Ertrag an Hypericin beträgt im Durchschnitt 5,6 kg/ha bei einem Drogenertrag von 33 dt/ha. Im Hypericinertrag ist eine große Variabilität von 0,7 kg/ha – 9,7 kg/ha je nach Drogenertrag und Hypericingehalt möglich (DINNES, SCHNEIDER, MARQUARDT 1998). Danach wurde im Versuch ein gutes Ertragsniveau je Hektar an diesem wertgebenden Inhaltsstoff erreicht. Der Gehalt an Hyperforin (0,6 %) als Hauptkomponente der Flavonoide ist dagegen vergleichsweise niedrig (WICHTL 1997a; WAGNER 1999). Meist liegen die Hyperforingehalte im Bereich von 1,0 – 1,1 % (DINGERMANN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004; HÖZL 1999). Mit 1,78 % Gesamtflavonoide wird der angestrebte Bereich von 2 – 4 % leicht unterschritten.

Insgesamt haben die gegen Rotwelke gerichteten Versuchsvarianten keinen nachteiligen Einfluss auf die Qualität der Krautdroge. Es konnte bezüglich des wichtigen Parameters (Hypericingehalt) ein hohes Niveau in der Droge nachgewiesen werden.

Johanniskrautwelke- Befallsverlauf

In dem im Mai 2007 angelegten Versuch II zur Prüfung des Einsatzes ausgewählter Behandlungsvarianten (Tabelle 13) gegen die Rotwelkeerkrankung des Johanniskrautes konnte im ersten Standjahr trotz gezielter Provokation mit Rotwelke infizierten Pflanzen in allen Prüfvarianten kein Ausbruch der Krankheit im Kulturpflanzenbestand beobachtet werden. Die im zehntägigen Rhythmus durchgeführten Bonituren zeigten nur zur Ernte des ersten Aufwuchses einen sehr geringen Befall (Tabelle 16).

Mit Einsetzen des zweiten Aufwuchses im Anpflanzjahr 2007 war eine Ausbreitung des Rotwelkeerregers im Johanniskrautbestand zu beobachten, die in Abhängigkeit von den Prüfvarianten einen unterschiedlichen Umfang des Schädigungsgrades der Kulturpflanzen aufwies (Tabelle 16).

Tabelle 16: Befallsverlauf mit Johanniskrautwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*) im Johanniskrautbestand zu verschiedenen Boniturterminen, Versuchsstation Roda, 2007

Variante		Infektion mit Rotwelke-erreger	Gesamtpflanzenanzahl Variante	04.06.2007				14.06.2007				25.06.2007				05.07.2007			
				Boniturnote															
				3	5	7	9	3	5	7	9	3	5	7	9	3	5	7	9
				Anzahl befallener Pflanzen															
1	ohne	ohne	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall				kein Befall			
2	ohne	mit	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall				kein Befall			
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall				kein Befall			
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall				kein Befall			
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall				kein Befall			
Variante		Infektion mit Rotwelke-erreger	Gesamtpflanzenanzahl Variante ¹⁾	16.07.2007				26.07.2007				06.08.2007 (Ernte 1. Aufwuchs)							
				Boniturnote															
				3	5	7	9	3	5	7	9	3	5	7	9				
				Anzahl befallener Pflanzen %															
1	ohne	ohne	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall							
2	ohne	mit	180	kein Befall				kein Befall				0,6	--	--	--				
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	180	kein Befall				kein Befall				kein Befall							
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	180	kein Befall				kein Befall				0,6	--	--	--				
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	180	kein Befall				kein Befall				1,1	--	--	--				

¹⁾ Basis für die Berechnung der Befallsquote zum Termin 06.08.2007

Fortsetzung Tabelle 16

Variante		Infektion mit Rotwelke-Erreger	Gesamt-pflanzen-anzahl n. Ernte/ Variante ²⁾	04.09.2007					17.09.2007					05.10.2007				
				Boniturnote														
				3	5	7	9	Σ ³⁾	3	5	7	9	Σ ³⁾	3	5	7	9	Σ ³⁾
Anzahl befallener Pflanzen in %																		
1	ohne	ohne	179	10,1	7,8	3,9	0	21,8	4,5	0,6	3,9	1,1	10,1	25,1	2,2	0	0	27,4
2	ohne	mit	170	0,6	15,3	8,8	1,8	26,5	1,8	8,8	4,1	9,4	24,1	24,7	0,6	0	0	25,3
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	173	0	19,1	3,5	0	22,5	5,2	9,2	1,2	5,8	21,4	22,0	2,3	0	0	24,3
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	173	0	18,5	8,1	4,0	30,6	4,0	9,8	7,5	14,5	35,8	29,5	1,2	0	0	30,6
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	168	0	19,6	13,1	1,2	33,9	7,1	3,6	6,0	15,5	32,1	35,1	2,4	0	0	38,1

²⁾ Basis für die Berechnung der Befallsquote für 2. Aufwuchs

³⁾ insgesamt befallene Pflanzen in der Variante (Boniturnote 3 - 9)

Erklärung Boniturnote	Grad des Befalls der Pflanze	Einstufung
3	< 20 % beginnende Welke, vereinzeltes Absterben	gering
5	> 20 – 50 % Welke, Absterben	mittel
7	> 50 % Welke, Absterben	stark
9	100 % Totalbefall	

Tabelle 17: Befallsverlauf mit Johanniskrautwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*)³⁾ im Johanniskrautbestand zu verschiedenen Boniturterminen, Versuchsstation Roda, 2008

Variante	Infektion mit Rotwelke-Erreger	Pflanzenanzahl/ Variante ¹⁾ Mai 2008	14.05.2008				21.05.2008				28.05.2008				04.06.2008						
			Boniturnote																		
			3	5	7	9	3	5	7	9	3	5	7	9	Σ ²⁾	3	5	7	9	Σ ²⁾	
Anzahl befallener Pflanzen %																					
1	ohne	ohne	171	kein Befall				kein Befall				0,6	0	0	0	0,6	2,3	0	0	0	2,3
2	ohne	mit	154	kein Befall				kein Befall				0	0	0	0	0	3,2	0	0	0	3,2
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	167	kein Befall				kein Befall				0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	1,2
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	142	kein Befall				kein Befall				0	0	0	0	0	2,8	0	0	0	2,8
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	141	kein Befall				kein Befall				0,7	0	0	0	0,7	7,1	0	0	0	7,1
Variante	Infektion mit Rotwelke-erreger	Pflanzenanzahl/ Variante ¹⁾ Mai 2008	11.06.2008				18.06.2008				02.07.2008										
			Boniturnote																		
			3	5	7	9	Σ ²⁾	3	5	7	9	Σ ²⁾	3	5	7	9	Σ ²⁾				
Anzahl befallener Pflanzen in %																					
1	ohne	ohne	171	11,1	0	0	0	11,1	10,5	0,6	0	0	11,1	35,7	8,8	1,2	0	45,6			
2	ohne	mit	154	20,1	1,9	0	0	22,1	19,5	5,8	1,9	0	27,3	36,4	27,9	13,6	0,6	78,6			
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	167	4,8	0	0	0	4,8	7,8	0	0	0	7,8	25,1	6,0	1,2	0	32,3			
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	142	19,7	0,7	0	0	20,4	31,7	2,1	0	0	33,8	35,2	32,4	16,9	0	84,5			
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	141	22,0	0,7	0	0	22,7	19,9	7,8	0,7	1,4	29,8	44,0	31,2	9,2	2,1	86,5			

¹⁾ Basis für die Berechnung der Befallsquote zu den Boniturterminen

²⁾ insgesamt befallene Pflanzen in der Variante (Boniturnote 3 - 9)

³⁾ Mischanfektion mit *Alternaria* und *Sclerotinia*

Erklärung Boniturnote

Grad des Befalls der Pflanze

Einstufung

3	< 20 % beginnende Welke, vereinzelt Absterben
5	> 20 – 50 % Welke, Absterben
7	> 50 % Welke, Absterben
9	100 % Totalbefall

gering
mittel
stark

In der Variante 1 (ohne Behandlung, ohne Rotwelkeinfektion) konnte zu den drei Boniturterminen des zweiten Aufwuchses ein insgesamt geringer (Boniturnote 3) bis mittlerer Befall (Boniturnote 5) beobachtet werden. Ein starker Befall (Boniturnote 7, 9) war allerdings zum Zeitpunkt des zweiten Boniturtermins (17.09.2007) festzustellen. Im Oktober (Boniturtermin 05.10.2007) ging die Ausbreitung stark erkrankter Pflanzen zurück. Hier wurde aber eine höhere Neuinfektion (Boniturnote 3) beobachtet.

In der mit infizierten Pflanzen bestückten Kontrollparzelle (Variante 2) war im voll entwickelten Bestand zu den Septemberbonituren ein mittlerer bis starker Befall (Boniturnote 5 bis 9) im Vergleich zur Variante 1 in größerem Umfang anzutreffen. Auch hier zeigte die Bonitur zum Vegetationsende (Oktober) ein Abklingen der mittleren bis starken Befallsrate an. Der Neubefall von Pflanzen (Boniturnote 3) war hingegen wieder in verstärktem Maße zu verzeichnen.

In der mit 'Ortiva' behandelten Variante breitete sich trotz der erfolgten Provokation die Rotwelkeerkrankung in geringstem Maße aus. Insbesondere konnte im Vergleich zur infizierten Kontrolle (Variante 2) der Anteil stark bis total befallener Pflanzen verringert werden. Die Ausbreitung einer geringen bis mittleren Befallsituation entsprach etwa dem Verlauf der Variante 2 (ohne Behandlung, mit Rotwelkeerregerinfektion).

Beim Einsatz des Oreganoöls (Variante 4) war gegenüber dem Präparat 'Ortiva' eine schwächere Bekämpfungswirkung zu erkennen. Wie die Bonituren in der Hauptwachstumsperiode des zweiten Aufwuchses zeigen, konnte die Ausbreitung eines starken bis totalen Befalls nicht wesentlich eingeschränkt werden. Mit Eintritt der Vegetationsruhe wurde ein im Vergleich zu den Varianten 1 bis 3 höheres Potenzial an leicht befallenen Pflanzen festgestellt. Die Prüfungsergebnisse (Bonitur 17.09.2007) deuten zudem an, dass mit Oreganoöl eine invasive Ausbreitung total befallener Pflanzen nicht verhindert werden konnte (Tabelle 16).

Das in Variante 5 geprüfte ätherische Öl des Thymians zeigte gegen die Rotwelkeerkrankung eine mit dem Oreganoöl vergleichbare geringe Wirkung. Auch bei der Behandlung des infizierten Bestandes mit Thymianöl war eine im Vergleich zu den Varianten 2 und 3 stärkere Ausbreitung stark bis total erkrankter Pflanzen in der Hauptwachstumsphase des zweiten Aufwuchses des Johanniskrautes zu erkennen. Ebenso waren zum Abschluss des Pflanzenwachstums (Bonitur 5.10.2007) zahlreiche Pflanzen gering mit Rotwelke befallen.

Im Fazit des durchgeführten Feldtests schneidet das im konventionellen Johanniskrautanbau zugelassene Fungizid 'Ortiva' am besten ab. Deutlich wird aber auch, dass mit diesem Präparat eine vollständige Bekämpfung nicht möglich ist.

Als schwach wirksam in der Bekämpfung im Feldtest erwiesen sich die ätherischen Öle von Oregano und Thymian. Gegenüber dem Fungizid 'Ortiva' wurde im Mittel der Bonituren ein durchschnitt-

lich um 26 % (Oreganoöl) bzw. 14,1 % (Thymianöl) höherer Befallsgrad registriert. Von gravierendem Nachteil ist in diesen Prüfvarianten der höhere Anteil an stark und total infizierten Pflanzen. Aus diesen Ergebnissen ist abzuleiten, dass die im Labortest nachgewiesene sehr gute Wachstumshemmung des Pilzes mit diesen ätherischen Ölen im Feldtest nicht äquivalent bestätigt werden konnte.

Die Bonituren des ersten Johanniskrautaufwuchses im Versuchsjahr 2008 führten zu dem Ergebnis, dass im Mai in allen Varianten keine erkrankten Pflanzen im Johanniskraut auftraten (Tabelle 17). Mit zunehmender Weiterentwicklung des Pflanzenbestandes (Juni-Bonituren) wurden in allen Prüfvarianten erkrankte Pflanzen bonitiert. Es handelt sich aber um eine Mischinfektion mit *Alternaria*- und *Sclerotinia*-erregern. Die Anzahl geschädigter Pflanzen nahm dabei in allen Varianten im Verlaufe der wöchentlich durchgeführten Bonituren (Juni) kontinuierlich zu. Sie betraf dabei vorrangig das Stadium beginnende Welkeerscheinungen (Boniturnote 3). Zwischen den Varianten war diese Befallsstufe 3 quantitativ unterschiedlich ausgeprägt. Die geringste Anzahl welker Pflanzen bis zur Ernte des ersten Aufwuchses war wiederum in der Variante 3 (Einsatz des Fungizids 'Ortiva') festzustellen (Tabelle 17). In dieser Variante konnte die Befallsituation im Vergleich zur Kontrolle (Variante 2, unbehandelter, infizierter Pflanzenbestand) und ebenso zur Variante 1 (ohne Behandlung, ohne Infektion mit Rotwelkeerreger) zu allen Boniturterminen deutlich vermindert werden. Die Behandlung des Johanniskrautaufwuchses mit den ätherischen Ölen des Dostes (Variante 4) und Thymians (Variante 5) trug gegenüber der Kontrolle (Variante 1 und 2) nicht zur Verbesserung der Befallsituation bei. Die Anzahl Pflanzen mit beginnender Welke lag zu allen Boniturterminen in der gleichen Größenordnung wie in der Kontrollvariante 2. Die Abschlussbonitur (02.07.2008) vor der Ernte des ersten Aufwuchses im zweiten Standjahr ist im Gegensatz zu den vorangegangenen Bonituren auch von einer verstärkten Ausbreitung eines mittleren bis starken Krankheitsbefalls im Pflanzenbestand der Kontrolle (Variante 2) gekennzeichnet (Tabelle 17). In wesentlich geringerem Umfang sind in der Variante 3 ('Ortiva'-Behandlung) mittel bis stark erkrankte Pflanzen festgestellt worden. In den Varianten 4 und 5 mit Applikation von ätherischem Öl des Oregano und Thymians verläuft die Zunahme mittel und stark befallener Pflanzen wie in Kontrolle 2. Diese Varianten lassen somit keine befriedigende Wirkung gegen die Ausbreitung der pilzlichen Erkrankung im Johanniskrautbestand erkennen (Tabelle 17).

Der unterschiedliche Befall des Bestandes mit pilzlichen Erregern (Mischinfektion) im Versuchsjahr 2008 wirkte sich auf die Höhe des Ertrages (1. Aufwuchs des zweiten Standjahres) deutlich aus (Tabelle 18). In der Variante 3 ('Ortiva') mit dem geringsten Belastungsgrad pilzlich befallener Pflanzen ist der höchste Ertrag von 53 dt/ha an Krautdroge erzielt worden. Ein ebenfalls sehr hohes Ertragsniveau (47 dt/ha Krautdroge) erzielte der ebenfalls gering mit pilzlichen Krankheiten belastete Johanniskrautaufwuchs der Variante 1 (ohne Behandlung, ohne Infektion mit Rotwelkeerreger). Deutlich geringer ist der Ertrag (27 - 30 dt/ha Krautdroge) in den mit ätherischem Öl behandelten Varianten 4 und 5. Hier wirkte sich der starke Befall, besonders im Bereich mittel und stark erkrankter Pflanzen, offensichtlich erheblich ertragsmindernd aus. Dies führte in den Varianten 4 und 5 zu

einem gegenüber den anderen Prüfvarianten höheren Pflanzenausfall und einer Bestandesreduktion (Tabelle 19). Dadurch wurde auch ein im Vergleich zur Kontrollvariante 2 (ohne Behandlung, mit Rotwelkeinfektion) geringeres Ertragsniveau erreicht.

Tabelle 18: Erträge an Krautdroge von Johanniskraut (1. Aufwuchs, zweites Standjahr 2008) in Abhängigkeit von Behandlungsmaßnahmen gegen Rotwelke (*Colletotrichum cf. gloeosporioides*)

Var.	Pflanzen- behandlungs- mittel	Infektion mit Rotwelke- Erreger	Ertrag dt/ha	
			Frischmasse	Trockenmasse
1	ohne	ohne	121,85	47,43
2	ohne	mit	84,44	36,17
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	138,15	53,41
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	60,74	26,67
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	68,89	29,67

Tabelle 19: Entwicklung der Pflanzenanzahl im Verlauf der Jahre 2007 und 2008, Roda

Var.	Pflanzen- behandlungs- mittel	Infektion mit Rotwel- ke- Erreger	Anzahl der Pflanzen zum Zeitpunkt				
			zur Pflan- zung 2007 (Basis für Bonituren 1. Aufwuchs 2007)	nach Ernte 1. Aufwuchs 2007 (Basis für Bonituren 2. Aufwuchs 2007)	vor Win- tereintritt 2007 (letzte Bonitur 2007)	nach Wie- deraustrieb 2008 (Basis für Bonituren 1. Aufwuchs 2008)	zur Ernte 1. Aufwuchs 2008
			Mai 2007	September 2007	Oktober 2007	Mai 2008	09.07.2008
1	ohne	ohne	180	179	165	171	171
2	ohne	mit	180	170	162	154	153
3	Ortiva (1 l/ha)	mit	180	173	164	167	167
4	Ätherisches Öl Oregano	mit	180	173	143	142	142
5	Ätherisches Öl Thymian	mit	180	168	149	141	138

Aus diesen ersten Tests leitet sich noch erheblicher Entwicklungsbedarf (z.B. Testung von CO₂-Extrakten) ab, um ätherische Öle als Mittel zur Rotwelkeprophylaxe mit guter Wirksamkeit einsetzen zu können.

Im Anbau von Johanniskraut sollte man deshalb vorrangig wenig anfällige Sorten einsetzen wie 'Hyperivo 7' und 'Taubertal'. Die Sorte 'Topaz' zeigte eine mittlere Anfälligkeit. Als anfällige Sorten

werden 'Hyperiflor' und 'Hyperisol' eingestuft. Resistente Sorten gibt es derzeit nicht (TRAUTWEIN, GÄRBER 2005).

2.3 Ertrag und Inhaltsstoffe von Zuchtstämmen der Brennnessel (*Urtica dioica* L.)

Das Aufkommen an frischer und getrockneter Blatt- und Krautware sowie Wurzeldroge wird bei der Brennnessel vorwiegend über Wildsammlungen gedeckt. Der Anbauumfang in Deutschland ist gering. Er beträgt im ökologischen Bereich 10,2 ha. Als wesentliche Ursache für die geringe Brennnesselfläche wird das Fehlen von Sorten herausgestellt (RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT 2003). Im globalen Umsatzvolumen pflanzlicher Arzneimittel, Herbal Supplements und Functional Foods, zählt jedoch die Brennnessel zu den erfolgreichsten Pflanzen (ARMBRÜSTER, GRÜNWALD 2008). Nachfolgend werden in mehrjähriger Prüfung verschiedene Brennnesselstämme auf Ertrag und Inhaltsstoffe untersucht. Mit der Bereitstellung hochwertiger und ertragreicher Sorten soll die kontrollierte Erzeugung im Anbau unterstützt werden.

Material und Methoden

Die zu prüfenden vier Zuchtstämme der Pharmasaat GmbH Artern sind in den Tabellen in der Spalte 'Stamm' durch Nummern gekennzeichnet.

Versuchsort: Roda, Landkreis Leipziger Land, Lößboden, Blockversuch mit vier Wiederholungen, Anlageparzelle und zugleich Ernteparzelle 1,5 m x 8 m.

Der bereits 2002 gepflanzte Bestand wies im Jahre 2003 besonders im Block a und b einige Pflanzenausfälle durch Überwinterungsschäden aus. Insofern war der erste Schnitt (05.06.2003) nicht auswertbar. Im Jahre 2004 wurde der Bestand durch Hagel am 10.05. oberirdisch stark beschädigt. Es erfolgte deshalb zur 1. Ernte (18.05.2004) keine Ertragsermittlung. Wegen extremer Trockenheit und der damit verbundenen erheblichen Verunkrautung der Parzellen im Jahr 2006 konnte kein repräsentativer Ertrag erfasst werden.

Die Ernten erfolgten zu folgenden Terminen:

2003 1. Schnitt am 05.06., 2. Schnitt am 29.07.

2004 1. Schnitt am 18.05., 2. Schnitt am 02.07., 3. Schnitt am 16.08.

2005 1. Schnitt am 13.06., 2. Schnitt am 09.08.

Ergebnisse

Ertrag

Die mehrjährigen Prüfungen beziehen sich auf den Ertrag an frischer Krautmasse und Blattdroge (Tabellen 20 - 22). Aus dem Vergleich geht hervor, dass zwischen den geprüften Stämmen mehrheitlich keine signifikanten Ertragsdifferenzen in den einzelnen Jahren auftraten. In den beiden Hauptnutzungsjahren 2004 und 2005, die im Witterungsverlauf während der Hauptwachstumsperiode April bis September dem langjährigen Mittel entsprachen (2004) bzw. zu warm und trocken

waren (2005), erreichten die Stämme die jeweils höchsten Erträge. Danach verfügen alle vier Stämme über ein beachtliches Ertragsniveau von 50 – 60 dt Blattdroge/ha aus zwei Schnitten (BOMME 1996; MARQUARD, KROTH 2001). Für den Stamm 9 konnten ertragliche Vorteile nachgewiesen werden, die nur für die Erträge des ersten Schnittes im dritten Standjahr (2005) statistisch zu sichern waren. Der Ertrag an Blattdroge wird bei allen Stämmen wesentlich durch den ersten Schnitt (Mitte Mai – Anfang Juni) bestimmt. In dem während der Hauptwachstumsperiode sehr trockenen Jahr 2003 wurde im Vergleich zu den Jahren 2004 und 2005 ein deutlich niedrigerer Ertrag (2. Ernteschnitt) bei allen vier Stämmen erzielt. Auch unter den ungünstigen Witterungsbedingungen des Jahres 2003 sicherte der Stamm 9, allerdings statistisch nicht gesichert, das höchste Ertragsniveau.

Tabelle 20: Wuchshöhe, Kraut- und Blatterträge verschiedener Stämme der Brennnessel (*Urtica dioica* L.), Versuchsjahr 2003

Variante	Stamm	Wuchshöhe		Frischmasse Kraut 2. Schnitt dt/ha	Trockenmasse Blatt 2. Schnitt dt/ha
		1. Schnitt 05.06.2003 cm	2. Schnitt 29.07.2003 cm		
1	1	99,7	51,7	96,25	10,87
2	7	110,6	53,6	102,71	10,05
3	9	97,4	41,8	84,38	11,09
4	10	110,4	44,8	88,75	10,76
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		--	--	28,91	3,11

Tabelle 21: Kraut- und Blatterträge verschiedener Stämme der Brennnessel (*Urtica dioica* L.), Versuchsjahr 2004

Variante	Stamm	Frischmasse Kraut		Trockenmasse Blatt	
		2. Schnitt 02.07.2004	3. Schnitt 16.08.2004	2. Schnitt 02.07.2004	3. Schnitt 16.08.2004
		dt/ha			
1	1	256,67	183,75	20,58	14,35
2	7	222,50	170,00	18,47	13,85
3	9	226,46	157,50	21,17	17,18
4	10	215,42	158,75	18,62	12,95
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		36,09	42,70	4,24	3,44

Tabelle 22: Kraut- und Blatterträge verschiedener Stämme der Brennnessel (*Urtica dioica* L.), Versuchsjahr 2005

Variante	Stamm	Frischmasse Kraut		Trockenmasse Blatt	
		1. Schnitt 13.06.2005	2. Schnitt 09.08.2005	1. Schnitt 13.06.2005	2. Schnitt 09.08.2005
		dt/ha			
1	1	318,96	220,21	28,81	21,48
2	7	346,25	213,54	29,88	21,78
3	9	316,04	202,29	38,13	25,33
4	10	316,94	177,50	29,98	18,48
<i>GD</i> $\alpha=5\%$ (Tukey)		87,46	35,15	8,40	6,77

Inhaltsstoffe

Die Gehalte an Makronährstoffen in der Blattdroge zeigen, dass die Brennnessel vor allem Stickstoff für die Trockensubstanzbildung benötigt. Ebenso ist ihr starker Kaliumbedarf hervorzuheben (Tabelle 23). Insgesamt unterstreicht die in der Blattdroge nachgewiesene Mineralstoffkonzentration, dass für den ertragreichen Anbau nur gut mit Nährstoffen versorgte Böden in Frage kommen.

Die Blattdrogen der vier geprüften Stämme wurden nach den Parametern Carotinoid- und Flavonoidgehalt beurteilt (Tabellen 23 - 26). Flavonoide und Carotinoide bilden neben Silikaten die Hauptinhaltsstoffe. Carotinoide haben als Antioxidantien eine große Bedeutung (WICHTL 1997). Flavonoide sind phenolische Verbindungen, die entzündungshemmend, krampflösend, gefäßerweiternd sowie gallensaft-, schweiß- und harntreibend wirken (ENNET, REUTER 2004). Auf diese Inhaltsstoffe ist im Wesentlichen die klinisch und pharmakologisch abgesicherte diuretische Wirkung der Brennnesseldroge zurückzuführen.

In der kosmetischen Anwendung werden Extrakte der Krautdroge zur Haarpflege und gegen Kopfschuppen eingesetzt. Die Volksmedizin wendet die Brennnessel gegen Muskel- und Gelenkrheumatismus an (WICHTL 1997; SCHILCHER 1988).

Anhand der Untersuchungsergebnisse ist insgesamt festzustellen, dass die Stämme im Gehalt an Gesamtcarotinoiden in der Blattdroge wenig differieren (0,10 bis 0,16 %). Ihre Konzentration ist im Vergleich zu Untersuchungen von LUTOMSKI, SPEICHERT (1983), die bis zu 3,1 % Gesamtcarotinoide in der Blattdroge der Großen Brennnessel nachwiesen, gering einzustufen. Im Ergebnis der vier Prüfjahre realisieren die Stämme 1 und 7 zu allen Erntezeitpunkten die höchsten Gehalte.

Den geringsten Gehalt an Carotinoiden verkörpert Stamm 9. Er weist teilweise signifikant niedrigere Gehalte gegenüber den Stämmen 1 und 7 auf. Bezogen auf die einzelnen Standjahre werden in den beiden Hauptnutzungsjahren 2004 und 2005 höhere Gehalte beobachtet als im ersten Nutzungsjahr. Wie an den Ergebnissen des Jahres 2005 deutlich wird, begünstigen warme, nieder-

schlagsärmere Jahre (293 mm Niederschlagssumme April bis September) offensichtlich die Synthese von Carotinoiden.

Aus der Prüfung des Flavonoidgehaltes der Brennnesselstämme geht hervor, dass der Stamm 1 im Mittel der Prüfljahre und Ernten die höchste Konzentration an Gesamtflavonoiden (0,88 %) aufweist. Die übrigen Stämme liegen etwa in gleicher Größenordnung (Stamm 7: 0,85 %; Stamm 10: 0,79 %; Stamm 9: 0,75 %). Auch unter dem Blickwinkel des Flavonoidgehaltes schneidet somit der Stamm 9 etwas schwächer ab. Es konnten zwischen den Stämmen, mit Ausnahme Stamm 10 zur 1. Ernte 2003, keine signifikanten Differenzen nachgewiesen werden.

Im Vergleich der Standjahre erlauben die Ergebnisse den Hinweis, dass unter den warmen, trockenen Witterungsbedingungen (2005) die höchsten Gehalte an Gesamtflavonoiden zu verzeichnen waren. Die Stämme 1 und 7 erreichten dabei Flavonoidgehalte von knapp 1 %, die im Vergleich zur Literatur (0,6 – 2 % Blattdroge) eine mittlere Konzentration an Flavonoiden aufweisen (DINGERMANN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004; HILLER, MELZIG 2000).

Tabelle 23: Carotinoid- und Flavonoidgehalt in der Blattdroge ausgewählter Brennnesselstämme, Versuchsjahr 2003

Var.	Stamm	N	P	K	Mg	Gesamtcarotinoide (photom. Bestimmung)		Gesamtflavonoide (photom. Bestimmung)	
		1. Ernte				1. Ernte	2. Ernte	1. Ernte	2. Ernte
		% TS				mg/g			
1	1	2,83	0,30	2,42	0,24	1,15	0,98	7,73	8,13
2	7	3,08	0,31	2,21	0,28	1,15	1,11	7,50	8,83
3	9	2,85	0,34	2,18	0,21	0,78	0,83	7,40	6,68
4	10	3,00	0,31	2,23	0,22	0,90	0,95	9,13	6,38
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		--	--	--	--	0,30	0,21	1,34	2,22

Tabelle 24: Carotinoid- und Flavonoidgehalt in der Blattdroge ausgewählter Brennnesselstämme, Versuchsjahr 2004

Variante	Stamm	Gesamtcarotinoide (photom. Bestimmung)			Gesamtflavonoide (photom. Bestimmung)		
		1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte	1. Ernte	2. Ernte	3. Ernte
		mg/g Blattdroge					
1	1	1,20	1,33	1,32	9,30	7,58	8,08
2	7	1,20	1,35	1,35	8,50	8,50	6,38
3	9	1,10	0,90	1,18	7,80	6,15	7,36
4	10	1,20	1,18	1,17	7,90	7,03	6,98
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		---	0,20	0,16	---	2,00	1,40

Tabelle 25: Carotinoid- und Flavonoidgehalt in der Blattdroge ausgewählter Brennnesselstämme, Versuchsjahr 2005

Variante	Stamm	Gesamtcarotinoide (photom. Bestimmung)		Gesamtflavonoide (photom. Bestimmung)	
		1. Ernte	2. Ernte	1. Ernte	2. Ernte
mg/g Blattdroge					
1	1	1,55	1,38	11,65	9,33
2	7	1,35	1,20	10,40	9,30
3	9	1,23	1,20	8,40	8,65
4	10	1,20	1,33	9,60	8,75
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		0,37	0,79	1,21	1,64

Tabelle 26: Ausgewählte Inhaltsstoffe in der Brennnessel-Blattdroge, Versuchsjahr 2006 ¹⁾

Variante	Stamm	Gesamtcarotinoide (photom. Bestimmung)	Gesamtflavonoide (photom. Bestimmung)
		mg/g Blattdroge	
1	1	1,23	8,65
2	7	1,38	9,65
3	9	1,24	8,20
4	10	1,33	9,13
<i>GD</i> $\alpha=5%$ (Tukey)		0,42	2,34

¹⁾ Ernteerhebung wegen des lückigen, verunkrauteten Aufwuchses nicht möglich

Von den geprüften Brennnesselstämmen ist aus ertraglicher Sicht der Stamm 9 hervorzuheben. Er verbindet hohe und sichere Krauterträge mit durchschnittlichen Qualitätseigenschaften (Gesamtcarotinoide, Gesamtflavonoide). Im stärker qualitätsorientierten Anbau verdienen die Stämme 1 und 7 Beachtung.

2.4 Ertragsleistung ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen auf Testparzellen

Die Verwendung bioaktiver Extrakte von Arznei- und Gewürzpflanzen gewinnt immer stärkeres Interesse auf dem Naturstoffmarkt (HOPPE 2005; BOMME 2007; JAMBOR 2008). Ihre vielfältige Verwendung reicht vom Arzneimittel, Würzstoff, Parfüm bis zu Nahrungs- und Futterergänzungsmitteln. Über die Extrakte nutzt man in verstärkter und konzentrierter Form die antioxidative, entzündungshemmende, aromatisierende und antimikrobielle Wirkung der ätherischen Öle und weiterer sekundärer Inhaltsstoffe (Gerbstoffe, Flavonoide usw.). In einem mehrjährigen Versuch wurden verschiedene Arznei- und Gewürzpflanzen unter diesem Blickwinkel geprüft (Tabelle 27).

Dabei galt es zum einen, die Eignung und Ertragsleistung im Anbau unter typisch sächsischen Standortbedingungen (mittelsächsisches Lößgebiet) abzuklären, zum anderen wurde als Qualitätsmerkmal die Menge und Zusammensetzung des ätherischen Öls der angebauten Arten und Sorten geprüft.

Des Weiteren nutzte man das Erntegut, um nach dem umweltschonenden CO₂-Extraktionsverfahren Extrakte im Labormaßstab herzustellen und auf ihre qualitative Zusammensetzung zu untersuchen. Die Testung des antimikrobiellen Potenzials der Extrakte gegen den im Getreideanbau verbreiteten Pilz *Fusarium culmorum* diente dem Ziel, neue Anwendungsmöglichkeiten im Bereich von Pflanzenstärkungsmitteln zu erschließen. In die Untersuchungen sind vor allem ein- und mehrjährige Arznei- und Gewürzpflanzen, vorwiegend aus der Familie der Lamiaceae, einbezogen worden, deren ätherischen Öle entzündungshemmend wirken.

Tabelle 27: Übersicht der im Testversuch angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen, Versuchsstandort Roda, Lößlehm, Ackerzahl 68 (2004 - 2007)

Art	Lateinischer Begriff	Familie
einjährige Arten		
Basilikum	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae
Buchweizen	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Polygonaceae
Bohnenkraut	<i>Satureja hortensis</i> L.	Lamiaceae
Kerbel	<i>Anthriscus cerefolium</i> L. Hoffmann ssp. <i>cerefolium</i>	Apiaceae
Majoran	<i>Origanum majorana</i> L.	Lamiaceae
mehnjährige Arten		
Dost	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i> L.	Lamiaceae
Dost	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> L.	Lamiaceae
Frauenmantel	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	Rosaceae
Thymian	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae
Krauseminze	<i>Mentha spicata</i> Hudson var. <i>crispata</i>	Lamiaceae
Liebstockel	<i>Levisticum officinale</i> Koch	Apiaceae
Muskatellersalbei	<i>Salvia sclarea</i> L.	Lamiaceae
Pfefferminze	<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae
Weinraute	<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae
Ysop	<i>Hyssopus officinalis</i> L.	Lamiaceae

Material und Methoden

Die Auswahl der getesteten Pflanzen erfolgte unter den Gesichtspunkten der bodenklimatischen Anbaueignung im gemäßigten Klimaraum, Verfügbarkeit von Herkünften und Sorten sowie Gehalt und Zusammensetzung an ätherischem Öl.

Ein weiterer Aspekt war die leichte, kostengünstige Beerntbarkeit des Aufwuchses mit den in der Landwirtschaft vorhandenen Maschinen. Hier boten sich die Körner- und Krautdrogen an. Zu ihrer Ernte wird vorrangig der Mähdrescher bzw. der Futterhäcksler eingesetzt. Nach diesen Kriterien wurden in den Jahren 2004 bis 2007 insgesamt 18 Arznei- und Gewürzpflanzen im Anbau geprüft. Überwiegend sind es Pflanzenarten der Familie der Lamiaceae, deren Kraut bzw. Blätter reich an ätherischen Ölen sind (Tabelle 27). Das Testprogramm ist so konzipiert worden, dass jährlich in

gewissem Umfang neue, aussichtsreiche Arten und Sorten in die Prüfung aufgenommen werden konnten.

Um diese umfangreiche Anzahl von Arznei- und Gewürzpflanzen im Sinne der Zielstellung zu testen, wurde der Versuch ohne Wiederholung angelegt (SPECHT et al. 1968). Die Ernteparzellen wiesen dabei eine repräsentative Größe von 15 m² auf.

Die Versuchsanlage wurde 2004 etabliert. Durch die Neuanpflanzung zu einem einheitlichen Termin am 19.05.2004 (Weinraute am 08.06.2004) ist eine gute Vergleichbarkeit zwischen mehrjährigen Pflanzenarten und -sorten möglich. Die ein- und zweijährigen Arten wurden am 23.04.2004 ausgesät. Basilikum und Kerbel keimten nicht aufgrund der feuchtkalten Bedingungen nach der Aussaat. Starkregen mit Hagel am 10.05.2004 schädigte die einjährigen Arten. Besonders bei Buchweizen waren Totalausfälle zu verzeichnen. Bei jeder Variante gab es nur eine Ernte im Versuchsjahr, die bei den Pflanzenarten zum jeweils optimalen Termin durchgeführt wurde.

Im Jahr 2005 wurde der Bestand von Thymian und Ysop um jeweils eine Sorte erweitert (Pflanzung am 25.05.2005). Die Aussaat von Bohnenkraut und Kerbel erfolgte am 26.04.2005, die von Basilikum und Buchweizen am 13.05.2005. Die Nachsaat von Buchweizen wurde am 27.05.2005 durchgeführt. Der neu gepflanzte Thymianbestand konnte aufgrund seiner ungenügenden Entwicklung nicht beerntet werden.

2006 wurden die Arten Pfefferminze und Krauseminze neu gepflanzt. Die Aussaat der einjährigen Pflanzenarten erfolgte am 22. Mai. Auf Grund des schlechten Aufganges wurden Basilikum, Bohnenkraut und Kerbel am 27.06. nochmals gedrillt.

Im Jahr 2007 wurde Buchweizen wegen des schwachen Saataufganges aus dem Testprogramm genommen. Die geplante Prüfung der Majoransorte 'Tetrata' konnte nicht erfolgen, da kein Saatgut zur Verfügung stand. Wegen starker Verunkrautung und sehr dezimiertem Aufgang musste auch die Prüfung der Majoransorte 'Ägyptischer' entfallen.

Von den Versuchspflanzen wurden die Frischmasse- und Trockenmasseerträge und die Wuchshöhen zur Ernte bestimmt. In den Versuchsjahren stellte man keine Krankheiten und Schädlinge an den Pflanzenbeständen fest.

Aus dem Erntegut (Blattdroge) wurden CO₂-Extrakte mittels Laborextraktor (250 bar, 60°C Arbeitstemperatur; Abscheider 55 bar, 40°C) gewonnen. Von diesen Extrakten ist die Hemmwirkung auf das Wachstum des Pilzes *Fusarium culmorum* mit Hilfe des Platten-Hemmstoff-Tests in Anlehnung an den §35 LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetz) L01.00-6 geprüft worden.

Die Extrakte wurden direkt und unverdünnt eingesetzt und gegenüber dem Fungizid Folicur (Wirkstoff Tebuconazol), das in einer vom Hersteller empfohlenen 0,25 %igen wässrigen Lösung verwendet wurde, getestet. Es wurden vier unabhängige Serien mit je vierfacher Messpunktbestimmung durchgeführt.

Ergebnisse

Erträge

Die vierjährigen Ertragerhebungen erlauben den Schluss, dass die geprüften Arten und Sorten unter den Bedingungen eines Lößstandortes des mittelsächsischen Hügellandes (langjährige Niederschlagssumme 711 mm; langjährige Jahresdurchschnittstemperatur 8,6°C) gut kultivierbar sind und ein mittleres bis hohes Ertragsniveau realisieren können. Dabei profitierten Wärme liebende Arten wie Dost, Thymian, Ysop von der warm-trockenen Witterung der Versuchsjahre 2005 und 2006 (Niederschlag 75 %; Temperatur 109 bzw. 116 % zum Normal). Am Beispiel der Erträge von Ysop, Sorte 'Blankyt' und 'Rosa', Basilikum, Sorten 'Mittelblättriges Grünes' und 'Genoveser' sowie Dost ssp. *vulgare*, 'Herkunft Paulinenaue' und Dost ssp. *hirtum*, 'Zuchtstamm Artern' werden auch Sorteneffekte deutlich (Tabellen 28 - 31).

Im Jahr 2007 mit ausgeprägter Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit und reichlichen Niederschlägen in den Sommermonaten konnte für die angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen ein mittleres bis hohes Ertragsniveau verzeichnet werden (Tabelle 31). Sortenvorteile waren bei Bohnenkraut (Saturn), beim Thymian (Deutscher Winter) und besonders beim Ysop (Blankyt) zu beobachten.

Eine Gesamtbetrachtung der Erträge über den Versuchszeitraum zeigt, dass mit den geprüften Arznei- und Gewürzpflanzen (Bohnenkraut, Basilikum, Thymian, Ysop, Oregano) ein ertraglich hoher und sicherer Anbau auch unter extremen Witterungsverhältnissen (2006 Trockenheit in der Hauptwachstumszeit, 2007 Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit) auf Lößböden der Leipziger Tieflandsbucht möglich ist (Tabelle 32).

Im Vergleich mit Literaturdaten wurde bei diesen Kulturen meist der obere angegebene Ertragswert erreicht bzw. überboten (Tabelle 32). Das trifft auch auf die im zweiten Standjahr erzielten Erträge der Weinraute, Pfefferminze und des Liebstocks zu (Tabellen 29 und 31). Auch hier wird das in der Literatur genannte obere Ertragsniveau dieser Kulturen übertroffen (HEEGER 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT 2003).

Tabelle 28: Wuchshöhe und Ertrag ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen, Versuchsjahr 2004

Pflanzenart, ‚Sorte‘/Herkunft	Saat/Pflanzung	Ernteprodukt	Wuchshöhe (cm)	Ertrag frisch (kg/m ²)	TM-Ertrag (kg/m ²)
Einjährige Pflanzen					
Bohnenkraut, ‚Saturn‘	2004	Kraut ⁴⁾	30	0,75	0,16
Buchweizen	2004	Kraut ⁴⁾	42	0,91	0,13
Borretsch	2004	Kraut ⁴⁾	62	4,67	0,39
Gartenkresse, ‚Großblättrige‘	2004	Kraut ²⁾	73	1,30	0,19
Buchweizen	2004	Samen	94	0,17	0,11
Koriander, ‚Jantar‘	2004	Samen	76	0,48	0,17
Mehrjährige Pflanzen					
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i> , Herkunft: Paulinenaue	2004	Kraut ³⁾	38	0,87	0,25
Muskatellersalbei ^{*)} , ‚Arterer Anbau‘	2004	Kraut ⁴⁾	-	Ernte erst 2005	
Thymian, ‚Deutscher Winter‘	2004	Kraut ³⁾	21	0,53	0,19
Frauenmantel	2004	Kraut ⁴⁾	40	0,22	0,06
Ysop, ‚Blankyt‘	2004	Kraut ³⁾	47	1,27	0,31
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i> , Zuchtstamm Artern	2004	Kraut ³⁾	35	0,72	0,27
Weinraute, ‚Großblättrige Späte‘	2004	Kraut ²⁾	20	0,08	0,02
Liebstock, ‚Großblättriger‘	2004	Kraut ⁵⁾	57	0,91	0,13

¹⁾ Krauternte zum Knospenansatz

²⁾ Krauternte im Knospenstadium/vor der Blüte

³⁾ Krauternte zum Blühbeginn

⁴⁾ Krauternte von Blühbeginn bis Vollblüte

⁵⁾ Krauternte vor dem Schossen

*) zweijährig

Tabelle 29: Wuchshöhe und Ertrag ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen, Versuchsjahr 2005

Pflanzenart, ‚Sorte‘/Herkunft	Saat/ Pflan- zung	Ernte- pro- dukt	Wuchs- höhe (cm)	Ertrag frisch (kg/m ²)	TM- Ertrag (kg/m ²)
Einjährige Pflanzen					
Basilikum, ‚Mittelblättriges Grünes‘	2005	Kraut ²⁾	34	2,43	0,31
Basilikum, ‚Genoveser‘	2005	Kraut ²⁾	34	1,81	0,27
Buchweizen	2005	Kraut ⁴⁾	113	4,33	0,76
Buchweizen, ‚Lileja‘	2005	Kraut ⁴⁾	87	3,63	0,44
Bohnenkraut, ‚Saturn‘	2005	Kraut ⁴⁾	33	1,93	0,37
Bohnenkraut, ‚Aromata‘	2005	Kraut ⁴⁾	35	2,38	0,52
Kerbel, ‚Smoothy‘	2005	Kraut ²⁾	66	1,57	0,26
Kerbel, ‚Finje Krul‘	2005	Kraut ²⁾	63	1,25	0,22
Mehrjährige Pflanzen					
Thymian, ‚PHPL Scot‘	2005	Kraut ³⁾	-	keine Ernte	
Ysop, ‚Rosa‘	2005	Kraut ³⁾	56	1,55	0,45
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i> , Herkunft: Paulinenaue	2004	Kraut ³⁾	86	2,60	0,94
Muskatellersalbei, ‚Artener Anbau‘ *)	2004	Kraut ⁴⁾	149	9,73	1,95
Thymian, ‚Deutscher Winter‘	2004	Kraut ³⁾	21	2,35	0,53
Frauenmantel	2004	Kraut ⁴⁾	54	3,09	0,70
Ysop, ‚Blankyt‘	2004	Kraut ³⁾	70	5,03	1,57
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i> , Zuchtstamm Artern	2004	Kraut ³⁾	72	3,07	1,07
Weinraute, ‚Großblättrige Späte‘	2004	Kraut ²⁾	70	2,25	0,62 ⁶⁾
Liebstock, ‚Großblättriger‘	2004	Kraut ⁵⁾	125	4,31	0,86 ⁷⁾

1) Krauternte zum Knospenansatz

2) Krauternte im Knospenstadium/vor der Blüte

3) Krauternte zum Blühbeginn

4) Krauternte von Blühbeginn bis Vollblüte

5) Krauternte vor dem Schossen

6) Ertragsspanne lt. Literatur (HEEGER 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT 2003) 0,20 – 0,30 kg/m²

7) Ertragsspanne lt. Literatur (HEEGER 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT 2003) 0,28 – 0,57 kg/m²

*) zweijährig

Tabelle 30: Wuchshöhe und Ertrag ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen, Versuchsjahr 2006

Pflanzenart, ‚Sorte‘/Herkunft	Saat/ Pflan- zung	Ernte- pro- dukt	Wuchs- höhe (cm)	Ertrag frisch (kg/m ²)	TM- Ertrag (kg/m ²)
Einjährige Pflanzen					
Basilikum, ‚Mittelblättriges Grünes‘	2006	Kraut ²⁾	37	1,67	0,20
Basilikum, ‚Genoveser‘	2006	Kraut ²⁾	35	1,78	0,23
Buchweizen ‚Lifago‘	2006	Kraut ⁴⁾	-	keine Ernte	
Buchweizen, ‚Lileja‘	2006	Kraut ⁴⁾	64	1,90	0,32
Bohnenkraut, ‚Saturn‘	2006	Kraut ⁴⁾	-	keine Ernte	
Bohnenkraut, ‚Aromata‘	2006	Kraut ⁴⁾	58	1,04	0,17
Kerbel, ‚Smoothy‘	2006	Kraut ²⁾	-	keine Ernte	
Kerbel, ‚Finje Krul‘	2006	Kraut ²⁾	-	keine Ernte	
Mehrjährige Pflanzen					
Thymian, ‚PHPL Scot‘	2005	Kraut ³⁾	24	1,57	0,37
Ysop, ‚Rosa‘	2005	Kraut ³⁾	68	3,34	1,12
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i> , Herkunft: Paulinenaue	2004	Kraut ³⁾	80	2,05	0,77
Pfefferminze, ‚Multimentha‘	2006	Kraut ²⁾	46	0,65	0,16
Thymian, ‚Deutscher Winter‘	2004	Kraut ³⁾	25	1,90	0,45
Krauseminze	2006	Kraut ²⁾	23	0,25	0,07
Ysop, ‚Blankyt‘	2004	Kraut ³⁾	72	3,97	1,46
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i> , Zuchtstamm Artern	2004	Kraut ³⁾	-	keine Ernte	

¹⁾ Krauternte zum Knospenansatz

²⁾ Krauternte im Knospenstadium/vor der Blüte

³⁾ Krauternte zum Blühbeginn

⁴⁾ Krauternte von Blühbeginn bis Vollblüte

⁵⁾ Krauternte vor dem Schossen

Tabelle 31: Wuchshöhe und Ertrag (ein Schnitt) ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen, Versuchsjahr 2007

Pflanzenart, ‚Sorte‘/Herkunft	Saat/ Pflan- zung	Ernte- pro- dukt	Wuchs- höhe (cm)	Ertrag frisch (kg/m ²)	TM- Ertrag (kg/m ²)
Einjährige Pflanzen					
Basilikum, ‚Mittelblättriges Grünes‘	2007	Kraut ²⁾	41	2,71	0,29
Basilikum, ‚Genoveser‘	2007	Kraut ²⁾	39	3,17	0,34
Bohnenkraut, ‚Saturn‘	2007	Kraut ⁴⁾	34	3,88	0,69
Bohnenkraut, ‚Aromata‘	2007	Kraut ⁴⁾	35	4,39	0,90
Kerbel, ‚Smoothy‘	2007	Kraut ²⁾	66	2,39	0,31
Kerbel, ‚Finje Krul‘	2007	Kraut ²⁾	66	2,25	0,33
Mehrjährige Pflanzen					
Thymian, ‚PHPL Scot‘	2005	Kraut ³⁾	26	1,83	0,54
Thymian, ‚Deutscher Winter‘	2004	Kraut ³⁾	21	1,35	0,37
Ysop, ‚Rosa‘	2005	Kraut ³⁾	76	3,83	1,24
Ysop, ‚Blankyt‘	2004	Kraut ³⁾	72	4,40	1,37
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i> , Herkunft: Paulinenaue	2004	Kraut ³⁾	85	2,55	0,74
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i> , Zuchtstamm Artern	2004	Kraut ³⁾	70	1,62	0,65
Pfefferminze, ‚Multimentha‘	2006	Kraut ²⁾	57	1,36	0,31 ⁶⁾
Krauseminze ‚Erfurter‘	2006	Kraut ²⁾	43	1,02	0,24 ⁷⁾

¹⁾ Krauternte zum Knospenansatz

²⁾ Krauternte im Knospenstadium/vor der Blüte

³⁾ Krauternte zum Blühbeginn

⁴⁾ Krauternte von Blühbeginn bis Vollblüte

⁵⁾ Krauternte vor dem Schossen

⁶⁾ Ertragsspanne lt. Literatur (HEEGER, 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT, 2003) 0,25 – 0,30 kg/m²

⁷⁾ Ertragsspanne lt. Literatur (HEEGER, 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT, 2003) 0,40 – 0,60 kg/m²

Tabelle 32: Erträge an Trockenmasse (Droge) ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Pflanzenart	Sorte/Herkunft	2004	2005	2006	2007	Literaturangaben ^{*)}
		Trockenmasse kg/m ²				
Einjährige Pflanzen						
Basilikum	‘Mittelblättriges Grünes’	--	0,31	0,20	0,29	0,20 – 0,35
	‘Genoveser’	--	0,27	0,23	0,34	
Bohnenkraut	‘Saturn’	0,16	0,37	--	0,69	0,20 – 0,40
	‘Aromata’	--	0,52	0,17	0,90	
Kerbel	‘Smoothy’	--	0,26	--	0,31	0,20 – 0,40
	‘Finje Krul’	--	0,22	--	0,33	
Mehrjährige Pflanzen						
Thymian	‘PHPL Scot’	--	--	0,37	0,54	0,20 – 0,45 0,10 – 0,15
	‘Deutscher Winter’	0,19	0,53	0,45	0,37	
Ysop	‘Rosa’	--	0,45	1,12	1,24	0,25 – 0,40
	‘Blankyt’	0,31	1,57	1,46	1,37	
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i>	Herkunft: Paulinenaue	0,25	0,94	0,77	0,74	0,30 – 0,50
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i>	Zuchtstamm Artern	0,27	1,07	--	0,65	

^{*)} nach HEEGER, 1956; RÖHRICHT, KARTE, SCHUBERT, 2003

Qualität: Gehalt an ätherischem Öl

Für die Vermarktung der Arznei- und Gewürzpflanzen ist der Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Bei den geprüften Arten und Sorten ist es vor allem das ätherische Öl.

Betrachtet man die Gehalte an ätherischem Öl in den Arznei- und Gewürzdrogen, zeichnen sich zwischen den einzelnen Arten, aber auch Sorten deutliche Unterschiede ab. Hinzu kommen jahresabhängige Schwankungen (Tabelle 33). So bietet die Sorte ‘Aromata’ (Bohnenkraut) den Vorteil eines hohen ätherischen Ölgehaltes gegenüber der Sorte ‘Saturn’. Ebenso zeichnet sich der Stamm Artern (*Oregano vulgare*, ssp. *hirtum*) im Vergleich zur Herkunft ‘Paulinenaue’ durch sehr hohe ätherische Ölgehalte aus. Vergleicht man die analysierten Werte mit den ISO/TGL-Werten, wird die Qualitätsnorm sorten- und jahresabhängig nur partiell erfüllt. So wurden im Versuch beim Basilikum und Kerbel durchweg zu niedrige ätherische Ölgehalte nachgewiesen. Die übrigen Arten und Sorten liefern in Einzeljahren den Nachweis, dass normgerechte Qualitäten erfüllbar sind.

Unter diesem Blickwinkel sind Bohnenkraut, Thymian, Ysop, Oregano ssp. *hirtum* und die Minzen positiv für den Anbau in Sachsen hervorzuheben.

Tabelle 33 : Gehalt an ätherischem Öl in der Droge ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Pflanzenart	Sorte/ Herkunft	2005	2006	2007	geforderter Parameter nach TGL/ISO
		ml/100 g Droge			ml/100 g i. TM
Basilikum	'Mittelblättriges Grünes'	0,01	0,22	0,04	0,4
	'Genoveser'	0,14	0,08	0,02	
Bohnenkraut	'Saturn'	1,70	--	0,40	0,7
	'Aromata'	1,00	1,70	1,30	
Kerbel	'Smoothy'	0,08	--	0,05	0,3 ¹⁾
	'Finje Krul'	0,10	--	0,10	
Thymian	'PHPL Scot'	1,50	0,55	0,36	1,0
	'Deutscher Winter'	1,30	0,26	0,70	
Ysop	'Rosa'	0,20	0,40	0,14	0,3 ¹⁾
	'Blankyt'	0,63	0,25	0,41	
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i>	Herkunft: Paulinenaue	0,30	0,28	0,14	1,0
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i>	Zuchtstamm Arten	3,90	3,00	1,50	
Muskateller Salbei (Kraut)	'Arterer'	0,08	--	--	
Liebstöckel, Blatt Wurzel	'Großblättriger'	0,42	--	--	(0,4) ¹⁾
		0,66	--	--	(0,4) ¹⁾
Weinraute	'Großblättrige Späte'	0,10	--	--	(0,4) ¹⁾
Pfefferminze	'Multimetha'	--	1,30	1,00	0,8
Krauseminze	'Erfurter'	--	0,94	0,71	

¹⁾nach TEUSCHER, 2003

Insgesamt konnte in den Versuchen nachgewiesen werden, dass mit den geprüften Arten und Sorten qualitativ hochwertige Arznei- und Gewürzdrogen erzeugt werden können (Tabelle 33).

Zusammensetzung der ätherischen Öle

Die Zusammensetzung der ätherischen Öle von Arznei- und Gewürzpflanzen ist sehr komplex. Häufig werden über 100 Komponenten nachgewiesen. Die Mehrzahl der in ätherischen Ölen analysierten chemischen Verbindungen sind Monoterpenkohlenwasserstoffe, Monoterpenaldehyde, Monoterpenalkohole, Monoterpenketone, Monoterpenoxide, Sesquiterpenkohlenwasserstoffe, Sesquiterpenalkohole, Sesquiterpenketone und Sesquiterpenoxide (TEUSCHER 2003; DINGERMANN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004). In den untersuchten Arznei- und Gewürzpflanzen sind Vertreter dieser Stoffklassen in unterschiedlicher Zusammensetzung und Konzentration analysiert worden. Dabei

zeichnen sich die Arten und Sorten durch eine spezifische Zusammensetzung (so genannte Chemotypen) aus.

In den Tabellen 34 bis 40 werden die Hauptkomponenten des ätherischen Öls der untersuchten Arznei- und Gewürzpflanzenarten sowie ihrer Sorten, besonders hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Wirksamkeit, charakterisiert.

Das Basilikumöl wird auf Grund seiner Zusammensetzung (Estragol, Eugenol) als insektizid und antimikrobiell wirkend eingestuft (ALVES et al. 2007). Die geprüfte Sorte 'Mittelblättriges Grünes' enthält wesentlich mehr Estragol als die Sorte 'Genoveser', die als estragolarm einzustufen ist. Die differenzierte chemische Zusammensetzung der geprüften Sorten ist über die Jahre stabil und somit profilbestimmend (Tabelle 34). Zu beachten ist jedoch in diesem Zusammenhang, dass Estragol als kanzerogen gilt und eine therapeutische Anwendung des Öls abgelehnt wird.

Tabelle 34: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Basilikum)

Komponente	Basilikum 'Mittelblättriges Grünes'			Basilikum 'Genoveser'		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
1,8 Cineol	1,4	5,0	2,4	4,8	6,8	2,3
Linalool	14,2	27,4	13,2	22,4	21,4	7,9
α -Bergamoten, trans	4,2	5,1	3,8	8,6	6,8	4,8
Methyl chavicol (Estragol)	21,6	23,1	12,9	0,2	1,3	0,9
χ -Cadinen	3,3	2,9	3,2	3,4	2,6	3,2
Eugenol methyl ether	0,8	4,1	0,8	4,1	6,1	0,6
Eugenol	3,5	3,2	4,8	21,4	8,6	6,1
T-Cadinol	19,4	7,8	11,6	9,9	7,9	16,4
Carvacrol	16,6	n.b.	3,3	4,1	n.b.	7,3

Das ätherische Öl des Bohnenkrautes der untersuchten Sorten 'Saturn' und 'Aromata' ist durch das isomere Phenol Carvacrol mit Anteilen von 50 – 60 % geprägt. Diese Komponente bestimmt wesentlich das Aroma und die appetitanregende und antimikrobielle Wirkung des Bohnenkrautes (TOLLOSA et al. 2007). Das Thymol als weitere antibakteriell wirksame phenolische Verbindung ist nur in Spuren vertreten. Extrakte als auch das ätherische Öl des Bohnenkrautes besitzen eine antimikrobielle Wirkung gegen Salmonellen, *Staphylococcus aureus* und *Vibrio parahaemolyticus* (DINGERMAN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004). Dies ist wesentlich auf die Carvacrolkomponente zurückzuführen. Nach den durchgeführten Untersuchungen bestehen jahresabhängig durchaus Schwankungen im Carvacrolgehalt der Sorten. Die Sorte 'Saturn' zeichnet sich dabei durch einen leicht höheren Gehalt gegenüber 'Aromata' aus (Tabelle 35).

Tabelle 35: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Bohnenkraut)

Komponente	Bohnenkraut 'Saturn'			Bohnenkraut 'Aromata'		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
χ-Terpinen	23,0	keine Ernte	15,8	27,6	39,9	29,1
p-Cymen (Cymol)	9,3		3,4	9,7	2,0	3,8
Thymol	0,2		0,2	0,2	0,1	0,1
Carvacrol	60,2		67,0	53,8	46,9	57,0

Das Thymianöl ist im Gegensatz zum Bohnenkraut sehr reich an Thymol. Beide Thymiansorten besitzen einen hohen Gehalt > 50 % an Thymol (Tabelle 36). Bezüglich des Thymolgehaltes erreichen sie Arzneibuchqualität. Thymianöl wirkt stark antimikrobiell, allerdings nicht gegenüber einigen Pilzen und Bakterien (TEUSCHER 2003).

Tabelle 36: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Thymian)

Komponente	Thymian 'PHPL Scot'			Thymian 'Deutscher Winter'		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
χ-Terpinen	7,1	5,6	0,5	6,5	4,8	8,0
p-Cymen (Cymol)	18,3	10,3	1,1	18,1	8,2	17,5
Thymol	58,2	57,7	72,3	59,3	57,3	46,3
Carvacrol	2,9	5,3	4,2	3,0	3,7	2,7

Der Dost weist je nach Unterart eine sehr spezifische Zusammensetzung des ätherischen Öls auf. So gibt es carvacrol- bzw. thymolreiche Chemotypen.

Bei der Unterart *hirtum* dominiert als Hauptkomponente Carvacrol (≥ 70 %). In der einheimischen Unterart *vulgare* (Herk. Paulinaue) herrschen Germacren D (12 %), β -Carophyllen (8 %), Carvacrol (10 %) und Sabinen (12 %) vor (Tabelle 37). Für carvacrolreiche Sorten konnte eine starke antioxidative und fungizide Wirkung nachgewiesen werden (RÖHRICHT, MÄNICKE 2004).

Aufgüsse von Dostkraut wirken entzündungshemmend. Nach einer Studie der Universität Bonn ist daran vor allem das β -Caryophyllen beteiligt (<http://www.general-anzeiger-bonn.de>).

Tabelle 37: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Dost)

Komponente	Dost ssp. <i>vulgare</i> Herkunft Paulinenaue			Dost ssp. <i>hirtum</i> Zuchtstamm Artern		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
Linalool	4,3	3,5	2,5	-	-	-
χ -Terpinen	5,1	4,5	3,8	4,7	5,1	2,4
p-Cymen (Cymol)	2,0	2,4	1,4	6,7	7,0	11,8
Thymol	0,1	0,6	0,3	1,3	0,4	1,4
Carvacrol	0,7	13,3	12,3	77,1	74,7	72,3
Sabinen	14,9	7,7	12,4	-	-	-
cis Ocimen	5,4	2,6	2,8	-	-	-
β -Caryophyllen	10,0	7,1	8,5	-	-	-
Germacren D	17,5	10,0	11,5	-	-	-
Caryophyllenoxid	7,7	0,6	9,9	-	-	-

Das ätherische Öl des Kerbels wird durch die Komponenten Estragol und Eugenol geprägt. Mit einem Gehalt von über 50 % ist dabei das Eugenol bestimmend. Dies trifft gleichermaßen für die beiden Sorten 'Smoothy' und 'Finje Krul' zu (Tabelle 38). Der Gehalt an Estragol ist bei beiden Sorten jahresabhängig offensichtlich stark schwankend. Thymol und Carvacrol sind in niedriger Konzentration vertreten. Auf die carcinogene Wirkung des Estragols ist hinzuweisen. Allerdings ist beim Einsatz als Würzmittel bei den dann verwendeten geringen Dosen eine Gefahr für Menschen unwahrscheinlich (TEUSCHER 2003). Da das Eugenol zur Desinfektion in der Zahnheilkunde herangezogen wird und Thymol sowie Carvacrol das Wachstum von Hefen und Pilzen inhibiert, ist beim Kerbel von einer antimikrobiellen Wirkung auszugehen (HILLER, MELZIG 2005).

Tabelle 38: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Kerbel)

Komponente	Kerbel 'Smoothy'			Kerbel 'Finje Krul'		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
Methylchavicol (Estragol)	38,2	keine	17,0	42,0	keine	13,0
Eugenolmethylether	52,3	Ernte	51,7	50,0	Ernte	55,1
Thymol	0,3		11,3	0,4		0,4
Carvacrol	2,5		8,0	0,5		9,0

Ysop kennzeichnet eine breit gefächerte Zusammensetzung des ätherischen Öls, die stark abhängig ist von der Unterart, Varietät und Rasse. Dabei dominiert wie bei den geprüften Sorten 'Rosa' und 'Blankyt' Pinocamphon und iso-Pinocamphon die Zusammensetzung des ätherischen Öls.

Im Vergleich der Sorten wird für 'Blankyt' ein höherer Gehalt an diesen Komponenten festgestellt (Tabelle 39).

Tabelle 39: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Ysop)

Komponente	Ysop 'Rosa'			Ysop 'Blankyt'		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
Carvacrol	2,4		11,2	2,8		0,2
β -Caryophyllen	3,4	2,7	1,8	2,3	1,3	2,0
Germacren D	6,1	4,3	4,1	4,7	2,4	4,4
β -Pinen	9,8	16,1	6,8	7,9	7,9	7,3
β -Phellandren	0,9	1,4	1,0	5,8	5,0	5,7
iso-Pinocamphon	4,7	4,0	6,5	9,6	15,2	11,3
Pinocamphon	18,0	25,7	12,5	27,6	26,0	24,8
Pinocarvon	13,6	8,3	7,0	4,7	2,9	4,1
Germacren B	3,4	3,8	2,6	3,5	2,6	6,1
Elemol	5,1	5,1	4,8	7,6	4,7	7,1

Vom ätherischen Öl geht eine hemmende Wirkung auf verschiedene Bakterien und Hefe (*Candida albicans*) aus. Der Linalool-Typ inhibierte das Wachstum der Bakterien und Hefe wesentlich stärker als die Pinocarvon/iso-Pinocarvon-Rasse (TEUSCHER 2003). Pinocarvone liegen im ätherischen Öl der Sorte 'Rosa' in höherer Konzentration vor als in der Sorte 'Blankyt'.

Vom häufigen Gebrauch des Ysop-Krautes als Tee oder Einnahme von Ysopöl ist abzuraten, wegen der nicht sicher auszuschließenden Toxizität (DINGERMAN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004; TEUSCHER 2003).

Das ätherische Öl von Pfefferminze (*Mentha x piperita*) ist durch die Terpene Menthon, Menthol und Methylacetat zu 50 – 60 % geprägt. Nach den Testergebnissen sind in warmen Jahren höhere Menthongehalte zu erwarten als in feucht-warmen Jahren (Tabelle 40). Als weitere Komponenten sind im ätherischen Öl u. a. Neomenthol, Isomenthon, Menthofuran, Pulegon, Cineol, zu finden (HILLER, MELZIG 2005). Vom ätherischen Öl und daraus gewonnenen Extrakten geht eine entzündungshemmende Wirkung aus.

Das ätherische Öl der Krauseminze (*Mentha spicata* var. *crispa*) weist eine andere sensorische Zusammensetzung als die Pfefferminze auf. Es fehlt das Menthol. Wesentliche Komponente ist das (-) L-Carvon (40 – 80 %). Der typische „Krauseminzegeruch“ stammt vom Dihydrocarveol und dem Acetat Dihydrocuminalkohol (SCHÖNFELDER 2001). In der Sorte 'Erfurter' ist Carvon in der geforderten Konzentration vertreten, wobei jahresabhängige Schwankungen – sehr hoher Gehalt in warmen

Jahren (2006) und mittlerer Gehalt unter feucht-warmen Witterungsbedingungen (2007) – zu beobachten sind (Tabelle 40).

Tabelle 40: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen des ätherischen Öls ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen (Pfefferminze; Krauseminze)

Komponente	Pfefferminze 'Multimentha'			Krauseminze 'Erfurter'		
	2005 ¹⁾	2006	2007	2005 ¹⁾	2006	2007
	% im ätherischen Öl					
1,8 Cineol		4,8	3,7		3,8	3,9
β-Caryophyllen		1,9	3,7		1,6	2,9
Germacren D		1,9	5,6		1,0	3,6
Menthon		52,4	34,7		2,1	0,25
Menthofuran		1,8	0,3		-	-
Isomenthon		6,7	5,4		-	-
Menthol		10,4	19,2		-	-
Pulegon		6,3	0,9		-	-
Piperiton		3,0	3,7			-
neo-Menthol		n.b.	4,5		-	-
Limonen		-	-		5,7	2,2
Carvon		-	-		71,4	53,5

¹⁾ kein Anbau

Krauseminzeöle dienen vor allem als Aromatikum, helfen aber auch bei Verdauungsbeschwerden und entzündlichen Prozessen im Rachenraum.

Beide Minzearten besitzen ein antimikrobielles Wirkungsspektrum. So hemmt Menthol das Myzelwachstum von Pilzen. Drogenextrakte (0,5 – 1 %) inhibieren auf Agarnährboden Schimmelpilze und Bakterien. Das Öl der Krauseminze unterdrückt die Entwicklung von grampositiven und gramnegativen Bakterien, Dermatophyten, Hefen und Schimmelpilzen (TEUSCHER 2003).

Zusammensetzung der CO₂-Extrakte ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Vom getrockneten Kraut ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen des Versuches wurden im Labormaßstab CO₂-Extrakte gewonnen. Über dieses schonende Verfahren wird eine höhere Konzentration an ätherischem Öl und seinen wertgebenden Inhaltsstoffen erreicht (HORNHOFFER 1997; JOHL 2002; KAISER 2003). Die im Laborextraktor (250 bar, 60 ° Arbeitstemperatur, Abscheider 55 bar, 40 °C) hergestellten CO₂-Extrakte werden nachfolgend im Vergleich zur Zusammensetzung des ätherischen Öls in der Droge charakterisiert.

Die CO₂-Extraktion bietet beim Basilikum den Vorteil, dass im Extrakt weniger Estragol enthalten ist. Ein Anstieg ist bei der Hauptkomponente Eugenol zu verzeichnen, die antimikrobiell wirksam ist

(DINGERMANN, HILLER, SCHNEIDER, ZÜNDORF 2004). Ebenso steigt der Gehalt an Linalool, das ebenfalls über antimikrobielle Eigenschaften verfügt. Hervorzuheben ist ferner, dass im CO₂-Extrakt die Konzentration an ätherischem Öl deutlich ansteigt (Tabelle 41).

Tabelle 41: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2007		2005		2007	
	Basilikum 'Mittelblättriges Grünes'		Basilikum 'Genoveser'			
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl					
1,8 Cineol	2,4	0,8	4,8	1,4	2,3	1,1
Linalool	13,2	13,5	22,4	21,4	7,9	11,8
α-Bergamoten, trans	3,8	6,0	8,6	8,6	4,8	6,6
Methyl chavicol (Estragol)	12,9	8,9	0,2	1,0	1,0	2,9
χ-Cadinen	3,2	5,8	3,4	3,3	3,2	4,9
Eugenol methyl ether	0,8	1,0	4,1	4,1	0,65	0,8
Eugenol	4,8	5,4	21,4	37,1	6,1	11,9
T-Cadinol	11,6	9,3	9,9	3,9	16,4	9,6
Carvacrol	3,3	1,7	4,1	7,9	7,3	4,0
Germacren D	3,8	6,7			2,3	5,6
Carvon	6,1	2,1			1,6	1,9
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)	0,04	1,8	0,14	12,7	0,02	1,4

Die CO₂-Extraktion des Bohnenkrautes führt zu dem Ergebnis, dass Carvacrol als wichtigster Wirkstoff in der Konzentration deutlich zunimmt (Tabelle 42). Auf diese Weise wird ein höheres Potenzial an fungiziden Wirkstoffen erschlossen.

Tabelle 42: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2004		2005		2007	
	Bohnenkraut 'Saturn'					
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl					
α-Terpinen	3,0	0,1	3,0	< 0,1		
χ-Terpinen	28,1	1,7	23,0	0,3	15,8	1,1
p-Cymen (Cymol)	1,8	0,3	9,3	1,7	3,4	0,1
Thymol			0,2	1,4	0,2	5,4
Carvacrol	59,5	88,7	60,2	86,6	67,0	84,9
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)	2,1	14,6	1,7	19,0	0,4	5,4
Komponente	2006		2007			
	Bohnenkraut 'Aromata'					
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt		
	% im ätherischen Öl					
α-Terpinen	3,8	< 0,1				
χ-Terpinen	39,9	8,0	29,1	1,1		
p-Cymen (Cymol)	2,0	0,2	3,8	57,0		
Thymol	0,1	0,4	0,1	0,8		
Carvacrol	46,9	89,0	57,0	92,0		
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)	1,7	23,5	1,3	14,4		

Bei den geprüften Kerbelsorten wird durch die Extraktion mit CO₂ die Konzentration an ätherischen Ölen im Vergleich zur Krautdroge deutlich angehoben. Auf die einzelnen Komponenten des ätherischen Öls wirkt sich die Extraktion unterschiedlich aus. Der Gehalt an Estragol (canzerogene Wirkung) geht bei hoher Ausgangskonzentration in der Droge stark zurück. Bei niedrigem Ausgangsgehalt ist die Konzentrationsabnahme durch die CO₂-Extraktion hingegen schwächer.

Die Hauptkomponente des ätherischen Öls (Eugenolmethylether) verbleibt auf dem Ausgangsniveau der Droge bzw. erfährt einen leichten Anstieg. Bei den Komponenten Thymol und Carvacrol reicht die Veränderung der CO₂-Extraktion von einer leichten Zunahme bis zu einem Rückgang in der Konzentration (Tabelle 43).

Tabelle 43: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2005		2007		2007	
	Kerbel 'Smoothy'				Kerbel 'Finje Krul'	
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl					
Methylchavicol (Estragol)	38,2	18,5	17,0	11,2	13,0	12,4
Eugenolmethylether	52,3	50,5	51,7	56,8	55,1	62,4
Thymol	0,3	8,0	11,3	1,0	0,35	< 0,1
Carvacrol	2,5	4,4	8,0	8,3	9,0	3,0
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)	0,08	2,7	0,05	2,6	0,1	2,8

Wie die Zusammensetzung des Extraktes von Thymian belegt, werden durch das CO₂-Verfahren thymolangereicherte Auszüge gewonnen. Ebenfalls erhöht sich der Carvacrolgehalt im Extrakt. Die Zunahme an diesen antimikrobiell aktiven Wirkstoffen (Thymol, Carvacrol) ist bei beiden Sorten zu beobachten (Tabelle 44).

Tabelle 44: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2004		2005		2006		2007	
	Thymian'Deutscher Winter'							
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl							
α-Terpinen	1,7	0,3	1,4	< 0,1	1,0	0,1		
χ-Terpinen	14,5	3,1	6,5	< 0,1	4,8	0,4	8,0	4,4
p-Cymen (Cymol)	14,5	2,3	18,1	< 0,1	8,2	0,6	17,5	18,6
Thymol	49,0	74,5	59,3	78,3	57,3	62,3	46,3	38,8
Carvacrol	2,9	4,5	3,0	9,5	3,7	5,4	2,7	2,1
Geh. an äther. Öl (mg/100 g)	3,2	35,6	1,3	26,2	0,26	5,6	0,7	13,5
Komponente					2006		2007	
					Thymian'PHPL Scot'			
					Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
α-Terpinen					1,0	< 0,1		
χ-Terpinen					5,6	0,4	0,5	0,6
p-Cymen (Cymol)					10,3	0,5	1,1	1,5
Thymol					57,7	60,0	72,3	69,3
Carvacrol					5,3	12,2	4,2	4,5
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)					0,55	10,3	0,36	5,5

Die CO₂-Extraktion des Ysops führte zu keiner wesentlichen Fraktionierung des ätherischen Öls gegenüber der Ausgangsdroge. Jedoch war festzustellen, dass in beiden Sorten in allen Versuchsjahren der Gehalt an Pinocamphon, iso-Pinocamphon sowie Pinocarvon als den wertgebenden Wirkstoffen bei den gewählten Extraktionsbedingungen (250 bar, 60 °C Arbeitstemperatur, Abscheider 55 bar, 40 °C) gegenüber der Droge zurückging (Tabelle 45).

Tabelle 45: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2004		2005		2006		2007	
	Ysop 'Blankyt'							
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl							
Thymol			0,3	5,1				
Carvacrol			2,8	6,7			0,18	0,45
β-Caryophyllen			2,3	4,3	1,3	3,8	2,0	4,6
Germacren D	3,2	10,7	4,7	7,6	2,4	7,9	4,4	10,7
β-Pinen	10,3	0,7	7,9	0,4	7,9	0,5	7,3	1,1
β-Phellandren	8,8	1,1	5,8	0,5	5,0	1,9	5,7	1,6
iso-Pinocamphon	9,0	5,5	9,6	6,2	15,2	16,7	11,3	8,0
Pinocamphon	36,1	25,5	27,6	18,2	26,0	34,9	24,8	15,0
Pinocarvon	4,7	3,2	4,7	2,6	2,9	2,5	4,1	1,9
Germacren B	2,3	6,7	3,5	3,7	2,6	8,1	6,1	6,2
Elemol	5,4	12,7	7,6	5,2	4,7	6,9	7,1	12,1
Geh. an äther. Öl (mg/100 g)	0,76	11,9	0,63	8,4	0,25	3,6	0,41	5,2
Komponente					2006		2007	
					Ysop 'Rosa'			
					Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
Thymol								
Carvacro							11,2	7,8
β-Caryophyllen					2,7	6,6	1,8	4,2
Germacren D					4,3	15,1	4,1	10,0
β-Pinen					16,1	< 0,1	6,8	1,4
β-Phellandren					1,4	< 0,1	1,0	0,57
iso-Pinocamphon					4,0	4,9	6,5	6,6
Pinocamphon					25,7	15,7	12,5	11,6
Pinocarvon					8,3	4,8	7,0	4,2
Germacren B					3,8	9,0	2,6	4,6
Elemol					5,1	7,8	4,8	7,0
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)					0,4	8,5	0,14	3,8

Die gewonnenen Dostextrakte der *ssp. vulgare* und *hirtum* erfahren im Vergleich zum Ausgangsmaterial eine deutliche Anreicherung an der wertgebenden Hauptkomponente Carvacrol (Tabelle 46). Dabei wird deutlich, dass in der Unterart *hirtum* (Zuchtstamm Arten) das ohnehin hohe

Ausgangsniveau an Carvacrol noch weiter angehoben wird. Im carvacrolarmen Chemotyp der Unterart *vulgare* (Herkunft Paulinenaue) wird die sehr geringe Konzentration in der Droge (< 3 %) deutlich verbessert (ca. 20 % Carvacrol). Ebenso erfahren die für die Unterart *vulgare* typischen Komponenten des ätherischen Öls (Sabinen, β -Caryophyllen, Germacren D) eine Konzentrationssteigerung im Extrakt.

Tabelle 46: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2004		2005		2006		2007	
	Dost Zuchtstamm Artern							
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl							
Linalool								
α -Terpinen	0,7	0,1	1,0	< 0,1	1,0	< 0,1		
χ -Terpinen	4,3	0,8	4,7	< 0,1	5,1	0,2	2,4	0,3
p-Cymen (Cymol)	8,6	1,9	6,7	< 0,1	7,0	0,4	11,8	2,1
Thymol			1,3	1,6	0,4	1,4	1,4	2,6
Carvacrol	72,6	83,2	77,1	95,0	74,7	90,6	72,3	87,2
Sabinen								
cis Ocimen								
β -Caryophyllen								
Germacren D								
Caryophyllenoxid								
Gehalt an äther. Öl (mg/100 g)	1,4	16,3	3,9	26,5	3,0	18,3	1,5	11,1
Komponente	2004		2005		2006		2007	
	Dost Herkunft Paulinenaue							
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	nicht untersucht							
Linalool			4,3	6,1	3,5		2,5	1,2
α -Terpinen								
χ -Terpinen	7,6	1,6	5,1	< 0,1	4,5		3,8	0,9
p-Cymen (Cymol)	1,1	1,7	2,0	1,4	2,4		1,4	0,9
Thymol			0,1	3,9	0,6		0,3	2,7
Carvacrol	3,4	20,2	0,7	6,4	13,3		12,3	26,0
Sabinen	14,2	0,3	14,9	< 0,1	7,7		12,4	< 0,1
cis Ocimen	9,1	0,4	5,4	< 0,1	2,6		2,8	< 0,1
β -Caryophyllen	12,4	14,4	10,0	12,4	7,1		8,5	9,9
Germacren D	20,6	28,6	17,5	20,9	10,0		11,5	15,5
Caryophyllenoxid			7,7	9,3	0,6		9,9	8,6
Gehalt an äther. Öl (mg/100 g)	0,27	3,1	0,3	6,6	0,28		0,14	1,6

Das Profil des Pfefferminzöls ist durch die CO₂-Extraktion etwas stärker mentholbetont, während der Menthongehalt gegenüber dem Drogenöl etwas geringer konzentriert ist. Der höhere Gehalt an

Menthol verstärkt die Wirkung des Öls als Expectorans. Die antimikrobielle Wirkung des Minzeöls ist aber vor allem auf das Menthon zurückzuführen (HALL, SIEWEK, GERHARDT 2002).

Im ätherischen Öl der Krauseminze war bei den gewählten Parametern der CO₂-Extraktion ein leichter Rückgang in der Carvonkonzentration zu beobachten. Hingegen nahm die Menthonfraktion stärker zu (Tabelle 47).

Tabelle 47: Gehalt an Hauptkomponenten des ätherischen Öls in der Droge und im CO₂-Extrakt ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen

Komponente	2006		2007		2006		2007	
	Pfefferminze 'Multimentha'				Krauseminze 'Erfurter'			
	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt	Droge	CO ₂ -Extrakt
	% im ätherischen Öl							
1,8 Cineol	4,8	1,3	3,7	0,7	3,0	0,7	3,9	0,88
β-Caryophyllen	1,9	5,5	3,7	6,0	1,6	6,0	2,9	5,1
Germacren D	1,9	7,8	5,6	11,1	1,0	5,4	3,6	7,4
Menthon	52,4	40,8	34,7	22,6	2,1	5,1	0,25	7,8
Menthofuran	1,8	1,4	0,3	0,3				
Isomenthon	6,7	5,1	5,4	3,5				
Menthol	10,4	13,3	19,2	21,4			0,33	6,0
Pulegon	6,3	7,6	0,9	1,5				
Piperiton	3,0	3,1	3,7	4,8				
Limonen					5,7	0,2	2,2	0,15
Carvon					71,4	64,0	53,5	42,5
neo-Menthol			4,5	5,8				
β-Elementen							1,8	3,8
4-Terpineol							3,1	2,4
Dihydrocarvon							2,4	1,2
Gehalt an ätherischem Öl (mg/100 g)	1,3	3,8	1,0	11,7	0,94	3,4	0,71	9,3

Insgesamt ist festzustellen, dass im CO₂-Extrakt der untersuchten Arznei- und Gewürzpflanzen eine wesentlich stärkere Konzentration an ätherischem Öl und seiner wertgebenden Inhaltsstoffe vorhanden ist. Die untersuchten Drogen sind geeignete Ausgangsstoffe, um hochwertige, wirkstoffreiche CO₂-Extrakte zu gewinnen.

Hemmwirkung der CO₂-Extrakte

Die in ihrer Zusammensetzung charakterisierten CO₂-Extrakte ausgewählter Arznei- und Gewürzstoffe sind hinsichtlich ihrer inhibierenden Wirkung auf den im Getreideanbau verbreiteten Pilz *Fusarium culmorum* getestet worden.

Er befällt Wurzeln, Blätter und Ähren der Getreidearten. Die Infektion erfolgt während der Blüte über die Ähre. Sie kann aber auch vom Boden über Chlamydosporen oder befallene Pflanzenreste erfolgen. Eine starke Infektion kann insbesondere bei trockener, warmer Witterung nach der Aussaat und geringem Wasserpotenzial erfolgen. Der Pilz ist dann in der Lage, die Wurzeln und Halmbasis zu infizieren. Erkrankte Pflanzen sind partiell taubährig (SCHLÜTER, KROPF, KARLOVSKY 2006).

Die Tests zur Hemmwirkung sollen Ansätze für prophylaktische/bekämpfende Maßnahmen auf Basis von Pflanzenextrakten liefern.

In die Prüfung wurden die CO₂-Extrakte von insgesamt 15 Arznei- und Gewürzpflanzen/Sorten einbezogen (Tabelle 48).

Tabelle 48: Hemmwirkung der CO₂- Extrakte ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen auf das Wachstum von *Fusarium culmorum*, Versuchsstandort Roda, 2004-2007

Pflanzenart	Sorte/ Herkunft	2004	2005	2006	2007
		Hemmwirkung (%); Folicur = 100%			
Basilikum	'Mittelblättriges Grünes'				0
	'Genoveser'		31		12
Bohnenkraut	'Saturn'	105	118		100
	'Aromata'			91	102
Kerbel	'Smoothy'		0		3
	'Finje Krul'				8
Thymian	'PHPL Scot'			68	51
	'Deutscher Winter'	123	72	29	44
Ysop	'Rosa'			0	7
	'Blankyt'	26	0	0	13
Oregano vulgare, ssp. <i>vulgare</i>	Herkunft: Paulinenaue		0		40
Oregano vulgare, ssp. <i>hirtum</i>	Zuchtstamm Arten	103	130	127	64
Liebstock- Wurzel	'Großblättriger'			24	
Pfefferminze	'Multimentha'			0	21
Krauseminze	'Erfurter'			0	12

In Anlehnung an § 35 LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz) 01-00-6 kam der Platten-Hemmstoff-Test zur Anwendung.

Die Prüfung erfolgte in Petrischalen nach der Agar-Diffusionsmethode. Ein Malzagar wird im Plattengußverfahren mit den Sporen von *Fusarium culmorum* (Testorganismus) versetzt. Die zu untersuchende Substanz (CO₂-Extrakt) wurde in eine Kavität (Vertiefung) der Malzagarplatte gefüllt, die

im Nährboden durch Eintauchen eines sterilen Korkes (4 mm Durchmesser und 2 mm tief) vor dem Erstarren hergestellt wurde (Abb.3).

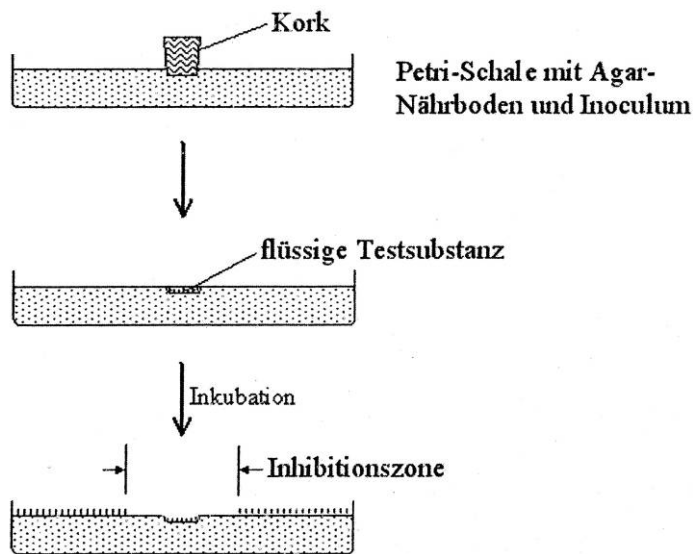


Abbildung 3: Agar-Diffusionstest mit Flüssigkeits-Reservoir

Auf den Malzagarplatten wurde nach dreitägiger Inkubation bei 25 °C die Inhibitionszone bestimmt. Das Vorhandensein von Hemmhöfen und deren Ausmaß in Millimeter (mm) um die Kavitäten ist ein Maß für die hemmende Wirkung auf das Wachstum des Testorganismus.

Man führte vier unabhängige Serien mit je vierfacher Messpunktbestimmung durch. Als Kontrolle wählte man Ringerlösung (negativ) und Folicur (Positivkontrolle). Dabei muss die Positivkontrolle eine deutliche Wachstumshemmung und die Negativkontrolle keine Hemmwirkung zeigen. Die entsprechenden Inhibitionszonen für den Agar-Diffusionstest sind in HALL u. a. 2002 beschrieben.

Die Hemmwirkung der geprüften CO₂-Extrakte auf das Wachstum des Pilzes *Fusarium culmorum* fällt in Abhängigkeit von der Pflanzenart und Sorte unterschiedlich aus (Tabelle 41). Eine dem Fungizid Folicur (Kontrollvariante) überlegene Hemmung des Pilzwachstums geht von den CO₂-Extrakten des Bohnenkrautes, Sorte 'Saturn' sowie vom *Oregano vulgare* ssp. *hirtum* 'Zuchtstamm Artern' aus (RÖHRICHT, MÄNICKE 2004). Sie konnte stabil über die Prüffahre nachgewiesen werden. Bei der Prüfung des CO₂-Extraktes vom Bohnenkraut (Sorte 'Aromata') konnte ein dem Folicur annähernd vergleichbarer Hemmerfolg beobachtet werden.

Die sehr gute Hemmwirkung des Dostes (Unterart *hirtum*) und des Bohnenkrautes ist wesentlich auf die Carvacrolkomponente zurückzuführen. Neben der Unterart *hirtum* ist das ätherische Öl anderer Species, wie *Origanum leptocladum*, *Origanum acutidens* und *Origanum bargyli* ebenfalls

thymol- und carvacrolreich (FIGUEREDO, CHALCHAT, PASQUIER 2006). BERGHOLD et al. (2008) konnten sehr ölreiche Oregano-Zuchtstämme (3,5 – 3,7 %) identifizieren, die dem Carvacrol-Chemotyp (75 – 79 % Carvacrolanteil) angehören.

Die Thymianextrakte inhibierten das Pilzwachstum etwas schwächer und instabiler als die Dost- und Bohnenkrautextrakte (Tabelle 45).

Für die weiteren geprüften Arten (Ysop, Pfefferminze, Krauseminze, Basilikum, Kerbel, *Oregano vulgare* ssp. *vulgare*) war nur eine sehr geringe bzw. keine Schwächung des Pilzwachstums zu beobachten. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die in diesen Pflanzen vorhandenen antiviral wirkenden Gerbstoffe (hauptsächlich Rosmarinsäure) und Flavonoide im CO₂-Extrakt nicht enthalten sind (Tabellen 42 bis 48). Für diese Stoffklassen sind alkoholische Schleppmittel notwendig, um das Anwendungsspektrum des CO₂-Extraktionsverfahrens zu erweitern (KAISER 2003).

Im Wesentlichen besitzen somit CO₂-Extrakte jener Arten/Sorten ein hohes antimikrobielles Potenzial, die über hohe Konzentration an phenolischen Verbindungen im ätherischen Öl verfügen. Das sind Bohnenkraut und Dost (Zuchstamm Artern) (Wirkstoff Carvacrol) sowie Thymian (Thymol). Die phenolische Konzentration (Eugenol) im Kerbel und Basilikum wirkte dagegen nicht ausreichend inhibierend gegen den Testpilz.

3 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes wurden anbautechnische Untersuchungen im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau vorgenommen. Sie verfolgten das Ziel, den Ertrag und die Qualität zu verbessern und Erweiterungsmöglichkeiten im Anbau aufzuzeigen.

Im Mittelpunkt der Prüfungen standen dabei Arznei- und Gewürzpflanzen (Johanniskraut, Brennnessel), die einerseits durch eine hohe Nachfrage auf dem Phytopharmaka-Markt gekennzeichnet, andererseits aber durch anbautechnische Probleme (schwer bekämpfbare Rotwelkeerkrankung bei Johanniskraut; fehlende Sorten bei der Brennnessel) charakterisiert sind.

Die Prüfung von 18 Arznei- und Gewürzpflanzen unter dem Blickwinkel einer Verwertung als 'Botanicals' diente dem Ziel, erweiterte Anbau- und Verwertungsmöglichkeiten für den sächsischen Anbau zu schaffen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden nachfolgend in zusammengefasster Form dargestellt.

- Im Versuch mit Johanniskraut (Sorte 'Topaz') wurden im ökologischen Anbau zugelassene Präparate mit fungiziden Eigenschaften (Netz-Schwefel, Biofa Equisetum) sowie äthe-

rische Öle von verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzen (Dost var. *hirtum*, Thymian, Liebstock, Kümmel) im Vergleich zum Standardpräparat 'Ortiva' des integrierten Anbaus in ihrer Wirkung gegen die Johanniskrautwelke getestet.

Im Labortest (Dilutions- und Diffusionstest) konnte von den geprüften alternativen Varianten für die Dost- und Thymianöle die stärkste, mit 'Ortiva' vergleichbare Hemmung des Rotwelke auslösenden Pilzes *Colletotrichum cf. gloeosporioides* festgestellt werden.

Im Feldversuch mit infizierten Johanniskrautbeständen ist die gute Wirkung der ätherischen Öle allerdings nicht voll bestätigt worden. Trotz der Applikation von ätherischem Öl des Dostes und Thymians breitete sich die Krankheit stärker aus als im Pflanzenbestand, der mit 'Ortiva' behandelt wurde. Insbesondere mittel und stark befallene Pflanzen (Boniturnote 5 und 7) wurden in größerem Umfang festgestellt. Der Anteil geschädigter Pflanzen erreichte das Ausmaß der unbehandelten, infizierten Kontrollvariante. Im Gegensatz dazu konnte das Präparat 'Ortiva' den Umfang stark geschädigter Pflanzen einschränken.

In dieser Variante wurde auch der höchste Ertrag erzielt. Bedingt durch die hohe Schädigung an Pflanzen fiel in den Varianten mit ätherischer Öl-Behandlung der Ertrag deutlich geringer aus. Die Ergebnisse weisen auf einen erheblichen Handlungsbedarf bei der Behandlung pilzlicher Erkrankungen im ökologischen Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen hin.

- Aus der Prüfung von vier Brennnesselstämmen geht hervor, dass der Stamm 9 leichte, aber nicht zu sichernde ertragliche Vorteile besitzt. Insgesamt erzielen die Stämme in der Ertragsprüfung ein hohes Ertragsniveau an Kraut (50 – 60 dt Krautdroge/ha).

Im Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen wurden die Carotinoide und Flavonoide bestimmt. In den mehrjährigen Prüfungen konnten für die Stämme durchschnittliche Gehalte (0,12 % Carotinoide; 0,80 % Flavonoide) in der Blattdroge ermittelt werden. Gegenüber den Stämmen 9 und 10 wiesen die Stämme 1 und 7 etwas höhere Gehalte auf, die aber nicht gesichert waren. Im Fazit sind die geprüften Stämme für einen ertragreichen Anbau bei mittlerer Qualität der Blattdroge gut geeignet.

- Auf einem Lößstandort prüfte man verschiedene Arznei- und Gewürzpflanzen (Basilikum, Buchweizen, Bohnenkraut, Kerbel, Majoran, Dost, Frauenmantel, Thymian, Krauseminze, Liebstöckel, Muskateller Salbei, Pfefferminze, Weinraute und Ysop) auf den Drogenertrag sowie den Gehalt und die Zusammensetzung des ätherischen Öls. Im Vergleich zu Ertragsangaben aus der Literatur liefern die Untersuchungen (Krautnutzung) den Nachweis, dass für die geprüften Kulturen überwiegend der obere Ertragswert erreicht wurde.

Im Gehalt an ätherischem Öl konnten die jeweiligen Qualitätsnormen (ISO/TGL-Wert) jahres- und sortenabhängig nur partiell im Anbautest gesichert werden. Unter dem Blickwinkel Ertrag und Qualität sind aus diesen Testversuchen für den Anbau auf sächsischen Lößböden vor allem Bohnenkraut, Thymian, Ysop, Oregano und Minzen zu empfehlen.

- Für ausgewählte Krautdrogen des Anbauversuches sind im Labormaßstab CO₂-Extrakte gewonnen worden. Durch dieses umweltschonende Extraktionsverfahren konnten im Vergleich zur Ausgangsdroge höhere Gehalte an ätherischem Öl und meist auch an wertgebenden Inhaltsstoffen nachgewiesen werden. Mit diesem Aufbereitungsschritt lässt sich somit eine wesentliche Qualitätssteigerung erreichen. Dies bietet günstige Voraussetzungen, um weitere Absatzfelder für Arznei- und Gewürzdrogen im Bereich Nahrungsergänzungsmittel, Kosmetika sowie Pflanzenstärkungspräparate zu erschließen.
- Unter diesem Blickwinkel wurde das antimikrobielle Potenzial ausgewählter CO₂-Extrakte geprüft. Die CO₂-Extrakte von Oregano vulgare ssp. *hirtum*, Bohnenkraut und Thymian hemmten im Plattentest sehr wirksam das Wachstum des im Getreideanbau verbreiteten Schadpilzes *Fusarium culmorum*. Hier konnten mit dem Fungizid 'Folicur' vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Durch weiterführende Prüfungen (Gefäßversuche, Parzellenversuche) sind die positiven Effekte zu verifizieren.

4 Fotos von den Freilandversuchen



**Johanniskrautbestand, Mikroparzelle
Leipzig, 22.07.2003**



Johanniskrautbestand, Roda, 23.07.2003



**Johanniskrautbestand in Blüte, Roda,
01.07.2004**



**Johanniskrautpflanze mit Verdacht auf
Rotwelkebefall, Roda, 01.07.2004**



Johanniskrautversuch I, Roda, 01.06.2006



Johanniskrautversuch II, Roda, 18.06.2008



Brennesselversuch, Roda, 01.06.2006



**Botanicals, Bohnenkraut (Aromata),
Roda, 28.06.2005**



**Botanicals, Kerbel (Finje Krul),
Roda, 28.06.2005**



**Botanicals, Buchweizen (Lileja)
Roda, 28.06.2005**



**Botanicals, Muskateller Salbei,
Roda, 28.06.2005**



**Botanicals, Weinraute (Großblättrige
Späte) Roda, 28.06.2005**



**Botanicals, Thymian (Deutscher
Winter), Roda, 18.06.2008**



**Botanicals, Dost Paulinenaue,
Roda, 18.06.2008**



**Botanicals, Ysop (Blankyt)
Roda, 18.06.2008**

5 Literaturverzeichnis

- ALVES, P. B.; FILHO, P. S. F.; MORAES, V. R. S.; BLANK, A. F.; DE CARVALHO FILHO J. L. S.; DE ARRIGONI-BLANK, M. DE F.; OLIVA, G.; THIEMANN, O. H. (2007): Chemical Composition of Essential Oil from Seven *Ocimum basilicum* L. Accessions, Brine Shrimp Lethality Bioassay and Inhibitory Activities Against GAPDH and APRT. *Journal of Essential Oil Research*. 19 (1), S. 82 - 92
- ARMBRÜSTER, N.; GRÜNWARD, J. (2008): Marktchancen für Phytopharmaka. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 13 (2), S. 61 - 64
- BERGHOLD, D.; WAGNER, S.; MANDL, M.; THALLER, A.; MÜLLER, M.; RAKOWITZ, M.; PASTEINER, S.; BOECHZELT, H. (2008): Ertrag, Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls von fünf *Oregano*-Zuchtstämmen (*Origanum vulgare* L.) in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 13 (1), S. 36 - 43
- BOMME, U. (1992): Kulturanleitung für Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). *Drogenreport*. 5 (7), S. 15 – 18
- BOMME, U. (1996): Kulturanleitung für Brennnessel. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising
- BOMME, U. (1997): Produktionstechnologie von Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2 (3), S. 127 - 134
- BOMME, U. (2007): Prognosen zum deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau im Jahre 2020. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 12 (3), S. 153 - 155
- Bundessortenamt (Hrsg.) (2002): Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gewürzpflanzen. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover
- BUSCHBECK, E. (1999): Zu Fragen der Züchtung und der Zuchtziele bei Arznei- und Gewürzpflanzen. In: *Praxis der ökologischen Kräutermanufaktur*. SÖL, Bad Dürkheim, S. 93 - 111
- Deutsches Arzneibuch (1948): Ergänzungsbuch 6. Ausg., Deutscher Apothekerverlag, Berlin
- DINGERMAN, T.; HILLER, K.; SCHNEIDER, G.; ZUNDORF, I. (2004): *Arzneidrogen*. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München
- DINNES, S.; SCHNEIDER, M.; MARQUARD, R. (1999): Hypericin- Gehalte und -Erträge verschiedener Herkünfte von *Hypericum perforatum* L.- In: *Tagungsband der Univ. Gießen. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 01./02.10.1998*, S. 233 - 239
- ENNET, D.; REUTER, H. D. (2004): *Lexikon der Heilpflanzen – Wirkung, Anwendung, Botanik, Geschichte*. Nikol Verlagsgesellschaft, Hamburg
- Europäisches Arzneibuch (1997) einschl. Nachträge 2000 und 2001. Deutscher Apotheker Verlag, Berlin
- FIGUEREDO, G.; CHALCHAT, J.-C.; PASQUIER, B. (2006): Studies of Mediterranean *Oregano* Populations IX: Chemical Composition of Essential Oils of Seven Species of *Oregano* of various origins. *Journal of Essential Oil Research*. 18 (4), S. 411 - 415
- GÄRBER, U. (1999): Ursache der Welke an Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.).- In: *Tagungsband der Univ. Gießen. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 01./02.10.1998*, S. 265 - 270

- GÄRBER, U.; SCHENK, R. (2003): Johanniskrautwelke, *Colletotrichum cf. gloeosporioides*, Ergebnisse mehrjähriger Forschungsarbeiten im Überblick. Drogenreport. 16 (30), S. 23 - 27
- HAUSSCHILD, F. (1956): Pharmakologie der ätherischen Öle. In: GILDEMEISTER, E. (1956): Die ätherischen Öle, Band 4, Teil B. Akademie-Verlag, Berlin
- HALL, G.; SIEWEK, F.; GERHARDT, U. (2002): Handbuch Aromen und Gewürze. Abschnitt 1.6 Antioxidative und antimikrobielle Wirkung von Gewürzextrakten. 9. Akt.-Lfg 07/02, S. 96
- HILLER, K.; MELZIG, M. (2000): Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen in zwei Bänden. Band 2, L – Z, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- HILLER, K.; MELZIG, M. (2005): Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen. Sonderausgabe .Area Verlag, Erfstadt
- HÖLZL, J. (1999): Morphologie und Inhaltsstoffe von *Hypericum perforatum* L., verschiedene Herkünfte. – In: Tagungsband der Univ. Gießen. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 01./02.10.1998, S. 57 - 62
- HORNHOFER, C. (1997): Überkritische CO₂-Extraktion zur Gewinnung sekundärer Metabolite aus Pflanzenmaterial und Samen von Kümmel und Dill. - Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Graz, Diplomarbeit
- HOPPE, B. (2005): Studie zum Stand des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland (2003) und Abschätzung des Entwicklungstrends in den Folgejahren. Abschlussbericht; Projektlaufzeit: 01.09.2004 – 30.06.2005, Bernburg, SALUPLANTA e.V.
- JAMBOR, J.. (2008): Stand und Perspektiven der Kräuterindustrie in Polen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 13 (2), S. 54 - 58
- JOHL, H.-J. (2002): Sicherheit bei der Hochdruckextraktion.- cav Chemie-Anlagen-Verfahren, (11), S. 82 - 84
- KAISER, C. S. (2003): Herstellung, In-line-Einschluss und Charakterisierung lipophiler und hydrophiler Kamillenextrakte unter Einsatz von verdichtetem Kohlendioxid. Univ., Tübingen, Diss. Online-Ressource: URN:urn:nbn:de:bsz:21-opus-8595
- KRUSCHE, M. (2008): Aktueller Stand von Genehmigungen der Pflanzenschutzmittelnanwendung im Arznei- und Gewürzpflanzenbau: Stand 07. Januar 2008. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 13 (1), S. 9 - 23
- KÜHNE, S. (2003): Pflanzenöle. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Internet-präsentation: www.bba.de/oekoland/oeko3/pfi-oele.htm
- LUTOMSKI, J.; SPEICHERT, H. (1983): Die Brennnessel in Heilkunde und Ernährung. Pharmazie in unserer Zeit 12. S. 181 – 186
- MALKO, A. (2002): Untersuchungen zum Wirkstoffgehalt, zur Cadmiumaufnahme und Rotwelkeanfälligkeit von *Hypericum perforatum* L.. Shaker Verlag, Aachen (Berichte aus der Agrarwissenschaft) Zugl.: Univ., Giessen., Diss., 2001
- MARQUARD, R.; KROTH, E. (Hrsg.) (2001): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen, Band 1. Buchedition Agrimedia, Bergen/Dumme
- MARQUARD, R.; KROTH, E. (Hrsg.) (2002): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen, Band 2. Buchedition Agrimedia, Bergen/Dumme

- REICHHARDT, I. (2002): [www.sachsen-anhalt.de/.../Arznei-und Gewuertzpflanzen/Versuchsergebnisse/vb02_kalk_N_johanniskraut.pdf](http://www.sachsen-anhalt.de/.../Arznei-und-Gewuertzpflanzen/Versuchsergebnisse/vb02_kalk_N_johanniskraut.pdf)
- RÖHRICHT, C.; KARTE, T.; SCHUBERT, M. (2003): Analyse der ökologischen Produktionsverfahren von Heil- und Gewuertzpflanzen in Deutschland. Abschlussbericht. Auftraggeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- RÖHRICHT, C.; MÄNICKE, S. (2003): Einfluss des Ernte- und Nachernteprozesses auf die Qualität ausgewählter Arzneidroge. Abschlussber., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- RÖHRICHT, C.; MÄNICKE, S. (2004): Ertrag, Inhaltsstoffe und antioxidative sowie fungizide Wirkung verschiedener Herkünfte von Dost (*Origanum vulgare* L.). Zeitschrift für Arznei- und Gewuertzpflanzen. 9 (4), S. 158 – 166
- RÖHRICHT, C.; KOHLER, A. (2006): Öko- Heil- und Gewuertzpflanzen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (19), Dresden
- SCHILCHER, H. (1988): Urtica-Arten – Die Brennnessel. Zeitschrift für Phytotherapie. 9 (3), S. 160 - 164
- SCHLÜTER, K.; KROPF, U.; KARLOVSKY, P. (2006): Untersuchungen zur systemischen Infektion von *Fusarium culmorum* an Winterweizen in Schleswig-Holstein. Gesunde Pflanzen. 58 (2), S. 107 - 116
- SCHMATZ, R. (2003): Boniturschema für die Johanniskrautwelke. Faxmitteilung der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- SCHÖNFELDER, I.; SCHÖNFELDER, P. (2001): Der neue Kosmos. Heilpflanzenführer, Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart
- SEITZ, R. (2003): Maps and Botanicals. In: Österreichische Apotheker-Zeitung (19)
- SPECHT, G. et al. (1968): Biometrisches Wörterbuch. Bd. 2, Landwirtschaftsverlag, Berlin
- TEUSCHER, E. (2003): Gewuertzdroge. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- TOLOSSA, K.; ASRES, K.; EL-FIKY, F. K.; SINGAB, A. N. B.; BUCAR, F. (2007): Composition of the Essential Oils of *Satureja abyssinica* ssp. *abyssinica* and *Satureja paradoxa*: Their Antimicrobial and Radical Scavenging Activities. Journal of Essential Oil Research. 19 (3), S. 295 - 300
- TRAUTWEIN, F.; GÄRBER, U. (2005): Ergebnisse von Sortenprüfungen mit Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst. 57 (4), S. 69 - 73
- WICHTL, M. (Hrsg.) (1997a): Teedroge und Phytopharmaka. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- WICHTL, M.. (1997b): Terpene. In: RIMPLER, H. (1997): Biogene Arzneistoffe. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, S. 245 - 293
- WAGNER, H. (1999): Arzneidroge und ihre Inhaltsstoffe. Pharmazeutische Biologie, Band 2. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Impressum

- Herausgeber:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg
- Autoren:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
Dr. habil. Christian Röhricht, Annegret Köhler, Barbara Brix,
Angelika Groß-Ophoff
Telefon: 0341 9174-284
Telefax: 0341 9174-111
E-Mail: christian.roehricht@smul.sachsen.de
- Redaktion:** siehe Autoren
- Endredaktion:** Öffentlichkeitsarbeit
Präsidialabteilung
- ISSN:** **1867-2868**
- Redaktionsschluss:** September 2008

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.