

**Workshop**  
**Arzneipflanzen**  
**als nachwachsende**  
**Rohstoffe**

**6. und 7. März 2002**  
**Bonn**

**Zusammenstellung**  
**der Beiträge zum Workshop**

Herausgegeben von der

Forschungsvereinigung der  
Arzneimittel-Hersteller e.V. (FAH)

in Zusammenarbeit mit der

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

2002

## Inhaltsverzeichnis

	<u>Beitrag</u>	<u>Seite</u>
1.	<b>Vorwort</b> <i>Dr. Elmar Kroth; Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V.(FAH); Sinzig</i>	6
2.	<b>Arznei- und Gewürzpflanzen im Kontext der neuen Verbraucher- und Agrarpolitik der Bundesregierung</b> <i>Dr. Hermann Stürmer; Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft; Bonn</i>	8
3.	<b>Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ der Bundesregierung</b> <i>Dipl.-Ing. agr. Henryk Stolte; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.; Gülzow</i>	11
3.1.	Einleitung	11
3.2.	Veränderungen und Fortschritte in der Fachagentur seit 1997	12
3.3.	Förderung von Arznei- und Gewürzpflanzen innerhalb des Programms Nachwachsende Rohstoffe	14
3.4.	Anhang	16
3.4.	Literatur	20
4.	<b>Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe</b> <i>Dr. Erich Wolf; M.C.M. Klosterfrau, Köln</i>	21
5.	<b>Status quo und Potential des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland – eine Querschnittanalyse auf der Basis von sechs regionalen und überregionalen Forschungsprojekten FNR 01 NR032</b> <i>Petra Becker; Agrimedia; Bergen/Dumme</i>	24
6.	<b>Sorgen und Nöte aus der Sicht des Anbaus</b> <i>Dr. Erika Schubert, Agrimed, Trebur</i>	26
7.	<b>Sorgen und Nöte aus Sicht der verarbeitenden Industrie</b> <i>PD Dr. Gudrun Abel, Bionorica, Neumarkt</i>	27

<b>8.</b>	<b>Aktueller Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung und Ableitung des Bedarfes in den Bereichen Züchtungsforschung und Züchtung</b>	<b>28</b>
	<i>PD Dr. Friedrich Pank, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ), Quedlinburg</i>	
8.1.	Einleitung und Aufgabenstellung	28
8.2.	Bestandsaufnahme zum Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung	29
8.2.1	Hauptkulturen	29
8.2.2.	Nischenkulturen	34
	8.2.2.1. Nischenkulturen mit züchterischen Aktivitäten	34
	8.2.2.2. Nischenkulturen ohne intensive Züchtungsaktivitäten	38
8.3.	Schlussfolgerungen	41
8.3.1.	Sorten	41
8.3.2.	Züchtungsmethoden	42
8.3.3.	Besonderheiten der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung	42
8.3.4.	An der Züchtung beteiligte Einrichtungen	43
8.3.5.	Bedarf im Bereich von Züchtungsforschung und Züchtung	44
	8.3.5.1. Schwerpunkte der Züchtungsforschung	44
	8.3.5.2. Schwerpunkte der Züchtung	45
8.4.	Zusammenfassung	46
8.5.	Danksagung	47
8.6.	Literatur	47
<b>9.</b>	<b>Überblick über Forschung und Entwicklung zum Arzneipflanzenanbau in Deutschland</b>	<b>49</b>
	<i>Prof. Dr. Ulrich Bomme; Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau; Freising</i>	
9.1.	Zusammenfassung	49
9.2.	Einleitung	49
9.3.	Institutionen mit öffentlicher Forschung in Deutschland	50
9.4.	Forschungsprojekte in Deutschland	50
9.5.	Schwachstellen im Forschungsbereich	50
9.6.	Zukünftiger Forschungsbedarf	52
9.7.	Danksagung	52
9.8.	Literatur	53
9.9.	Anhang	54
<b>10.</b>	<b>Molekulare Methoden in der Arzneipflanzenzüchtung am Beispiel der Echten Kamille (<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rausch.)</b>	<b>60</b>
	<i>Carola Wagner; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen</i>	
	<i>Prof. Dr. Richard Marquard; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen</i>	
	<i>W. Friedt; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen</i>	
	<i>PD Dr. Frank Ordon; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen,</i>	
10.1.	Einleitung	60
10.2.	Molekulargenetische Methoden	61

10.2.1.	Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs)	64
10.2.2.	Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLPs)	64
10.2.3.	Simple Sequence Repeats (SSRs)	64
10.3.	Einsatz molekularer Techniken	65
10.3.1.	Differenzierung verschiedener Genotypen der Echten Kamille ( <i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rausch.)	66
10.3.2.	Entwicklung molekularer Marker für die Bisaboloide der Echten Kamille	67
10.4.	Weitere Einsatzmöglichkeiten molekularer Markertechniken – ein Ausblick	68
10.4.1.	Genetische Karten – Genkartierung - QTL	68
10.4.2.	Rückkreuzung – „Pyramidisierung“	69
10.4.3.	Kartengestützte Klonierung – Genisolation - Gentransformation	69
10.5.	Zusammenfassung	69
10.6.	Danksagung	70
10.7.	Literatur	70
<b>11.</b>	<b>Möglichkeiten des ökologischen Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen und Notwendigkeiten der Förderung</b>	<b>72</b>
	<i>Dr. Rolf Franke; Salus Haus Dr. med. Otto Greither Nachf.; Bruckmühl (Obb.)</i>	
	<i>Margit Dehe; Staatliche Lehr- und Versuchs- Anstalt Bad Neuenahr- Ahrweiler; Bad Neuenahr- Ahrweiler</i>	
11.1.	Einleitung	72
11.2.	Anbauumfang	73
11.3.	Qualität	78
11.4.	Anbauprobleme	80
11.4.1.	Saatgut	80
11.4.2.	Ausgleich des Nährstoffentzugs	81
11.4.3.	Pflanzenschutz	82
11.5.	Kontrollsystem/Zertifizierung	87
11.6.	Rentabilität	88
11.6.1.	Arbeitsaufwand und Erträge	88
11.6.2.	Preise	89
11.7.	Marktchancen	92
11.8.	Aktueller Handlungsbedarf	94
11.9.	Literatur	95
<b>12.</b>	<b>Stand und Optimierungsbedarf bei der Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen</b>	<b>98</b>
	<i>Prof. Dr. Joachim Müller; Wageningen University; Agrotechnology and Food Science; The Netherlands</i>	
12.1.	Blütenernte	99
12.2.	Samenernte	101
12.3.	Krautdrogen	103
12.4.	Fazit	104
12.5.	Literatur	104

<b>13.</b>	<b>Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten</b>	<b>106</b>
	<i>Dr.-Ing. Albert Heindl; Heindl; Mainburg</i>	
13.1.	Grundprobleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen	106
13.2.	Problemstellen in der Verfahrenskette und Lösungsansätze	106
13.2.1.	Transport zur Verarbeitungsanlage und Lagerung vor der Trocknung	106
13.2.2.	Schneiden und Windsichten der Nassware vor der Trocknung	107
13.2.3.	Bandtrocknung	108
13.2.4.	Salztrocknung	109
13.3.	Schlussfolgerungen	110
13.4.	Literatur	110
13.5.	Dias	111
<b>14.</b>	<b>Untersuchungen zur Mikroflora von Arzneipflanzen</b>	<b>123</b>
	<i>Dr. Gero Beckmann; Labor L+S; Bad Bocklet</i>	
	<i>Dr. Ute Körner; Labor L+S; 97708 Bad Bocklet</i>	
14.1.	Einleitung	123
14.2.	Material und Methodik	123
14.3.	Ergebnisse	124
14.4.	Diskussion	131
14.5.	Literatur	135
<b>15.</b>	<b>Die Bedeutung hochwertiger pflanzlicher Rohstoffe im Humanarzneimittel-Bereich</b>	<b>137</b>
	<i>Dr. Barbara Steinhoff; Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH); Bonn</i>	
15.1.	Marktbedeutung	138
15.2.	Grundlegende Zulassungs- und Qualitätsanforderungen	138
15.3.	Das Arzneibuch	138
15.4.	Die europäische Arbeitsgruppe "Pflanzliche Arzneimittel"	139
15.5.	Normierung und Standardisierung	140
15.6.	Besondere Reinheitsprüfungen auf Kontaminationen	140
15.7.	Ausblick	145
<b>16.</b>	<b>Funktionelle Pflanzenstoffe in der Veterinärmedizin</b>	<b>146</b>
	<i>O.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. habil. Chlodwig Franz; Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien; Wien; Österreich</i>	
16.1.	Einleitung	146
16.2.	Heim- und Kleintiere, Sportpferde	146
16.3.	Lebensmittelliefernde landwirtschaftliche Nutztiere	150
16.4.	Qualität tierischer Lebensmittel	156
16.5.	Schlussfolgerungen	157
16.6.	Literatur	159

<b>17.</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>161</b>
<b>18.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>163</b>
<b>19.</b>	<b>Adressverzeichnis der Referenten</b>	<b>165</b>

## 1. Vorwort

Dr. Elmar Kroth; Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V.(FAH); Sinzig

Am 9. und 10. Oktober 1997 hat die FAH erstmals gemeinsam mit dem damaligen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) einen Workshop mit dem Titel "Evaluierung der FuE-Bedarfs bei Arznei- und Gewürzpflanzen" durchgeführt. Im Rahmen des damaligen Workshops wurden u.a. der Umfang und die Strukturen des deutschen Arzneipflanzenanbaus, der aktuelle Bedarf an Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf Seiten des Anbaus und der verarbeitenden Industrie sowie die zum damaligen Zeitpunkt bestehenden Probleme dieser Branche evaluiert.

Im Nachgang zu dieser Veranstaltung wurden viele der angesprochenen Fragestellungen im Rahmen von Forschungsprojekten in Angriff genommen und die zugrunde liegenden Probleme zum Teil auch gelöst. Andere Fragestellungen sind nach wie vor offen.

In den vergangenen fünf Jahren haben sich bedeutsame Veränderungen im deutschen Arzneipflanzenanbau, aber auch im Arzneimittelmarkt ergeben. Der deutsche Anbau erreichte seinen Höhepunkt - gemessen an der Anbaufläche - im Jahr 1999, wo laut einer FAH-Studie erstmals der Stand vor dem 2. Weltkrieg überschritten wurde. In den Folgejahren ging jedoch der Anbau, nicht zuletzt durch den dramatischen Einbruch im Johanniskrautmarkt, deutlich zurück.

Aufgrund dieser Entwicklungen erschien es daher sinnvoll, fünf Jahre nach der ersten Veranstaltung eine erneute Positionsbestimmung des Status Quo des deutschen Arzneipflanzenanbaus, seiner spezifischen Probleme und des aktuellen FuE-Bedarfes vorzunehmen.

Sinn der Veranstaltung war es dabei, der Politik und ihren Projektträgern Hinweise zu geben, wo derzeit die wichtigsten Problemfelder sowohl auf Seiten des Anbaus als auch bei der Arznei- und Gewürzpflanzen-verarbeitenden Industrie liegen und wie mögliche Lösungen dieser Probleme aussehen könnten. Der Workshop sollte dabei sowohl Empfehlungen hinsichtlich der Weiterentwicklung regulatorischer Vorgaben als auch zur Generierung und Gewichtung neuer Forschungsschwerpunkte für die nächsten Jahre erarbeiten.

Um diese Ziele zu erreichen, stellten im Rahmen der zweitägigen Veranstaltung eine Vielzahl hochkarätiger Referenten von Seiten der Wissenschaft - sowohl von den zuständigen Bundes- und Landesforschungsanstalten als auch Vertreter führender Hochschulinstitute in diesem Bereich -, aber auch Vertreter des Arzneipflanzenanbaus und der verarbeitenden Industrie aus jeweils ihrer Sicht relevante Fragestellungen vor und diskutierten miteinander darüber.

Bereits während der Veranstaltung wurden Initiativen für neue Forschungsprojekte entwickelt; beispielhaft soll hier nur eine Studie zur Zusammenfassung der technischen Entwicklungen erwähnt werden, die an den landwirtschaftlichen Landesanstalten erarbeitet, zumeist jedoch nicht breiter publiziert wurden. Sinn dieses Projektes soll in erster Linie die effektivere Nutzung der vorhandenen - ohnehin knappen - Ressourcen sowie die Intensivierung der Kommunikation in diesem Bereich sein.

Als weiterer sichtbarer Output des Workshops liegt nun dieser Tagungsband mit der Zusammenfassung der Referate vor. Die FAH dankt allen Referenten für die Mitwirkung an der Planung und Durchführung der Veranstaltung sowie der Erstellung des Tagungsbandes. Die Lektüre dieses Bandes soll interessierten Lesern einen Einblick in die aktuelle Situation des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus und der Verarbeitung und seiner besonderen Probleme geben. Die FAH wird sich bemühen, in den kommenden Jahren möglichst viele der im Rahmen des Workshops angesprochenen Problemkreise in Form von wissenschaftlichen Projekten anzugehen und nach Möglichkeit zu lösen, und hofft hier auf öffentliche Unterstützung.

Es ist vorgesehen, in weiteren etwa fünf Jahren eine erneute Standortbestimmung vorzunehmen und auf die hoffentlich erzielten Fortschritte zurückblicken zu können.

Der Workshop wurde auf Antrag der FAH vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) finanziell unterstützt (FKZ 22000602), wofür den beteiligten Stellen ganz herzlich gedankt werden soll.

Sinzig, im Mai 2002  
Dr. Elmar Kroth



## **2. Arznei- und Gewürzpflanzen im Kontext der neuen Verbraucher- und Agrarpolitik der Bundesregierung**

Dr. Hermann Stürmer; Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft; Bonn

Die neue Verbraucher- und Agrarpolitik der Bundesregierung hat im letzten Jahr viel Beachtung und auch grundsätzliche Zustimmung erfahren. Gleichwohl wird häufig die Frage gestellt, welches die konkreten Ziele sind und wie sich die Politik auf bestimmte Handlungsfelder, Produktionsmethoden oder Kulturen auswirkt. Wie schon aus dem neuen Namen des Ministeriums deutlich wird, steht der Verbraucherschutz an erster Stelle. Das ist dringend notwendig, nicht nur in bezug auf die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln oder Stoffen, mit denen man umgeht. Es ist auch notwendig, weil man die Befürchtungen, Ängste und Fragen einer hochsensiblen Verbraucherschaft ernst nehmen und sie objektiv und ehrlich informieren muss. Sachliche Information, das ist aus meiner Sicht das allererste und wichtigste, das beugt vor gegen Hysterie genauso wie gegen Gleichgültigkeit. Es ist unverzichtbar, dass alle Verbraucher, die man sich ja als mündige Verbraucher wünscht, die Möglichkeit haben, sich objektiv und umfassend zu informieren, um so ihre persönliche Entscheidung zum Verzehr oder Kauf von Produkten zu treffen. Die Kaufentscheidung soll fundiert erfolgen können, so dass ein fader Beigeschmack "man habe vielleicht irgendetwas übersehen oder es sei etwas vertuscht worden, was einem schaden werde", erst gar nicht aufkommt. Das Vertrauen der Verbraucher zu gewinnen und zu erhalten ist ein zentraler Punkt nicht nur für die Politik, sondern auch für jeden Produzenten. Das ist eine Wahrheit, die ich in diesem Kreis sicher nicht weiter ausführen muss. Man sollte annehmen, dass gerade im Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen dieses Denken in Ketten von den Verbrauchern her gang und gäbe ist. In dem Rahmen, in dem wir uns heute treffen, ist das sicherlich zutreffend, und die letzten Jahre haben deutlich gezeigt, dass nur der enge Verbund zwischen Arzneimittelherstellern und Anbauern dauerhaft zum Erfolg führen wird.

Trotzdem kommt es aber immer wieder vor, dass Initiativen gestartet werden, gerade zum Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen in der vagen Hoffnung, mit dem Einstieg in einen boomenden Sektor mit geringem Selbstversorgungsgrad würde sich schon (quasi von selbst) ein gutes Geschäft machen lassen.

Dass genau dies nicht zutrifft, brauche ich in diesem Kreis auch nicht sonderlich zu erwähnen. Bei vielen Anfragen von Interessierten und Anträgen an das Ministerium ist aber genau dies der springende Punkt.

Die neue Verbraucher- und Agrarpolitik kommt im Grunde genommen dem, was die meisten von Ihnen sicher schon lange praktizieren, sehr entgegen: Verbraucher- und Marktorientierung, Zusammenarbeit, gemeinsame Forschung und Entwicklung, schnelle Umsetzung von wissenschaftlichen Ergebnissen in die Praxis, freiwillige Kontrollen, Qualitätssicherung. Es ist ja nicht neu, dass sich Menschen für die heilende Wirkung von Naturstoffen interessieren, aber gerade heute wird wieder sehr viel über Pflanzen und besondere Inhaltsstoffe gesprochen und geschrieben, zum einen, weil man sich rückbesinnt, zum anderen vielleicht aber auch, weil es heute mit Hilfe modernster Verfahren gelingt, überlieferte Kenntnisse klarer zu fassen, wissenschaftlich zu erforschen und zu fundieren und damit Wirkungsweisen zu optimieren.

Der Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen ist ein gutes Beispiel, wie weder Tradition und Fortschritt noch Verbraucher- und Produzenteninteresse ein Gegensatz sein müssen, im Gegenteil, sie können zu einer sehr guten Synthese gelangen.

Dass Arznei- und Gewürzpflanzen einen hohen Stellenwert haben, ergibt sich aber nicht nur daraus, dass die Verbraucherschaft sich dafür interessiert und Produkte auf Naturstoffbasis fordert. Es wird auch der Nachhaltigkeitsgedanke gefördert, in dem durch den gezielten Anbau pflanzengenetische Ressourcen erhalten, Tendenzen zum Raubbau Einhalt geboten und Fruchtfolgen aufgelockert werden.

Ich sehe auch den sozialen Aspekt, denn der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau ist nicht eine hoch subventionierte Produktion von Waren, die eigentlich keiner haben will – so etwas hat es ja in den letzten Jahren auch gegeben und gibt es zum Teil auch heute noch, nein, hier wird zumindestens im Rahmen der bekannten Zusammenschlüsse eben vorher gründlich analysiert und dann sinnvoll produziert, was der Markt braucht.

Wer gehofft hat, in der neuen Verbraucher- und Agrarpolitik würden sich Subventionstöpfe auftun, den muss ich leider enttäuschen. Aber wir wissen, dass die nachhaltige Versorgung mit hochwertigen Rohstoffen für die Verarbeitung zum Beispiel in der pharmazeutischen Industrie oder im Nahrungsmittelsektor auf Basis jährlich neu produzierter Pflanzen sehr viel unternehmerisches Können erfordert und auch Risiko beinhaltet. Viele Unternehmungen sind Pionierprojekte. Deshalb fördert das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft den Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen auch durch Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben sowie durch eigene Forschungskapazitäten an Bundesanstalten. Ich möchte jetzt nicht das Förderkonzept vorwegnehmen, das Ihnen im Anschluss der Vertreter der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe vorstellen wird, nur so viel: Wir haben seit der Gründung der Agentur 1993 über 70 Projekte zu Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen mit einer Summe von über 6 Mio. Euro gefördert, etwa die Hälfte davon entfällt auf Arznei- und Gewürzpflanzen. Ich erinnere zum Beispiel an die Verbundprojekte Johanniskraut oder Sonnenhut.

Es werden auch in Zukunft Fördermittel bereitgestellt werden, wobei es allerdings nicht darum gehen kann, dass die öffentliche Hand die Klärung sämtlicher Einzelfragen im Zusammenhang mit dem Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen löst.

Über die direkte finanzielle Förderung hinaus wird die stärker verbraucherorientierte und auf mehr Ökologie bedachte Agrarpolitik dem Sektor neuen Schwung verleihen. Dies zeigen schon die zahlreichen Veranstaltungen und Aktionen, mit denen Naturprodukte der Bevölkerung nahe gebracht werden.

Eines ist auch klar: Das unternehmerische Risiko kann und will der Staat den Unternehmen nicht abnehmen. Das würde auch nicht der Verteilung der Verantwortung in unserer sozialen Marktwirtschaft entsprechen. Aber der Staat beteiligt sich in bestimmten Fällen oder unterstützt besonders innovative Vorhaben. Für investive Maßnahmen gibt es über die Unterstützung durch F+E-Vorhaben hinaus weitere Möglichkeiten zum Beispiel über Modellvorhaben, die auch im Bereich Arzneipflanzenanbau genutzt werden können. Ich will auch noch auf den Innovationspreis Gartenbau hinweisen, der jährlich von der Bundesministerin verliehen wird und für den einen oder anderen von Ihnen von Interesse sein könnte.

Abschließend möchte ich allen Teilnehmern danken für ihre Bereitschaft, gemeinsam Probleme anzugehen. Wir wissen, dass man sich nur mit erstklassigen Qualitäten bei unseren kritischen Käufern behaupten kann und dass eine zuverlässige Kooperation zwischen

Anbauern, Verarbeitern und Vertreibern eine unabdingbare Voraussetzung für den Erfolg ist. Diesen Erfolg, der aus Pionierarbeit und Durchhaltevermögen resultiert, wünsche ich Ihnen allen.

Ich wünsche uns gute Ideen und der Tagung einen interessanten Verlauf.

### **3. Förderung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ der Bundesregierung**

Dipl.-Ing. agr. Henryk Stolte; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.; Gülzow

#### **3.1. Einleitung**

Sehr geehrte Damen und Herren,  
auch ich freue mich sehr, Sie zu unserer heutigen Fachveranstaltung

„Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“

im Namen der Mitarbeiter und Gremien der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. auf das Herzlichste begrüßen zu dürfen.

Ich möchte mich bereits an dieser Stelle für die kompetente Vorbereitung und Ausgestaltung der Veranstaltung bei den Mitarbeitern von FAH und BAH bedanken. Ich danke ferner dem Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) für die anteilige finanzielle Unterstützung aus Mitteln des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe.

Vielen von Ihnen wird noch in angenehmer Erinnerung sein, dass wir hier an dieser Stelle bereits im Jahr 1997 einen Workshop mit ähnlicher Zielsetzung durchgeführt hatten.

Die Fachagentur ist zumindest seit dieser Zeit auch bei den Experten aus dem Bereich Anbau und Nutzung von Arznei- und Gewürzpflanzen sehr gut bekannt geworden. Ich möchte daher im folgenden die Vorstellung meiner Person, sowie der Fachagentur und ihrer Aufgaben bewusst kurz gestalten und die Teilnehmer, die unsere Einrichtung bislang nicht kennen, auf das ausgelegte Informationsmaterial und unser Internetangebot unter [www.fnr.de](http://www.fnr.de) verweisen.

Ich selbst bin seit 1994 Mitarbeiter der Fachagentur und hatte hier zunächst überwiegend Aufgaben im betriebswirtschaftlichen Bereich.

Meine derzeitigen Aufgaben als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Förderbereich „Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffe“, zu denen wir neben den farbstoffliefernden Arten, insbesondere die Vielzahl der Arznei- und Gewürzpflanzen zählen, übernahm ich im September 1997. Der Workshop zur „Evaluierung des FuE-Bedarfs bei Arznei- und Gewürzpflanzen“ im Oktober 1997 war diesbezüglich für mich persönlich auch eine wichtige Lehrveranstaltung und Einführung in dieses komplexe Thema.

Ich werde in meiner Arbeit durch den Kollegen Dr. Frithjof Oehme unterstützt, der in der Fachagentur für den übergreifenden Bereich Züchtung verantwortlich ist. Eine intensive Zusammenarbeit besteht ferner mit den Kollegen aus den Referaten für Nachwachsende Rohstoffe sowie für Gartenbau des BMVEL.

Herr Dr. Seehuber aus dem BMVEL sagte 1997 in seinem Grußwort: „Ich glaube, dass die Fachagentur und das BML mit der FAH nicht nur einen kompetenten Gesprächspartner, sondern auch einen interessanten Partner zur Durchführung von FuE-Vorhaben haben.“

Die Zusammenarbeit zwischen FAH, FNR und BMVEL stand damals noch am Anfang. Sie werden spätestens im zweiten Teil meines Vortrags, in dem ich auf die Projektförderung seit

Oktober 1997 eingehen werde, erkennen, dass zwischenzeitlich aus dem Glaube absolute Gewissheit geworden ist.

Auch dafür hiermit nochmals herzlichen Dank an die Kollegen der FAH.

### 3.2. Veränderungen und Fortschritte in der Fachagentur seit 1997

Im folgenden möchte ich auf einige für die Fachagentur und damit auch für unsere Zuwendungsempfänger bedeutende Veränderungen gegenüber dem Stand 1997 eingehen.

Das im Rahmen des Förderprogramms für Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Verfügung stehende Mittelvolumen lag in den zurückliegenden Jahren im wesentlichen unverändert bei 26 Mio. €.

Neu hinzugekommen ist im Jahr 2001 ein Markteinführungsprogramm für Nachwachsende Rohstoffe. Nachdem dieses neue Programm zunächst ausschließlich auf den Bereich „Biogene Treib- und Schmierstoffe“ ausgerichtet war, wurde es zu Beginn diesen Jahres auf weitere Bereiche ausgedehnt. In nächster Zeit werden aus den zur Verfügung stehenden 10,1 Mio. € weitere Schwerpunkte bedient, zu denen es Ausschreibungen im Bundesanzeiger geben wird. Aktuell befindet sich ein Markteinführungsrichtlinie für Dämmstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffe in der Planung.

Gegenüber 1997 hat sich die **Zahl der** von der Fachagentur betreuten **laufenden Projekte nahezu verdreifacht**. Zwischenzeitlich konnten wir mit einer Sonderpublikation das 1000. FuE-Projekt würdigen.

Die **Mitarbeiterzahl** der Fachagentur **erhöhte sich** gegenüber 1997 mit nunmehr 35 Kollegen um ca. 50 %.

Eine Verdreifachung der Projektanzahl erforderte zwangsläufig auch **Optimierungen in der Verwaltungseffizienz**. Die hierzu erforderliche Einführung neuer EDV-Verfahren verläuft naturgemäß nicht reibungslos. Zwischenzeitlich bewähren sich jedoch die eingeführten Systeme, wie das vom BMBF übernommene elektronische **Antragsverfahren „easy“ sowie die Datenbank „profi“**. Ferner wurden der FNR von BMVEL schrittweise **Verantwortungsbereiche übertragen**. Immer mehr Förderentscheidungen können nun direkt, d.h. ohne vorherige Abstimmungen mit dem BMVEL, von der FNR getroffen werden.

Die Durchlaufzeit von Mittelanforderungen hat sich seit diesem Jahr durch die Nutzung von profi von vormals 3 bis 4 Wochen auf aktuell ca. 3 bis 4 Tage reduziert.

Die **Öffentlichkeitsarbeit** der Fachagentur wird zunehmend durch professionelle PR-Agenturen begleitet. Das Informationsangebot in Form von Messeauftritten, Broschüren, Pressemitteilungen und Fachveröffentlichungen konnte so **erheblich ausgeweitet** werden. Einen Eindruck gewinnt man hierzu auf unseren Webseiten ([www.fnr.de](http://www.fnr.de)).

Der Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen spielt in der Öffentlichkeitsarbeit eine immer wichtiger werdende Rolle, da sich gezeigt hat, dass entsprechende Informationen besonders stark nachgefragt werden. Der Tagungsband zur genannten Veranstaltung aus dem Jahr 1997 wurde beispielsweise ca. 1000-mal verschickt.

**Im Jahr 2000 erschien ein neues FuE-Förderprogramm**. Interessant ist hierbei die Ausweitung der mit der Förderung von Nachwachsenden Rohstoffen verfolgten **Grundziele**. War die Förderung des BMVEL in diesem Bereich zunächst überwiegend agrarpolitisch

motiviert (z.B. Abbau von Nahrungsmittelüberschüssen, Schaffung von Einkommensalternativen und Arbeitsplätzen im ländlichen Raum) wurden die Ziele in der Neufassung des Programms explizit auf ökologische Motive (Ressourcen- und Klimaschutz) ausgeweitet.

**Thematisch wurden die neuen Bereiche** biogene Rest- und Abfallstoffe, tierische Rohstoffe und Nebenprodukte (z.B. zur Biogasgewinnung) in das Programm **aufgenommen**. Auch in diesen Punkten dürften sich für die Landwirte unter Ihnen Anknüpfungspunkte ergeben.

Förder- bzw. Forschungsschwerpunkte werden von BMVEL und Fachagentur natürlich nicht vom Schreibtisch aus festgesetzt. Vielmehr ergeben sie sich meist aus Expertenrunden, wie dieser, aber auch aus Studien (vgl. Tab. 3.1.) und Forschungsergebnissen (z.B. aus der Markt und Potentialstudie, die Frau Becker gleich vorstellen wird).

Tab. 3.1.: Projekte zur Ermittlung des FuE-Bedarfes

Förderkennz.	Thema	Laufzeit	ausführende Stelle
<b>ohne und 02NR006</b>	Workshop zur Evaluierung des F&E-Bedarfes im Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen	09/1997/ 03.2002	<b>FAH Bonn/FNR</b>
<b>98NR019 und 01NR032</b>	Chancen und Potential des deutschen Arzneipflanzenanbaus – Erhebung des Status Quo auf seiten des Anbaus und der phytopharmazeutischen Industrie	01.10.1998 bis 31.10.2002	<b>FAH Bonn/ Petra Becker</b>

So wurden auch die wesentlichen Diskussionsergebnisse aus der 1997-er Veranstaltung unmittelbar bei der Neufassung des Förderprogramms berücksichtigt. Ich denke, dies unterstreicht nachdrücklich die Bedeutung der heutigen Veranstaltung.

Im einzelnen wurden für das Programm die folgenden Scherpunkte definiert:

- Evaluierung von Wildarten und Schwellenpflanzen sowie Züchtung für eine landwirtschaftliche Nutzung
- Untersuchung sekundärer pflanzlicher Inhaltsstoffe auf Anwendungsmöglichkeiten im Nichtnahrungsmittelbereich
- Entwicklung effizienter Analyseverfahren für die Qualitätsbewertung
- Lösung spezifischer Anbauprobleme, (z.B. Saatgutverfügbarkeit, fehlende Düngungs- und Pflanzenschutzstrategien, Optimierung von Ernte- und Pflanztechnik)
- Arbeiten zur Eruierung neuer Anbaukulturen, die eine preisliche Konkurrenzfähigkeit oder andere marktrelevante Vorteile gegenüber Arzneirohstoffen aus Wildsammlung erwarten lassen
- Untersuchungen zur Optimierung von Erst- und Aufbereitungsanlagen
- Weiterentwicklung von Extraktionsverfahren und Verarbeitungsmethoden
- Erarbeitung von Anbauempfehlungen und sonstiger Datensammlungen für die Beratungstätigkeit.

### 3.3. Förderung von Arznei- und Gewürzpflanzen innerhalb des Programms „Nachwachsende Rohstoffe“

Wie haben denn nun die Arznei- und Gewürzpflanzen von all den dargestellten Neuerungen profitieren können?

Der bereits zitierte Kollege aus dem BMVEL, Dr. Seehuber, zeigt 1997 eine Folie zur Verteilung der Zuwendungsmittel auf die einzelnen Förderbereiche.

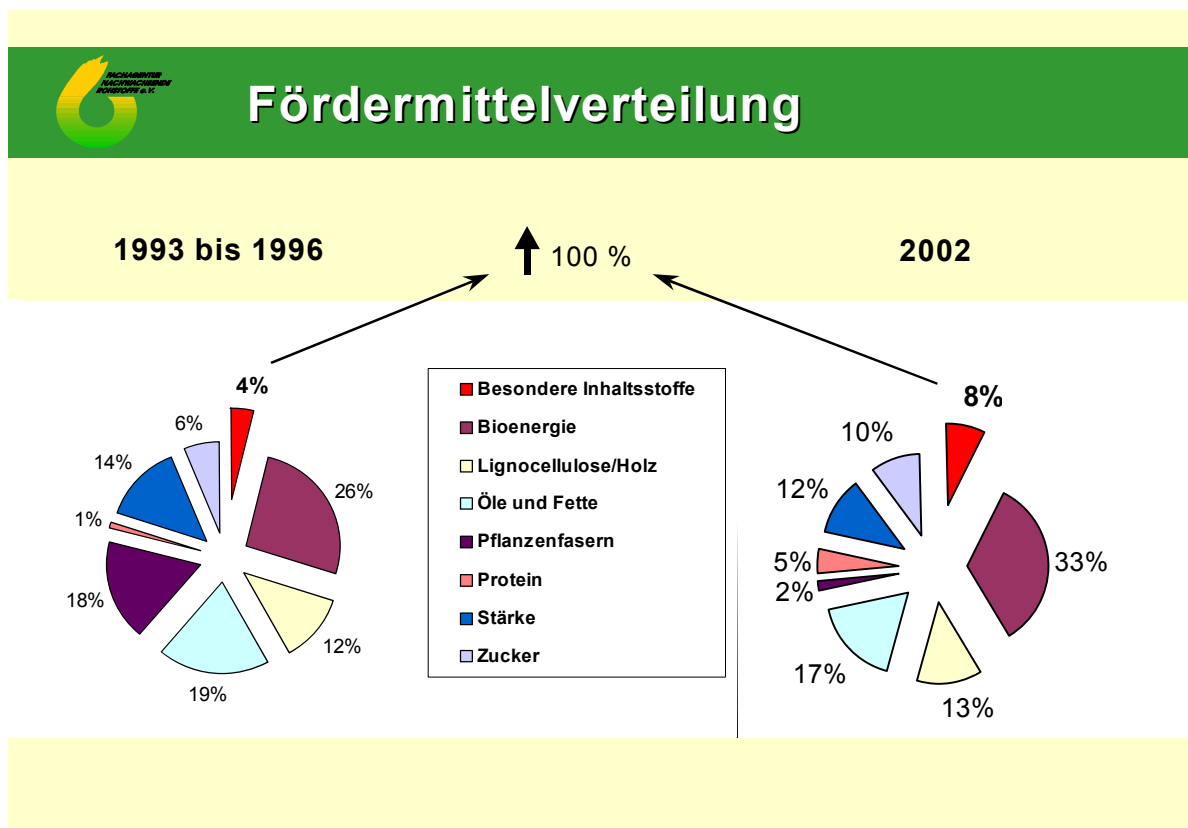


Abb. 3.1: Fördermittelverteilung 1993-1996 und 2002

Dabei nahmen zum damaligen Zeitpunkt die Besonderen Inhaltsstoffe einen eher bescheidenen Anteil von ca. 4 % ein. In ganz aktuellen Statistiken hat sich dieser Anteil verdoppelt. Teilweise lag der Anteil in zurückliegenden Jahren sogar noch etwas höher. Etwa die Hälfte dieses Budgets kommt den Arznei- und Gewürzpflanzen zu. Die Erhöhung war effektiv noch deutlicher, denn im Zeitraum vor 1997 waren das zur Verfügung stehende Fördermittelbudget bei weitem nicht so gut genutzt, wie zum jetzigen Zeitpunkt, wo bereits zum Beginn des Jahres weit mehr als 90 Prozent der Mittel durch laufende Forschungsprojekte gebunden ist.

Herr Dr. Seehuber gab 1997 auch einen Überblick über die seit 1989 innerhalb des Programms geförderten Projekte mit Bezug zum Thema Arznei- und Gewürzpflanzen (vgl. Tagungsband 1997). Er lief dabei kaum Gefahr seine Redezeit zu überschreiten, denn es waren in einem fast achtjährigen Zeitraum gerade einmal neun Projekte.

Es waren insgesamt 31 Projekte (inkl. der bereits gezeigten 3 Projekte zur Ermittlung des FuE-Bedarfes) zu Arznei- und Gewürzpflanzen, die in den zurückliegenden fünf Jahren mit Förderung aus Mitteln des BMVEL begonnen werden konnten.

Diese Projekte sind im Anhang (Abb. 3.2 ff.) dargestellt. Bei näherem Interesse an einzelnen Themen sollten Sie sich mit mir bzw. direkt mit den ausführenden Stellen in Verbindung setzen. Einige Projekte werden sicher auch eine Rolle in nachfolgenden Vorträgen spielen.

Frau Proppert von der FAH sagte 1997 in ihrem Grußwort: „Ich hoffe, dass diese Veranstaltung dazu beitragen wird, das gegenseitige Verständnis für konkrete Probleme zu vertiefen. Wir können nur dann zu befriedigenden Lösungen kommen, wenn Behörden, Forschungsstellen und Arzneimittelhersteller an einem Strang ziehen.“

Ich hoffe, dass meine Darstellungen gezeigt haben, dass wir seit 1997 diesbezüglich gemeinsam einiges erreicht haben.

**Dabei kam und kommt es für die Fachagentur vor allem auf die Quantität und Qualität der von Ihnen eingereichten Projektideen an, ohne die eine Förderung nicht möglich wäre.**

**Reserven** für eine weitere Ausweitung der Förderung in diesem Bereich sehe ich insbesondere **in der insgesamt noch unbefriedigenden Bereitschaft der verarbeitenden Industrie, Eigenmittel in entsprechende Forschungsprojekte zu investieren**, denn wir müssen uns bewusst sein, dass die Fördermittel letztlich begrenzt zur Verfügung stehen und der Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen mit anderen Tätigkeitsfeldern der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe konkurriert.

Insofern hat mich bedenklich gestimmt, dass wir zuletzt verstärkt zur Kenntnis nehmen mussten, dass sich Projektträger anderer Ressorts zunehmend aus der Forschungsförderung zurückziehen. Entsprechende Hinweise gingen der FAH auch in Vorbereitung auf diese Veranstaltung zu, indem Kollegen aus anderen Projektträgern äußerten, man wolle keine falschen Hoffnungen wecken und das Thema sei durch die Fachagentur bestens besetzt.

Eine entsprechende Haltung sollte dringend überdacht werden, denn das breite Thema Arznei- und Gewürzpflanzen hat deutlich mehr als nur agrarpolitische Aspekte zu bieten. Die Grundlagenforschung, der Schutz unserer natürlichen Umwelt sowie die Volksgesundheit sind Aufgaben aller, d.h. auch anderer Ressorts von Bund und Ländern. Ein vollständiger Rückzug anderer Fördermittelgeber aus diesem Forschungsfeld würde sehr schnell die Möglichkeiten der Fachagentur und des BMVEL überfordern und sich in letzter Konsequenz künftig negativ auf die Erhaltung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Drogen- und Phytopharmakaproduktion auswirken müssen.

**In der Hoffnung, dass diese Appelle nicht ungehört bzw. -gelesen bleiben und dass u.a. der Vortrag von Dr. Bomme zeigen wird, dass das Thema nach wie vor auch außerhalb der BMVEL-Programme von Bedeutung ist, wünsche ich uns eine fruchtbringende Veranstaltung mit interessanten Diskussionsergebnissen und bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit.**



## 3.4. Anhang




 <b>Inkulturnahme von Arznei- und Gewürzpflanzen</b>			
Förderkennz.	Thema	Laufzeit	ausführende Stelle
99NR025 und 00NR219	Prüfung einer Kollektion verschiedener Herkünfte von <i>Rhodiola rosea</i> L. aus einer weltweiten Sammlung bezüglich der Eignung für eine Arzneimittelentwicklung	01.09.1999 bis 30.11.2003	Pharmaplant GmbH Artem 
98NR116	Inkulturnahme von Weidenröschen [ <i>Epilobium parviflorum</i> ] zur Erzeugung einheitlichen Rohmaterials mit standardisiertem Inhaltsstoffspektrum	01.04.2000 bis 31.03.2002	SLVA Ahrweiler 

Abb. 3.2: Projekte zu Inkulturnahme von Arznei- und Gewürzpflanzen

 <b>Projekte zur Anbauoptimierung</b>			
Förderkennz.	Thema	Laufzeit	ausführende Stelle
00NR241	Untersuchungen zur Optimierung von Anbau und Qualität der Artischocke ( <i>Cynara scolymus</i> L.) als Arzneipflanze	01.05.2001 bis 30.04.2004	JUSTUS-LIEBIG- UNIVERSITÄT GIESSEN 
<p>Ist eine verstärkte Orientierung des Anbaus an qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen sinnvoll und notwendig? (Summe der Nennungen: 19)</p> 			

Abb. 3.3: Projekte zur Anbauoptimierung



## Züchtung im Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen - Resistenz

Förderkennz.	Thema	Laufzeit	ausführende Stelle
97NR010, 97NR135, 00NR026, 00NR027, 01NR061	<b>Verbund: Welkebefall                      verschiedener Accessionen                      des Johanniskrautes                      (Hypericum perforatum L.)</b>	01.10.1997 bis 30.11.2003	Zentralinstitut Arzneimittelforschung GmbH, <b>BAZ Quedlinburg,</b> FAH, BBA Klein Machnow, Interessensgemeinschaft

**5 Teilprojekte (davon 3 laufend)**














Mit der Natur.  
Für die Menschen.

Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel



Abb. 3.4: Züchtungsprojekte zu Johanniskraut



## Züchtung im Bereich Arznei- und Gewürzpflanzen – Resistenz II

98NR025	<b>Verbund: Bekämpfung der                      Doldenerkrankungen beim Fenchel,</b> Teilvorhaben : Nutzung natürlicher Resistenzen	01.10.1998 bis 31.01.2002	
98NR026	<b>Verbund: Bekämpfung der                      Doldenerkrankungen beim Fenchel,</b> Teilvorhaben: Kontrolle akuter Doldenerkrankungen des Fenchels durch Nutzung natürlicher Resistenzen und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	01.10.1998 bis 28.02.2001	



SLVA Ahrweiler



LVA  
SACHSEN-ANHALT



HESSISCHES DIENSTLEISTUNGSZENTRUM für  
LANDWIRTSCHAFT,  
GARTENBAU und  
NATURSCHUTZ

Abb. 3.5: Züchtungsprojekte zu Fenchel

 **Untersuchung sekundärer Inhaltsstoffe für Non-Food-Zwecke**

**Verbundvorhaben: Gewinnung von medizinisch wirksamen Tocotrienolen aus relevanten Pflanzen:**

**01.03.2001 bis 28.02.2003**

00NR067	Teilvorhaben 1: Pflanzenscreening und Analytik		Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
00NR184	Teilvorhaben 2: Entwicklung von Bioassays		
00NR231	Teilvorhaben 3: Anbau		Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG

Abb. 3.6: Untersuchung sekundärer Inhaltsstoffe für Non-Food-Zwecke

 **Untersuchung sekundärer Inhaltsstoffe für Non-Food-Zwecke - GLA**

**Verbundvorhaben: Gammalinolensäure - Anbau, Ernte und Produktentwicklung:**

96NR160	Teilvorhaben 1: Anbau- und Ernteverfahren für Nachtkerze sowie Evaluierung von Borretsch-Herkünften: Koordination des Verbundvorhabens	01.03.1998 bis 28.02.2002	Brandenburgische Landesanstalt für Landwirtschaft	
97NR127	Teilvorhaben 2: Entwicklung einer anbauwürdigen Sorte von Nachtkerze mit hohem Samenertrag durch gute Schließfestigkeit der Früchte und hohem Öl- und Gammalinolensäuregehalt	01.03.1998 bis 31.12.2001	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH	
97NR202	Teilvorhaben 3: Entwicklung einer Kosmetik-Pflegeserie auf der Basis Gamma-Linolensäurereicher Nachtkerzenöle	01.07.1998 bis 30.06.2001		
97NR203	Teilvorhaben 4: Nachtkerzenöl als Rohstoff für technische Produkte	01.08.2000 bis 30.04.2001	Cycloclean BO Umweltchemie GmbH	
97NR204	Teilvorhaben 5: Entwicklung einer Verarbeitungstechnologie für Nachtkerzensaatz zur Herstellung von Tensiden und Kosmetikprodukten	01.09.1998 bis 31.08.2001		
98NR114	Teilvorhaben 6: Verbesserung der Eigenschaften von Borretsch zur Samennutzung	01.01.2000 bis 31.12.2002		

Abb. 3.7: Verbundvorhaben: Gammalinolensäure - Anbau, Ernte und Produktentwicklung



## Züchtung bei Brennessel und Kamille

**Verbundvorhaben: Kontrollierter Anbau und Charakterisierung von *Urtica dioica*: Gehaltssteigerung bzw. Isolierung des medizinisch relevanten Oxylipins 13-HOTE**

00NR199	Teilvorhaben 1: Züchtung und Anbauoptimierung	01.06.2001 bis 31.05.2003	 Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG
00NR206	Teilvorhaben 2: Analytik und Pflanzenphysiologie sowie pharmazeutische Forschung	01.07.2001 bis 30.06.2003	 STRATHMANN BIOTEC GmbH
99NR031	Untersuchungen zur Vererbung des (-)-Bisabololgehaltes bei der Kamille und Entwicklung PCR-gestützter Marker als Basis für die Selektion einer Kamillensorte mit hohem Gehalt an Bisabolol und guten agronomischen Eigenschaften	01.10.1999 bis 30.09.2002	 JUSTUS-LIEBIG- UNIVERSITÄT GIESSEN

Abb. 3.8: Züchtungsprojekte zu Brennessel und Kamille



## Untersuchungen zur Optimierung von Erst- und Aufbereitungsanlagen

00NR025	Aufbau einer produktionsbegleitenden Test- und Versuchsanlage zur Herstellung versandfertiger Zwischenprodukte aus Pestwurz, Hagebutten und Weidenrinden	01.11.2000 bis 31.10.2003	 Ländliche Erwachsenenbildung Prignitz-Havelland e.V.  
01NR139	Technische Optimierung von Trocknungsprozessen	15.10.2001 bis 31.03.2002	 

Abb. 3.9: Untersuchungen zur Optimierung von Erst- und Aufbereitungsanlagen



## Analysieren und Studieren der Arzneipflanzen



<p><b>98NR053</b></p>	<p>Aufbau eines NIRS-Netzwerkes für Medizinal- und Gewürzpflanzen einschließlich der daraus hergestellten industriellen Rohstoffe</p> <p><a href="http://www.pirnet.bafz.de">www.pirnet.bafz.de</a></p>	<p>01.07.1999 bis 31.12.2002</p>	<p><b>BAZ</b> <b>Quedlinburg</b> <b>IQA</b></p> 
<p><b>99NR042/ 01NR032</b></p>	<p>Erarbeitung einer Literatursammlung zu <b>Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arznei- und Gewürzpflanzen; Teil I und II</b></p> <p>Veröffentlichung: </p>	<p>01.10.1999 bis 30.09.2001</p>	<p> <b>FAH</b> JUSTUS-LIEBIG-  UNIVERSITÄT GIESSEN</p>

Abb. 3.10: Projekte zu Analytik und Beratung

### 3.4. Literatur

Arznei- und Gewürzpflanzen. Schriftenreihe „Gülzower Fachgespräche“, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Herausg.), 1997

Nachwachsende Rohstoffe Projektdokumentation 1993 - 1996. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaften Sonderheft, Köllen Druck + Verlag GmbH Bonn, 1997

Nachwachsende Rohstoffe Projektdokumentation 1997 - 1999. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaften Sonderheft, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup GmbH, 2000

Bericht des BML 5 Jahre Nachwachsende Rohstoffe 1993 - 1997. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaften Sonderheft, Köllen Druck + Verlag GmbH Bonn, 1998

Jahresbericht 2000/2001 der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Herausg.), 2001

Nachwachsende Rohstoffe. Vielfalt aus 1001 Projektidee. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Herausg.), Jubiläums-Publikation, Vogel Verlag und Druck GmbH & Co. KG, 2001

## 4. Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe

Dr. Erich Wolf; M.C.M. Klosterfrau, Köln

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich darf Sie im Namen der Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller (FAH) zu der gemeinsam mit dem Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) so wie der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) sehr herzlich begrüßen.

Nach dem eine erste Veranstaltung zu der Thematik dieser Tagung im Oktober 1997 sehr erfolgreich verlaufen war, erscheint es an der Zeit die damals verabschiedeten Zielsetzungen und Planungen dahingehend zu überprüfen, was realisiert werden konnte aber auch was offen blieb oder sich neu ergeben hat. Die Referate der Tagung im Jahre 1997 hat die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe zusammengefasst und veröffentlicht.

Dass ein unverändert hoher Diskussions- und Forschungsbedarf besteht, zeigt die vorliegende Tagesordnung und wird sich insbesondere im Verlauf der Sitzungen herauskristallisieren.

Interessante und neue Informationen zum Arzneipflanzenanbau in Deutschland hat ein von der Fachagentur gefördertes Projekt der FAH ergeben. Untersucht wurden die Chancen und das Potential des deutschen Arzneipflanzenanbaues durch Erhebung des Status Quo auf Seiten des Anbaues und der pharmazeutischen Industrie. Der im Jahr 2000 veröffentlichte Bericht macht klar, dass im Jahre 1999 die Anbauflächen für Arzneipflanzen den bisherigen Höchststand von 1941 überschritten hat. Auf rund 11.000 ha wurden von fast 800 Betrieben Arznei- und Gewürzpflanzen kultiviert. Damit hat sich dieser Teil der deutschen Landwirtschaft zu einer interessanten Nische entwickelt.

Was die Untersuchung auch ergab war, fast erwartungsgemäß, dass die verarbeitende und die pharmazeutische Industrie die hohe Qualität des deutschen Anbaues schätzen, ebenso die Versorgungssicherheit und die im zunehmenden Maße von den Arzneimittelbehörden geforderte Dokumentation des Anbaues. Allfällige Preisunterschiede werden wegen der Vorteile in Kauf genommen. Ein wesentliches Kriterium sich für einen heimischen Anbau zu entscheiden, ist auch die gute Beratung die nicht nur die Landwirte, sondern auch die pharmazeutische Industrie durch fachlich hoch qualifizierten Institutionen auf Bundesländerebene erfahren. Hier darf ich beispielsweise an erster Stelle auf Bayern, aber auch auf Rheinland-Pfalz, Hessen und Thüringen sowie weitere Landesanstalten verweisen.

Ein großer Schritt zur Anbau- und Qualitätssicherheit wurde mit den zunächst von EUROPAM 1998 verabschiedeten Rahmenrichtlinien für eine Good Agricultural Practice (GAP) getan. Um die Anwendung praxisgerecht zu gestalten, hat die FAH gemeinsam mit Fachbetrieben und der Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“ des Bundesverbandes der Arzneimittel-Hersteller (BAH) Standardverfahrens- und Arbeitsanweisungen zur Auditierung und Dokumentation im Arzneipflanzenanbau erstellt und veröffentlicht.

Erste Erfahrungen zeigen, dass sich die Vorgaben bewähren und die Anbaubetriebe gute, anforderungsgerechte Berichte von Selbstinspektionen und den Kultivierungsmaßnahmen vorlegen.

Einen weiteren wichtigen Meilenstein zur Qualitätssicherheit im Anbau stellen die von Herrn Prof. Marquard und Mitarbeitern erarbeiteten und in Buchform publizierten Vorschriften für den Anbau und die Qualitätssicherung ausgewählter Arzneipflanzen dar. In Kürze ist die Veröffentlichung eines zweiten Bandes vorgesehen, mit dem dann die Kulturanleitungen für praktisch alle in unserer Klimazone kultivierbaren Arzneipflanzen vorliegen werden.

Der BAH und insbesondere die FAH haben sich sehr frühzeitig mit den sogenannten „Lückenindikationen“ befasst, die sich aus den neuen gesetzlichen Reglementierungen der Pflanzenschutzmittelanwendung ergeben haben. Mehrere mittelständische Unternehmungen haben sich zusammengeschlossen um die Kosten für die GLP-gerechte Rückstandsanalytik zu erbringen. Das Projekt ist nach mehreren Jahren praktisch abgeschlossen.

Es darf festgestellt werden, dass für Johanniskraut, Pfefferminze, Melisse, diversen Wurzelrogen wie Baldrian, Alant und ähnliche nunmehr untersuchte und von der Biologischen Bundesanstalt zur Verwendung freigegeben Pestizide vorliegen, bzw. deren Freigabe in absehbarer Zeit erwartet werden kann. Damit sind der oftmals unverzichtbare Pflanzenschutz und die damit verbundene Rückstandsproblematik auf eine solide, wissenschaftliche Basis gestellt worden.

Hier ist allen beteiligten Personen und Stellen zu danken. Dieser Dank gilt den diversen Landesanstalten, die den praktischen Anbau durchgeführt und die biologische Wirkung und Unschädlichkeit der einzelnen Pestizide bewertet haben. Ohne den engagierten persönlichen Einsatz von Frau Krusche und Herrn Dr. Kroth, wäre das Projekt Lückenindikation nicht so erfolgreich durchzuführen gewesen. Ihnen und dem Einen oder Anderen, den ich vergessen habe zu erwähnen gilt der Dank der beteiligten Firmen und der Anbauer.

Wie die beispielsweise aufgeführten Projekte veranschaulichen, hat sich die FAH im Bereich Arzneipflanzenkultivierung vielfältig engagiert und wird dies auch weiterhin tun. Ich denke, dass die Chancen des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaues gar nicht so schlecht stehen. Zumindest auf europäischer Ebene hat sich das Preisniveau sehr vereinheitlicht, was sich für die in unseren landwirtschaftlichen Betrieben produzierte Qualitätsware nur positiv auswirken kann. Nicht unerwähnt soll aber sein, dass sich auch die außereuropäischen Betriebe mehr und mehr auf verbesserte Qualitäten umstellen. Das ist eine Herausforderung, die wir aber gerne annehmen, dient sich doch dem Verbraucher, dem kranken Patienten.

Unklar ist, wie sich das politische Umfeld auswirken wird. Pflanzliche Arzneimittel haben vor allem in Deutschland Bedeutung, zum Teil gilt dies auch noch für Österreich, die Schweiz und Belgien. In vielen Ländern der EU kennt man zugelassene „pflanzliche“ Arzneimittel praktisch gar nicht. Zukünftig sollen/müssen Phytopharmaka deren Vermarktung in mehr als einen EU-Staat vorgesehen ist, einem europäischen Bewertungsverfahren unterzogen werden. In der neu gegründeten Bewertungsgruppe sitzt nur mehr ein deutscher Vertreter.

Es ist aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die gut dokumentierten pflanzlichen Arzneimittel auch europaweit verkehrsfähig sein werden. Hier sehr ich insofern einen wichtigen Ansatz für Förderungsmaßnahmen, als es durchaus

Gemeinschaftsaufgabe wäre, die Wirksamkeit von wichtigen Arzneipflanzen klinisch abzusichern. Die Phytopharmaka herstellende Industrie gehört zu den typischen KMU-Betrieben und kann oftmals die Kosten für den klinischen Wirksamkeitsnachweis der von ihr verarbeiteten Arzneipflanzen nicht erbringen. Erschwerend kommt hinzu, dass kein Patentschutz möglich ist. Präparate, deren Wirksamkeit überwiegend durch die Tradition belegt wird, werden längerfristig wahrscheinlich Probleme bekommen.

Reißerische Beiträge wie der unlängst im Stern erschienene Artikel „Die grüne Gefahr“ führen zu einer Verbraucherunsicherheit. Es wird zwar zutreffend darauf hingewiesen, dass die pflanzlichen Arzneimittel ein entsprechendes staatliches Bewertungsverfahren durchlaufen müssen und deshalb qualitätsmäßig sicher sind. Gewarnt wird meines Erachtens zutreffend vor den Produkten des „grauen“ Marktes in dem wenig oder nicht geprüfte Produkte als „Lebensmittel“, „Nahrungsergänzungsmittel“, Produkte im Rahmen eines Diätplanes und was es da sonst noch für Möglichkeiten gibt, in den Verkehr gelangen. Da diese Produkte keine Indikationsangaben haben dürfen, wird mit separat herausgegeben Broschüren oder Büchern geworben, oftmals mit abenteuerlichen oder auch kritischen Anwendungsmöglichkeiten.

Der BAH, die FAH und alle anderen am Arzneimittelcharakter der pflanzlichen Produkte interessierte Institutionen, Firmen, Personen legen großen Wert auf kontrollierte, sachgerechte Herstellung und Anwendung der Phytopharmaka.

Oft wiederholt, aber immer wieder zutreffend: die gute Qualität pflanzlicher Arzneimittel beginnt beim Anbau und der Kultivierung.



## **5. Status quo und Potential des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland – eine Querschnittanalyse auf der Basis von sechs regionalen und überregionalen Forschungsprojekten FNR 01 NR032**

Petra Becker; Agrimedia; Bergen/Dumme

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen (AGPs) schien Landwirten in Deutschland noch vor wenigen Jahren eine attraktive Möglichkeit zur Einkommensdiversifizierung zu sein. Mit dem Inkrafttreten der EU-Agrarreform 1992 haben viele unter ihnen von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, Arznei- und Gewürzpflanzen als nachwachsende Rohstoffe auf Stilllegungsflächen anzubauen, was eine starke Ausdehnung der Anbaufläche in den 90er Jahren nach sich zog. Seit 1999 ist die AGP-Anbaufläche in Deutschland jedoch wieder stark zurückgegangen. Dies ist auf zahlreiche Schwierigkeiten auf dem Markt für diese Sonderkulturen zurückzuführen:

Trotz einer nicht unerheblichen Nachfrage können viele Arten in Deutschland nicht wirtschaftlich produziert werden. Gründe hierfür sind fehlendes Know-how über Anbau und Markt, Mangel an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln (Lückenindikation), der hohe Arbeitskräftebedarf und die ab 2003 ungeklärte Fremdarbeitskräfteverordnung, hohe Trocknungs- und Produktionskosten, Unsicherheit und Kurzlebigkeit der Märkte, die zunehmende Professionalität der AGP-Produktion bzw. der Übergang von Wildsammlung zu Kultur in den mittel- und osteuropäischen Staaten und die sich daraus verschärfende Konkurrenzsituation und nicht zuletzt die wachsenden Anforderungen an Qualität in Produktion, Verabreichung und Dokumentation speziell von seiten der pharmazeutischen Industrie. Der kontrolliert-ökologische Anbau von AGPs hat zwar ebenfalls in den letzten Jahren stark zugenommen. Die hier gezahlten Preise liegen zwar sowohl im Lebensmittel- als auch im pharmazeutischen Bereich deutlich über denen der konventionellen Ware, dennoch sind auch hier Preisrückgänge zu verzeichnen. Lebensmitteltee als der wichtigste Absatzkanal für Öko-Kräuter ist ein langsam, aber stetig wachsender Markt. Starke Konkurrenz besteht hier vor allem durch „exotische“ Tees (z.B. Rooibos).

Insgesamt hat sich das Spektrum der angebauten Arten seit mehreren Jahrzehnten sehr zu Ungunsten der klassischen Gewürzpflanzen entwickelt. Denn die Pharmaindustrie ist der wichtigste Absatzweg bzw. Vertragspartner für die AGP-Anbauer in Deutschland (90% der AGP-Flächen werden nach Absprache mit der pharmazeutischen Industrie angebaut). Trotz der zuvor umrissenen Probleme zeichnet sich eine Entwicklung zur engeren Zusammenarbeit zwischen den Anbauern und den pharmazeutischen Verarbeitern in Deutschland ab. Vorteile ergeben sich für die abnehmende Seite vor allen Dingen durch die Rückverfolgbarkeit der Rohstoffproduktion und die gute Qualität der Ware.

Die größtmögliche Sicherheit sowohl auf der Anbau- als auch auf der Abnahmeseite ist aber nur dann gewährleistet, wenn neben dem Vertragsanbau noch andere Absatzmöglichkeiten bestehen, die Schwankungen auf Teilmärkten eventuell abfangen können. In der Recherche (Auswertung von regionalen und überregionalen Studien und 60 Expertengesprächen) wurde versucht, alle für die Beschreibung des AGP-Markts relevanten Teilmärkte und

Einflussgrößen und ihre wesentlichen Entwicklungen kurz zu porträtieren und hieraus Rückschlüsse auf die Potentiale des AGP-Anbaus in Deutschland zu ziehen.

Schlussfolgerungen der Auswertung aus Studien und Expertengesprächen ergaben sich wie folgt:

In den kommenden Jahren wird die Nachfrage nach AGPs weiter wachsen; d.h. es wird mehr Anbaufläche benötigt bei weiter eher sinkenden Preisen.

Forschungsbedarf ergibt sich daher in der Anbautechnik vor allen Dingen in der mechanischen und thermischen Unkrautbekämpfung, Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung, Fruchtfolgewirkung von AGPs, aber auch mögliche Änderungen in der Saisonarbeitskräfteregelung in 2003.

Als weitere forschungsrelevante Themen wurde die Nachernteaufbereitung (Einsparung von Trocknungskosten, Lagerung) und die Gestaltung des Sorten- und Artenspektrums herausgestellt. Für die kommenden Jahre wird erwartet, dass sich das in Deutschland angebaute AGP-Artenspektrum aus Gründen der mangelnden Wirtschaftlichkeit weiter verengen wird. Zu einem gewissen Teil könnten diese wegfallenden Arten z.T. durch „neue“ Märkte, wie z.B. chinesische Heilkräuter oder sonst aus Wildsammlung stammende und unter Schutz stehende Arten ersetzt werden. Hierzu bedarf es Marktanalysen und Inkulturnahmeversuchen, vor allen Dingen aber der verstärkten Durchführung von klinischen Studien. Daneben wurde die Bedeutung einer verbesserten Beratung und Kommunikation für den AGP-Anbau herausgearbeitet und Möglichkeiten der Nutzung bereits bestehender oder im Aufbau befindlicher (öffentlich finanzierter) Medien (ISIP und InfoAuto) eruiert.

## 6. Sorgen und Nöte aus der Sicht des Anbaus

Dr. Erika Schubert, Agrimed, Trebur

Die Sorgen und Nöte aus Sicht der Anbauer schilderte *Dr. Erika Schubert*, Geschäftsführerin der Agrimed w.V. (Trebur) und Vorstandsmitglied des europäischen Anbauverbandes EUROPAM. Sie wies darauf hin, dass der Anbau ständigen Schwankungen des Arzneimittelmarktes ausgesetzt sei; zudem seien zum Teil starke Rückgänge (z.B. Johanniskraut) und ein Preisverfall für bestimmte Drogen (z.B. Echinacea) zu verzeichnen. Auch die Problematik der noch nicht geschlossenen Anwendungslücken bei vielen Pflanzenschutzmitteln belaste die Situation der Anbauer. Chancen für eine Profilierung des Anbaus sieht die Referentin in qualitativ hochwertiger Ware und auch in der Schaffung eines Zertifizierungssystems nach GAP mit Unterstützung der EUROPAM.

Es gelang trotz mehrfacher Bemühungen nicht, eine Zusammenfassung des Referates zu erhalten.

## 7. Sorgen und Nöte aus Sicht der verarbeitenden Industrie

PD Dr. Gudrun Abel, Bionorica, Neumarkt

Einige der aktuellen Probleme aus Sicht der Industrie erläuterte *Dr. Elmar Kroth*, Geschäftsführer der FAH, in Vertretung der kurzfristig erkrankten *Dr. Gudrun Abel*, Bionorica AG.

Aus Sicht der Industrie sind insbesondere die bestehenden Defizite in der deutschen Förderungslandschaft, die u.a. keine Förderung klinischer Prüfungen - auch nicht gemeinschaftlich durchgeführter - ermöglichen. Bekanntlich sind es erst klinische Prüfungen und die Akzeptanz der hierdurch generierten Daten zu Wirksamkeit und Unbedenklichkeit eines Arzneimittels, die eine Zulassung begründen und damit den endgültigen Marktzutritt eines Arzneimittels ermöglichen. Hinzu kommen oftmals weitere Untersuchungen, die notwendig sind, um auch langfristig ein Produkt vermarkten zu können. Dabei stellen klinische Prüfungen eine massive Kostenbelastung eines mittelständischen Unternehmens dar, die viele kleinere Unternehmen überfordert. Daher ist aus Sicht der Industrie zu fordern, dass sich die öffentliche Hand auch an klinischen Prüfungen, zumindest zu neu entwickelten Produkten, beteiligt, zumal ohne solche Studien und die darauf beruhenden Zulassungen die übrigen Investitionen, bspw. in die Inkulturnahme, vergebens sind.

Ein weiteres großes Problem liege in der zu engen Begriffsdefinition eines "Kleinen und mittleren Unternehmens (KMU)". Insbesondere die vielfach verwendete Definition der EU, die lediglich Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeiter, unter 40 Mio. € Umsatz und ohne Beteiligung eines größeren Unternehmens mit mehr als 25 % der Anteile als KMU anerkennt, schließt viele typisch mittelständische Unternehmen von einer möglichen öffentlichen Förderung eigener Forschungsmaßnahmen aus. Hier gilt es dringend, Branchenspezifika wie bspw. dem mitarbeiterstarken Außendienst der Arzneimittel-Hersteller oder den hohen Umsatzvolumina der Lebensmittelindustrie bei geringen Margen ausreichend Rechnung zu tragen.

Ungelöst seien weiterhin viele Fragen im Zusammenhang mit möglichen Schutzrechten im Rahmen öffentlich geförderter Projekte, deren optimale Nutzung oftmals durch die mit der Förderung verbundenen Publikationspflichten unterlaufen werden.

## 8. Aktueller Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung und Ableitung des Bedarfes in den Bereichen Züchtungsforschung und Züchtung

PD Dr. Friedrich Pank, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ), Quedlinburg

### 8.1. Einleitung und Aufgabenstellung

Leistungsfähige Sorten sind eine unentbehrliche Voraussetzung für die wirtschaftlich erfolgreiche Produktion und für die Erzeugung hoher Qualitäten. Auch der Arznei- und Gewürzpflanzenbau kann auf leistungsfähige Sorten nicht verzichten, von denen alle Partner in der Produktionskette und nicht zuletzt auch die Verbraucher profitieren.

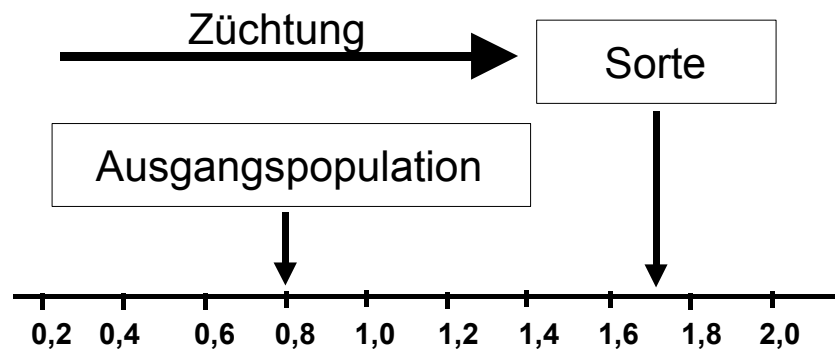


Abb. 8.1: Veränderung der Reaktionsnorm von Populationen durch Züchtung

Durch Züchtung wird die Reaktionsnorm von Populationen in gewünschter Richtung verschoben und die ökologische Streubreite der Merkmalsausprägung eingengt. Auch ohne zusätzliche Produktionsaufwendungen erbringt eine Sorte eine höhere Leistung als die Ausgangspopulation. Auf Grund der spezifischen Bedingungen in den einzelnen Stufen stellen die Partner in der Produktionskette differenzierte Anforderungen an neue Sorten:

- Saatzuchtbetriebe: Saatgutertrag, Eignung für wirksamen Sortenschutz
- Landwirtschaftliche Primärproduktion: Ertrag, Resistenz, technologische Eignung, geforderte Qualität
- Verarbeitende Industrie: Qualität, technologische Eignung, geringe Rohstoffkosten
- Handel: Qualität, Haltbarkeit
- Verbraucher: Qualität, Gebrauchswert, günstiger Preis

Mit der nach einem Zeitraum von fünf Jahren (16) erneut durchgeführten Analyse zum aktuellen Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung soll die Auswahl von Schwerpunkten der zukünftigen Arbeit unterstützt werden. Schwerpunkte sind die Ableitung der wichtigsten Arten, der aktuellen Zuchtziele, geeigneter Züchtungsmethoden aber auch von Aufgaben der Züchtungsforschung.

Bei der Aufnahme des aktuellen Bestandes wurden als Quellen Literatur (1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26), Auskünfte des Bundessortenamtes (3), Informationen von Tagungen (4, 14, 15, 18), Kataloge von Saatgutfirmen (5, 17, 20), die Beschreibende Sortenliste des BSA (2) und Ergebnisse der Befragung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen berücksichtigt. Die Bestandsaufnahme schließt die Bundesrepublik Deutschland und einige benachbarte Länder ein. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden die einzelnen Arten unterschiedlichen Gruppen zugeordnet:

- Hauptkulturen  
Arten mit Anbauflächen im Bereich von ca. 50 - 1000 ha und Erfassung durch verschiedene Unternehmen.
- Nischenkulturen mit züchterischen Aktivitäten  
Anbauumfang unter 50 ha. Oft für nur einen oder wenige Verarbeiter von Interesse.
- Nischenkulturen ohne intensive Züchtungsaktivitäten  
Anbauumfang unter 50 ha und nur sporadische züchterische Bearbeitung.

Die vorliegende Bestandsaufnahme erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wird keine Gewährleistung für die Angaben zum Sortenschutzstatus übernommen. Ein in diesem Beitrag aufgeführtes Markenzeichen kann warenzeichenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

## 8.2. Bestandsaufnahme zum Stand der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung

Nachfolgend wird eine komprimierte Übersicht zum Stand der Züchtung und Züchtungsforschung gegeben. Bewusst werden zahlreiche Details bei den gebräuchlichsten Kulturen aufgeführt, um die Schlussfolgerungen von konkreten Beispielen ableiten zu können. Die in den Übersichten verwendeten und in kursiver Schrift dargestellten Abkürzungen beteiligter Institutionen werden im Abschnitt "An der Züchtung beteiligte Einrichtungen" erläutert. Die international üblichen Symbole stehen für die Länderbezeichnungen.

### 8.2.1. Hauptkulturen

#### **Artischocke, *Cynara scolymus* L.**

**Ungeschützte Sorten:** NLC 'Green Globe', 'Imperial Star'. **Geschützte Sorten:** SALUS Bruckmühl 'Saluschocke®'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** Martin Bauer Vestenbergsgreuth 'Cynamed'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** SALUS Bruckmühl Variabilität und züchterische Beeinflussbarkeit des CCS-Gehaltes; Uni Gießen genet. Fingerprint durch PCR. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** SALUS Bruckmühl Verzögerung der Blüte, Blattfarbe, Blattrichtum, Kreuzungen, Erhaltung 'Saluschocke®'; Uni Gießen CCS-Gehalt, Blattertrag, Schossfestigkeit, Evaluierung; VitaPlant Witterswill CH Inhaltsstoffe, Ertrag, Regeneration, pharmakologische Wirkung, Evaluierung, Selektion.

**Baldrian, *Valeriana officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** BLBP 19, 20, 24, 25, 27, 36, 37, 54, 59; NLC < 1973 'Anton'.

**Andere ausländische Sorten:** CZ 1941: 'Krajový', 1990: 'Trazalyt', PL 1970: 'Polka', 'Lubelski', BG 1974: 'Schipka', GUS 1981: 'Kardiola', 1987: 'Maun'; RO 'Margurele 100'.

**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** VitaPlant Witterswill CH Neue in vitro Assays für sedative Wirkung, molekulargenetische Charakterisierung der Homogenität, in vitro Vermehrung. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** Pharmaplant Artern äth. Öl min. 0,8 %, Valerensäure 3 mg/g, starke Wurzeln, Linienentwicklung; VitaPlant Witterswill CH Sedative Wirkung, Homogenität, Krankheitsresistenz, Ertrag, Extraktausbeute, Evaluierung, Selektion, Kreuzung.

**Bohnenkraut, *Satureja hortensis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** < 1960: 'Einjähriges Blatt'. **Geschützte Sorten:** NLC Erfurt 1986:

'Aromata'; GHG Saaten Aschersleben 1999EU: 'Compact'. **Andere ausländische Sorten:** Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1959: 'Budakalászi'; Zentrum für Sortenprüfung Sofia BG 1964: 'Mestina'; Forschungsinstitut für Pflanzenbau, Prag-Ruzyne CZ 1981: 'Pikanta'; PL 'Saturn'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** NLC 'Aromag'.

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** GHG Saaten Aschersleben.

**Dill, *Anethum graveolens* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Aros', 'Blattreicher', 'Bouquet', 'Diwa', 'Dukat', 'Elefant', 'Tetra', 'Vierling'; 1920: 'Gewöhnlicher'; 1952: 'Herkules'. **Geschützte Sorten:** Rijk Zwaan Welver 1993: 'Sari'. **Andere ausländische Sorten:** S 1956: 'Pikant'; **Sortenanmeldungen-**

**Unternehmen/Sorte:** J. Wagner Heidelberg 'JW 999 (Olaf)'. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** Groß-Gerau, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Manschnow, HUB, Quedlinburg, Bernburg, Dachwig, Friemar; TLL Thüringen Sortenprüfungen.

**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** BAZ Quedlinburg Pathogendiagnose, Resistenztest, NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** GHG Saaten Aschersleben.

**Arzneifenchel, *Foeniculum vulgare* MILL. ssp. *vulgare* var. *vulgare***

**Ungeschützte Sorten:** 'Großfrüchtiger'. **Geschützte Sorten:** LLG Bernburg 1998: 'Berfena' und 1992 'Magnafena'. **Andere ausländische Sorten:** Forschungsstation Fundulea RO 'Romanesc'; Universität Budapest H 1990: 'Soroksári'; Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1959: 'Budakalászi', 1998: 'Fönicia'; CZ 1946: 'Moravsky'. Süßer Fenchel (*F. vulgare* ssp. *vulgare* var. *dulce*): Zentrum für Sortenprüfung Sofia BG 1992 'Chumen'; BG

'Fenix', 'Mesten', 'Pomorie'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** Martin Bauer Vestenbergsgreuth 'Foenimed', 'Foenisol', 'Foenigold', 'Foenipharm'; J. Wagner Heidelberg 'JW 1'.

**Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** Groß-Gerau, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Manschnow, HUB, Quedlinburg, Bernburg, Dachwig, Friemar, TLL Thüringen Sortenprüfungen. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** BAZ Quedlinburg

Pathogendiagnose, Resistenztest, Entwicklung *Mycosphaerella* - resistenter Linien, Entwicklung kleinfrüchtiger Arzneifenhellinien, Kombinierbarkeit Kleinfrüchtigkeit mit hohem äth. Ölgehalt durch Kreuzung, NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** LLG Bernburg Erhaltungszüchtung 'Berfena' und 'Magnafena'; Forchheim Erhaltung von Herkünften.

**Johanniskraut, *Hypericum perforatum* L.**

**Geschützte Sorten:** *Lichtwer Berlin* 'Anthos', 1998EU; *Martin Bauer Vestenbergsgreuth* 1999: 'Hyperixtrakt', 'Motiv' (hoher Hypericingehalt), 'Uperikon', 'Hyperimed', 2002: 'Hyperiflor', 'Hyperipharm', 'Hyperisol'; *VitaPlant Witterswill CH* 2000: 'Vitan'; *Rieger Blaufelden* 2002: 'Taubertal'. **Andere ausländische Sorten:** *IRIPZ Poznan' P* 1982: 'Topaz'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** *Martin Bauer Vestenbergsgreuth* 'Hyp PG 19'; *J. Wagner Heidelberg* 'Ines'; *Rieger Blaufelden* 'Goldstern' EU; *Medifarm Mauchenheim* 'Mauch'; *im Auftrag für die Schweiz* 'P7'. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** *Hannover, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Baumannshof, Bernburg, Dachwig, Kirchengel, Großenstein; TLL Thüringen* Sortenprüfungen. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *IPK Gatersleben* Genetik und Evolution der Apomixis in der Gattung *Hypericum*; *BAZ Quedlinburg, IPK Gatersleben* flowcytometrische Bestimmung des Reproduktionstyps; *BAZ Quedlinburg, BBA Kleinmachnow* Optimierung Resistenztest; *BAZ Quedlinburg* Entwicklung von Linien mit hohem Hypericin- und Hyperforingehalt, welkeresistente Linien, sexuelle Linien für die Kreuzungskombination; *NLC* Kombinierbarkeit von Merkmalen durch Kreuzung, *VitaPlant Witterswill CH* neue in vitro Assays für pharmakologische Wirkung, molekulare Bestimmung von Homogenität und Apomixie. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg, NLC Erfurt, FAH Bonn* Hypericin- und Hyperforingehalt, Welkeresistenz, agronomische Eignung; *Uni Gießen* Hyperforin- und Hypericingehalt, Welkeresistenz; *VitaPlant Witterswill CH* hohe antidepressive Wirkung, Welketoleranz, agronomische Merkmale; Selektion mit Hilfe in vitro Assay; *Forchheim* Hyperforin- und Hypericingehalt, Welkeresistenz, Evaluierung, Selektion.

**Echte Kamille, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert**

**Ungeschützte Sorten** 'Germania', 1962: 'Bodegold'. **Geschützte Sorten:** *Asta-Medica Dresden* 1977: 'Degumill' (reich an  $\alpha$  - Bisabolol), 1986 'Manzana' (reich an Chamazulen und  $\alpha$  - Bisabolol); *Martin Bauer Vestenbergsgreuth* 1995: 'Mabamille' (reich an  $\alpha$  - Bisabolol), 1997: 'Camoflora' (gute Teedroge); *Forschungsstation Fundulea RO* 1994: 'Flora'. **Andere ausländische Sorten:** *P.J.-Safarik-Universität Kosice SK* 1984: 'Bona'; *Vilora Stará Lubovna SK* 1995: 'Lutea'; *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H* 1970: 'Budakalászi 2'; *Universität Budapest H* 1970: 'Soroksári 40'; *Forschungsstation Fundulea RO* 'Margaritar'; *Zentrum für Sortenprüfung Sofia BG* 1980: 'Lazur'; *PL* 1970: 'Zloty Lan', 1977: 'Tonia' 1992: 'Promyk'; *CZ* 1952: 'Bohemia', *RO* 1989: 'Flora', *SK* 1990: 'Goral'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** *Robugen Esslingen*: 'Rob 2' und 'JS 99'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *Uni Gießen* Heritabilität von  $\alpha$ -Bisabolol und PCR-Marker gestützte Selektion; *BAZ Quedlinburg* NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Uni Gießen* agronomische Eigenschaften,  $\alpha$  - Bisabolol; *Vet. Med. Uni Wien*  $\alpha$  - Bisabolol, Chamazulen, Flavonoide, agronomische Eigenschaften, Ökostabilität, Polyploidisierung, Kreuzung, Selektion.

**Kava Kava, *Piper methysticum* G.Forst.**

**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *VitaPlant Witterswill CH* in vitro Vermehrung, vegetative Vermehrung. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *VitaPlant Witterswill CH* geringe Lebertoxizität, anxiolytische Wirkung, Krankheitsresistenz, Ertrag, Evaluierung, Selektion.



**Kümmel, *Carum carvi* L. (var. *annuum hort.*)**

**Ungeschützte Sorten:** < 1950: 'Niederdeutscher', 'Arterner'. **Einjährige Sorten:** *NLC* 2000: 'Sprinter'. **Andere ausländische Sorten:** *Dr. Mansholt's Veredelingsbedrijf Ulrum NL* 1972: 'Bleja'; *Sempra Praha Prag CZ* 1978: 'Rekord'; *Danske Planteforadling Store Heddinge DK* 'Sylvia'; *Kistemaker Kolhorn NL* 1972: 'Volhouden'; *CZ* 'Alpha', 1994: 'Kepron', 1990: 'Prochan'; *H* 1959: 'Hollandi', 1990: 'Maud'; *DK* 'Kami'; *RO* 'De Ghimbav', 1973: 'Mare de Roman'; *PL* 1979: 'Konczewicki', 1995: 'Plewiski'; *IL* 'Bi-An'. **Einjährige Sorten:** *H* 1987: 'SZK-1', *NL* 1994: 'Karzo'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** *Saatbau Linz A* 'Ass'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* Pathogendiagnose und Resistenztest zur Doldenbräune, Entwicklung von Linien für synthetische Sorten, NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* Ertrag und Ölgehalt bei einjährigen Formen; *SLVA Bad Neuanahr* Sortenprüfungen.

**Majoran, *Origanum majorana* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Blattmajoran', 'Küchenwunder'. **Geschützte Sorten:** *NLC* 1997: 'Erfo'; *Saatzucht Quedlinburg* 1997: 'Marietta'; 1999EU: 'Max'; *Pharmaplant Artern* 1999: 'Tetrata'. **Andere ausländische Sorten:** *Semex Bratislava SK* 1967: 'Marcelka'; *IRIPZ Poznan PL* 1982: 'Miraz'; *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H* 1959: 'Francia', *Gartenbauuniversität Budapest H* 2000: 'Magyar'; *Vet.Med.Uni Wien A* 'Mara'. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** *Bamberg, HUB, Quedlinburg, Bernburg, Dachwig, Kirchengel, Großenstein, Dornburg*. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *NLC* Hybridsortenentwicklung; *BAZ Quedlinburg* Pathogendiagnose, Resistenztest, Linienentwicklung für Hybridsorten, NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *NLC Erfurt* Heterosis, Homogenität, Ertrag, Sensorik, technolog. Eigenschaften; *GHG Saaten Aschersleben*.

**Mariendistel, *Silybum marianum* L.**

**Geschützte Sorten:** *Pharmaplant Artern* 2001: 'Silbina'. **Andere ausländische Sorten:** *Universität Budapest H* 1999: 'Szibilla', *IRIPZ Poznan PL* 1992: 'Silma'; *Galena Opava und Seva Flora Valtice CZ* 1988: 'Silyb'.

**Mohn, *Papaver somniferum* L.**

**Geschützte Sorten:** *Deutsche Saatveredelung Lippstadt* 1996: 'Przemko' (< 0,01 % Morphin in TM); *Zeno Projekte Wien A* 'Zeno', 'Zeno 2002'. **Andere ausländische Sorten:** *S* 'Soma'; *ICN Hungary Tiszavasvári H* 1991: 'Alkaloida-1', 2000: 'Tebona'; *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H* 1967: 'BC-2', 'Kompolti M', 1973: 'Kék Duna', 1983 'Kozmosz', 1992: 'Gödi N', 1995 'Kék Gemona', 1998: 'KP Albakomp', 1998: 'Monaco'; *Universität Budapest H* 1998: 'Óriás kék'. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** *Zeno Projekte Wien A* Sommermohnstamm. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* molekulare Analysen zur Vererbung des Morphingehaltes. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* geeignete Formen für den Anbau, Evaluierung, Kreuzung; *Zeno Projekte Wien A* Winterfestigkeit, Morphinfreiheit, Ertrag, Samenqualität, Stammbaumzüchtung.

**Mutterkorn, *Claviceps purpurea* (L.) TUL.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Boehringer-Ingelheim* Alkaloid-Spektrum, Gehalt, Ertrag.

**Ölkürbis, *Cucurbita pepo* L. conv. *citrullinia* var. *styriaca***

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *GlaxoSmithKline Herrenberg* Virusresistenz, Ertrag, Fettgehalt der Samen, Kreuzung mit Zucchini.

**Petersilie, *Petroselinum crispum* (MILL.) Nym. ex A. W. Hill**

**Ungeschützte Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Geschützte Sorten:** *Rijk Zwaan Welter* 1994: 'Masina'; *J. Wagner Heidelberg* 1999: 'Septo'; *Nunhems Haelen NL* 1998EU: 'Bukett', 'Paravert'; 2000EU: 'Opal'. **Andere ausländische Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Sortenanmeldungen-Unternehmen/Sorte:** *Bejo Warmenhuizen NL* 'Bejo 1996'; *GHG Saaten Aschersleben* 'Petuschka'. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** *Groß-Gerau, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Bamberg, Manschnow, Quedlinburg, Dachwig, Großenstein, Salbitz; TLL Thüringen* Sortenprüfungen. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* Entwicklung von Basismaterial mit Resistenz gegen *Septoria, Alternaria*, Fusariosen und Virose; *GHG Saaten Aschersleben, Dr. Junghanns GmbH Groß Schierstedt*.

**Pfefferminze, *Mentha x piperita* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Minze A', 'Minze B', 1958: 'Multimentha'; *BLBP* 02, 04, 06, 18, 29, 31, 32, 35, 47, 56, 66, 68, 75. **Andere ausländische Sorten:** *Forschungsstation Fundulea RO* 'Columna', 'De Banat'; *Bergkräutergenossenschaft Sarleinsbach A* 'Grüne Minze'; *All-Russ. Inst. f. Arzn.- und Aromapflanzen Moskau GUS* 'Krasnodarskaja 2'; *Züchtungsinst. f. Futterbau Troubsko CZ* 1988: 'Mentola'; *Gartenbauuniversität Budapest H* 'Mexican'; *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H* 1959: 'Mitcham'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *TLL Thüringen* Sortenprüfungen; *BLPB* Erhaltung von Herkünften.

**Schnittlauch, *Allium schoenoprasum* L.**

**Ungeschützte Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Geschützte Sorten:** *Konvicka Buchholz* 1988: 'Dominant'; *Rijk Zwaan Welter* 1987: 'Wilau'; 1993: 'Fitlau' (Hybridsorte); *J. Wagner Heidelberg* 1992 'Kirdo'; *Hild Marbach* 1997 'Polyvert'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *GHG Saaten Aschersleben*.

**Sonnenhut, *Echinacea angustifolia* DC, *E. purpurea* (L.) Moench**

**Ungeschützte Sorten:** 'Schmalblättriger Sonnenhut', 'Roter Sonnenhut'. **Andere ausländische Sorten:** *H* 1999: 'Indian' (*purpurea*).

**Thymian, *Thymus vulgaris* L., *Th. zygis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** < 1950: 'Deutscher Winter'. **Geschützte Sorten:** *RAC CH* 'Varico 1', 'Varico 2'. **Andere ausländische Sorten:** *Forschungsinstitut für Pflanzenbau Prag-Ruzyně*

CZ 1966: 'Aroma'; *Forschungsinstitut für Futterbau Troubsko/Seva Flora Valtice* CZ 1952: 'Krajový'; *IRIPZ Poznan* PL 1989: 'Sloneczko'; *Forschungsstation Fundulea* RO 'Smarald', 'De Dolj'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg* NIRS-Analytik. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *HUB* Sortenvergleiche; *TLL Thüringen* Sortenprüfungen; *Dr. Junghanns GmbH Groß Schierstedt*.

### **Zitronenmelisse, *Melissa officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Erfurter Aufrechte', 'Typ Offstein', 1939: 'Quedlinburger Niederliegende'; *BLBP* 09, 19, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 38, 41, 42, 45, 65. **Geschützte Sorten:** *GHG Saaten Aschersleben* 1997: 'Citronella'; *Pharmaplant Artern* 2001: 'Lemona'. **Andere ausländische Sorten:** CZ 'Citra', RO 'De Dobrotesti', A 'Lemon', BG 'Melisa 2'; *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász* H 1998: 'Ildikó'. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** *Hannover, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Bamberg, Dachwig, Großenstein; TLL Thüringen* Sortenvergleiche. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *NLC Erfurt* aufrechter Wuchs bereits im 1. Jahr, Ertrag, Inhaltsstoffe, Auslese; *GHG Saaten Aschersleben, BLBP* Erhaltung von Herkünften.

## 8.2.2. Nischenkulturen

### 8.2.2.1. Nischenkulturen mit züchterischen Aktivitäten

#### **Arnika, *Arnica montana* L.**

**Geschützte Sorten:** *Bayerische Pflanzenzucht München* 1998: 'Arbo'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Ertrag, Allergenfreiheit, Ertrag, Chlorosetoleranz, Kreuzungskombination; *BLBP* Erhaltung von Herkünften

#### **Basilikum, *Ocimum basilicum* L.**

**Ungeschützte Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Geschützte Sorten:** *GHG Saaten Aschersleben* 1998EU: 'Osmin'; 1999EU: 'Bavires', 'Genova'; *Saatzucht Quedlinburg* 2001EU: 'Oman', 'Orient'; *Nestlé Lausanne* CH 2001EU 'Pesto', 'Sanremo'. **Andere ausländische Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Sortenprüfungen des BSA in (2001 und/oder 2002):** *Hannover, FH Osnabrück, Kassel-Oberzwehren, FH Weihenstephan, Bamberg, Manschnow, Quedlinburg-Ditfurt, Dachwig*. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *GHG Saaten Aschersleben*.

#### **Bergfrauenmantel, *Alchemilla* spp. L.**

**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* in vitro Vermehrung, Flavonoid- und Gerbstoffgehalt, Resistenztests. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Krankheitsresistenz, Evaluierung, Auslese.

**Borretsch, *Borago officinalis* L.**

**Geschützte Sorten:** *GHG Saaten Aschersleben* 1998EU: 'Osmin'; 1999EU: 'Bavires', 'Genova'; *Saatzucht Quedlinburg* 2001EU: 'Oman', 'Orient'; *Nestlé Lausanne CH* 2001EU: 'Pesto', 'Sanremo'. **Andere ausländische Sorten:** Zahlreiche Sorten. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *Uni Gießen* In vitro Vermehrung, genet. Fingerprint mittels PCR. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Uni Gießen* GLA > 22 %, Ölgehalt > 30 %, Stängeltyp, fester Kornsit, Selektion, Kreuzung, Mutation.

**Buchweizen, *Fagopyrum esculentum* MOENCH.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *GlaxoSmithKline Herrenberg* Ertrag, hoher Blatt-Blütenanteil, hoher Rutin- und niedriger Fagopyringehalt, Auslese.

**Chilis, *Capsicum frutescens* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *VitaPlan Witterswill CH* Capsaicingehalt, Ertrag, Evaluierung, Selektion.

**Dost, syn.Oregano, *Origanum vulgare* L.**

**Geschützte Sorten:** *GHG Saaten Aschersleben* 2002: 'Vulkan'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *PPO Lelystad NL* Herkunftsvergleiche; *Dr. Junghanns GmbH Groß Schierstedt*.

**Eisenkraut, *Verbena officinalis* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Bionorica Neumarkt* Sammlung, Evaluierung.

**Goldrute, Echte; *Solidago virgaurea* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Echte'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *HUB* Sammlung und Evaluierung; *Pharmaplant Artern* Evaluierung und Selektion.

**Hafer, *Avena sativa* L.**

**Ungeschützte Sorten:** Zahlreiche. **Geschützte Sorten:** Zahlreiche. **Andere ausländische Sorten:** Zahlreiche. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Kieselsäure, ontogenetische Veränderungen, kolloidaler Zustand. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* lösliche Kieselsäure, Ertrag, Standfestigkeit, Evaluierung, Auslese.

**Holunder, *Sambucus nigra* L.**

**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *Bionorica Neumarkt* vegetative Vermehrung aus Stängeln. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Bionorica Neumarkt* Flavonoidgehalt, Sammlung, Evaluierung.

**Huflattich, *Tussilago farfara* L.**

**Geschützte Sorten:** *Schoenenberger Magstadt A* 1999EU: 'Wien' (geringer PA-Gehalt).

**Immortelle, *Helichrysum* spp.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Vet. Med. Uni Wien* äth. Ölgehalt und Komposition, Evaluierung, Selektion.

**Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Pharmaplant Artern* Glucotropaeolin > 30 mg/g Droge, agronomische Eigenschaften, Evaluierung, Selektion.

**Koriander, *Coriandrum sativum* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Thüringer'. **Geschützte Sorten:** *Borries-Eckendorf Leopoldshöhe* 1991: 'Corry'; *Norddeutsche Pflanzenzucht Holtsee* 1991: 'Petro'. **Andere ausländische Sorten:** *Arzneipflanzeninstitut Budakalász H* 1978: 'Csillag'; *Mährisches Züchtungsinstitut Kromeriz CZ* 1946: 'Hrubcicky'; *Inst. f. Ölkulturen Simferopol UKR* 1988: 'Jantar'; *Zentrum für Sortenprüfung Sofia BG* 1981: 'Lozen 1'; *Forschungsstation Fundulea RO* 1987: 'Sandra'; *BG* 1977: 'Aleksievski 247'; *HU* 1964: 'Lucs'; *PL* 'Ursynowska'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg NIRS-Analytik*. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Zeno Projekte Wien* Winterfestigkeit, Ertragssicherheit, fettes und äth. Öl, Krankheitsresistenz, Evaluierung, Selektion, Stammbaumzüchtung; *SLVA Bad Neuanahr* Herkunftsvergleich.

**Malve, Blaue; *Malva silvestris* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 1936: 'Dunkelviolette'. **Andere ausländische Sorten:** *H* 1986: 'Biborfelhö'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Vielblütigkeit, blaue Blütenfarbe, Auslese, Kreuzung.

**Mönchspfeffer, *Vitex agnus-castus* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Bionorica Neumarkt, Vet. Med. Uni Wien* Fruchtertrag, interne Spezifikation, Kreuzung.

**Mutterkraut, *Chrysanthemum parthenium* (L.) BERNH.**

**Geschützte Sorten:** *Martin Bauer Vestenbergsgreuth* 2001 'Tanamed'.

**Nachtkerze, *Oenothera biennis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Arterer'. **Geschützte Sorten:** *Pharmaplant Artern* 1997: 'Anothera'. **Andere ausländische Sorten:** *Scotia UK* 'Peter', 'Molia'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Pharmaplant Artern* min. 25 % Öl, 10 % GLA, schließfest, technologische Eignung für den Anbau, Kreuzungskombination; *TLL Thüringen* Herkunftsvergleiche.

**Pestwurz, *Petasites hybridus* (L.) M & Sch.**

**Geschützte Sorten:** *M. Zöller Söhne Romanshorn CH* 2001EU 'Petzell' (geringer PA-Gehalt).  
**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *VitaPlant Witterswill CH* hoher Petasin- und geringer PA-Gehalt, gute veg. Vermehrbarkeit, Rostresistenz, Ertrag, Evaluierung und Selektion, veg. Vermehrung.

**Ringelblumen, *Calendula officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 1944: 'Erfurter Orangefarbige Gefüllte'. **Geschützte Sorten:** *Norddeutsche Pflanzenzucht Holtsee* 1995: 'Regina'; *Dr. Theiss Naturwaren Homburg* 1999EU: 'Rinathei'. **Andere ausländische Sorten:** *H* 1989: 'Claudia'; 1998: 'Oázis'.  
**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *PPO Lelystad NL* Sortenvergleiche.

**Rosmarin, *Rosmarinus officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** Ohne Sortenbezeichnung. **Andere ausländische Sorten:** *Gartenbauuniversität Budapest H* 1999: 'Harmat'. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg NIRS-Analytik*. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Dr. Junghanns GmbH Groß Schierstedt; Forchheim* Erhaltung von Herkünften.

**Salbei, Echter; *Salvia officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 1973: 'Extrakta'. **Andere ausländische Sorten:** *PL* 1989: 'Bona'.  
**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *BAZ Quedlinburg NIRS-Analytik*. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft* Ertrag, äth. Öl,  $\alpha$ -Thujon, Rosmarinsäure, Carnosolderivate, Flavonoide, Evaluierung.

**Schafgarbe, *Achillea millefolium* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 1973: 'Proa'. **Andere ausländische Sorten:** *SK* 1992 'Alba'.  
**Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *Inst. Botanik, Inst. Pharmakognosie Uni Wien* Systematik, Cytogenetik, Inhaltsstoffaufklärung. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Vet. Med. Uni Wien* Azulengehalt, Ertrag, Eignung zur mechanisierten Ernte, Evaluierung, Selektion, Kreuzung (auch Artkreuzungen); *BLBP* Erhaltung von Herkünften.

**Schlüsselblume, *Primula veris* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Vielblütigkeit, Primula-Säure, Evaluierung, Auslese. *Bionorica Neumarkt, Vet. Med. Uni Wien* Blütenenertrag, Auslese.

**Tausendgüldenkraut, *Centaureum erythraea* Rafin.**

**Ungeschützte Sorten:** Ohne Sortenbezeichnung. **Züchtungsmethodik in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Einfluss der Witterung auf Wuchsform, Resistenztest. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Vielblütigkeit, aufr. Wuchs, Krankheitsresistenz, Evaluierung, Auslese.

**Weide, *Salix alba* L.**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SALUS Bruckmühl* Salicingehalt, geringe Cd-Akkumulation, Evaluierung, Auslese; *Martin Bauer GmbH Vestenbergsgreuth* Salicingehalt, Evaluierung.

**Weidenröschen, *Epilobium parviflorum* SCHREB**

**Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *SLVA Bad Neuenahr-Ahrweiler* Flavonoide, Tannine, agronomische Eigenschaften, Evaluierung.

**Ysop, *Hyssopus officinalis* L.**

**Ungeschützte Sorten:** 'Blaublühender'. **Geschützte Sorten:** *GHG Saaten Aschersleben 2002:* 'Florarot'. **Andere ausländische Sorten:** *Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1959:* 'Kékvirágu'. **Wichtige Zuchtziele in Bearbeitung bei:** *Forchheim* Erhaltung von Herkünften.

## 8.2.2.2. Nischenkulturen ohne intensive Züchtungsaktivitäten

Tab. 8.1: Nischenkulturen der Arznei- und Gewürzpflanzen ohne intensive Züchtungsaktivitäten. "S" = geschützte Sorte.

Art	Sorten und Züchtungsaktivitäten
Alant, <i>Inula helenium</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Andorn, <i>Marrubium vulgare</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Angelika, <i>Angelica archangelica</i> L.	'Sächsische', <i>BLBP</i> 01,02,03,06,08,27; <i>H</i> 'Budakalászi'
Anis, <i>Pimpinella anisum</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung, <i>Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H</i> 1978: 'Budakalászi'
Bärlauch, <i>Allium ursinum</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Bärwurz, <i>Meum athamanthicum</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Beifuß, <i>Artemisia vulgaris</i> L.	'Knospenbeifuß'
Beinwell, <i>Symphytum officinale</i> L.	Züchtungsarbeiten bei <i>Dr. Junghanns GmbH Groß Schierstedt; Forchheim</i> Sortenerhaltung
Benediktenkraut, <i>Cnicus benedictus</i> L.	< 1960: 'Quedlinburger Mittelfrühreifes'
Bockshornklee, <i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Bohnenkraut, Berg- ; <i>Satureja montana</i> L.	'Mehrjähriges'; <i>Universität Budapest H</i> 1999: 'Boroska'
Brennnessel, Große; <i>Urtica dioica</i>	'Große'; <i>Pharmasaat Artern</i> 1999: 'Urimed' S

Art	Sorten und Züchtungsaktivitäten
L.	
Brennnessel, Kleine; <i>Urtica urens</i> L.	'Kleine'
Chinesische Heilpflanzen	<i>BLBP</i> Herkunftsvergleiche
Drachenkopf, <i>Dracocephalum moldavica</i> L.	'Aratora'; <i>Pharmasaat Artern</i> 1990: 'Arat' S
Eibisch, <i>Althaea officinalis</i> L.	1942: 'Erfurter'
Enzian, Gelber; <i>Gentiana lutea</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Estragon, <i>Artemisia dracunculus</i> L.	'Aromatischer' (auch 'Deutscher Aromatischer' oder 'Französischer'), 'Russischer'; <i>H</i> 'Zöldzamat'
Färberkrapp, <i>Rubia tinctorum</i> L	<i>Uni Giessen</i> Herkunftsvergleich
Färberwau, <i>Reseda luteola</i> L.	<i>Güterfelde</i> Luteolingehalt, Herkunftsvergleich
Feldstiefmütterchen, <i>Viola tricolor</i> L.	'Hellviolettes'
Fingerhut, Roter; <i>Digitalis purpurea</i> L.	'Berggold'; <i>Arzneimittelwerk Dresden</i> 1985: 'Radiga' S
Fingerhut, Wolliger; <i>Digitalis lanata</i> L.	<i>Agrargenossenschaft Calbe</i> 1986: 'Radilan' S; Erhaltungszüchtung von <i>D. lanata</i> bei <i>Boehringer-Ingelheim</i> (Gehalt an Lanatosiden, Ertrag); <i>H</i> 1959: 'Oxfordi', 1984: 'Dilacte M1'; <i>PL</i> 'Victoria'
Flohsamen, <i>Plantago psyllium</i> auct.	Ohne Sortenbezeichnung
Gartenpimpinelle, <i>Sanguisorba minor</i> SCOP.	'Quedlinburger Blatt'
Goldrute, Echte; <i>Solidago virgaurea</i> L	<i>HUB</i> Sammlung und Evaluierung; <i>Pharmaplant Artern</i> Evaluierung und Selektion
<i>Gymnostemma pentaphyllum</i> (Thunb.) Mak.	<i>A Giovanni Leno I</i> 2001EU: 'Ginpent' S (rein männlich, veg. vermehrt)
Herbstzeitlose, <i>Colchicum autumnale</i> L.	<i>Uni Bonn</i> Inkulturnahme
Herzgespann, <i>Leonorus cardiaca</i> L.	<i>Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H</i> 1997: 'Leonora'
Kamille, Römische; <i>Anthemis nobilis</i> L.	Ohne Sortenbezeichnung
Kerbel, <i>Anthriscus cerefolium</i> (L.) HOFFM.	'Finekrut', 'Einfacher', 1961: 'Struwelpeter'
Klee, Sauer -, <i>Oxalis acetosella</i> L.	<i>Uni Bonn</i> Herkunftsvergleich
Königskerze; <i>Verbascum</i>	1973 'Polyverb'; <i>CZ</i> 1952: 'Zlata';



Art	Sorten und Züchtungsaktivitäten
<i>densiflorum</i> Bertol.	Universität Budapest H 'Napfény' (einjährig!)
Kornblume, <i>Centaurea cyanus</i> L.	'Blaue Gefüllte'
Krauseminze, <i>Mentha spicata</i> var. <i>crispa</i> (Benth.) Danert	1940: 'Erfurter'; RO 1985: 'Mencris'; BG 'Misia'
Lavendel, <i>Lavandula angustifolia</i> MILL.	'Echter'
Liebstockel, <i>Levisticum officinale</i> KOCH	< 1950: 'Mittelgroblättriger'; PL 'Amor'; Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1959: 'Budakalászi'
Löwenzahn, <i>Taraxacum officinale</i> WEB	'Delikatess', 'Nouvelle', 'Kultivierter Vollherziger', 'Riesentreib'
Lungenkraut, <i>Pulmonaria officinalis</i> L.	Forchheim Erhaltung von Herkünften
Malve, schwarze; <i>Alcea rosea</i> L.	'Erfurter'; H 1970: 'Otello', 1980: 'Holló'; PL 'Czarna Manka'
Medizinalrhabarber, <i>Rheum palmatum</i> L. var. <i>palmatum</i>	Ohne Sortenbezeichnung; TLL Thüringen Herkunftsvergleiche
Odermennig, Großer; <i>Agrimonia eupatoria</i> L.	CZ 'Topaz'
Portulak, <i>Portulaca oleracea</i> L. subsp. <i>sativa</i> (Haw.) Schübl. et Mart.	'Gelber', 'Grüner'
Salbei, Muskateller-; <i>Salvia sclarea</i> L.	H 1997: 'Sclarcaola'; Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1959: 'Akali'; BG 1979: 'Trakysta', 1987: 'Boiana'
Schabziegerklee, <i>Trigonella caerulea</i> (L.) SER.	'Blauer'
Schnittsellerie, <i>Apium graveolens</i> L.	'Gewöhnlicher Schnitt' (Aromatischer)
Schöllkraut, <i>Chelidonium majus</i> L.	PL 'Cynober'
Schwarzkümmel, <i>Nigella sativa</i> L.	ohne Sortenbezeichnung, TLL Thüringen Herkunftsvergleiche
Seifenkraut, <i>Saponaria officinalis</i> L.	'Erfurter'
Spitzwegerich, <i>Plantago lanceolata</i> L.	ohne Sortenbezeichnung, 'Libor'
Stechapfel, <i>Datura stramonium</i> L.	1956: 'Bernburger'; BG 'Inka' ( <i>D. innoxia</i> )
Steinklee, gelber; <i>Melilotus officinalis</i> (L.) PALL.	Ohne Sortenbezeichnung

Art	Sorten und Züchtungsaktivitäten
Stockrose, <i>Alcea rosea</i> L.	1950: 'Erfurter'
Teufelskralle, <i>Harpagophytum procumbens</i> (Burch.) DC	Bioforce AG Evaluierung (tropische Pflanze)
Thebainmohn, <i>Papaver bracteatum</i> L.	Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász H 1987: 'Bohémélet'
Tollkirsche, <i>Atropa belladonna</i> L.	'Satan'
Waldmeister, <i>Galium odoratum</i> L.	'Echter'
Weinraute, <i>Ruta graveolens</i> L.	'Großblättrige Späte'
Weißdorn, <i>Crataegus</i> spp.	Pharmaplant Artern Sammlung und Evaluierung
Wermut, <i>Artemisia absinthium</i> L.	'Großblättriger'

### 8.3. Schlussfolgerungen

#### 8.3.1. Sorten

Abb. 8.2 enthält eine Bilanz der Bestandsaufnahme (11). Die im Zeitraum von 1990 bis 2002 wachsende Anzahl geschützter Sorten belegt, dass die Bedeutung der Züchtung erkannt und die züchterische Aktivität in diesem Sektor verstärkt wurde. Von den rund 80 angebaute Arten verfügen 26 Arten über insgesamt 59 Sorten mit Sortenschutz. Zur Zeit laufen 18 Anträge auf Erteilung des Sortenschutzes.

#### Anzahl

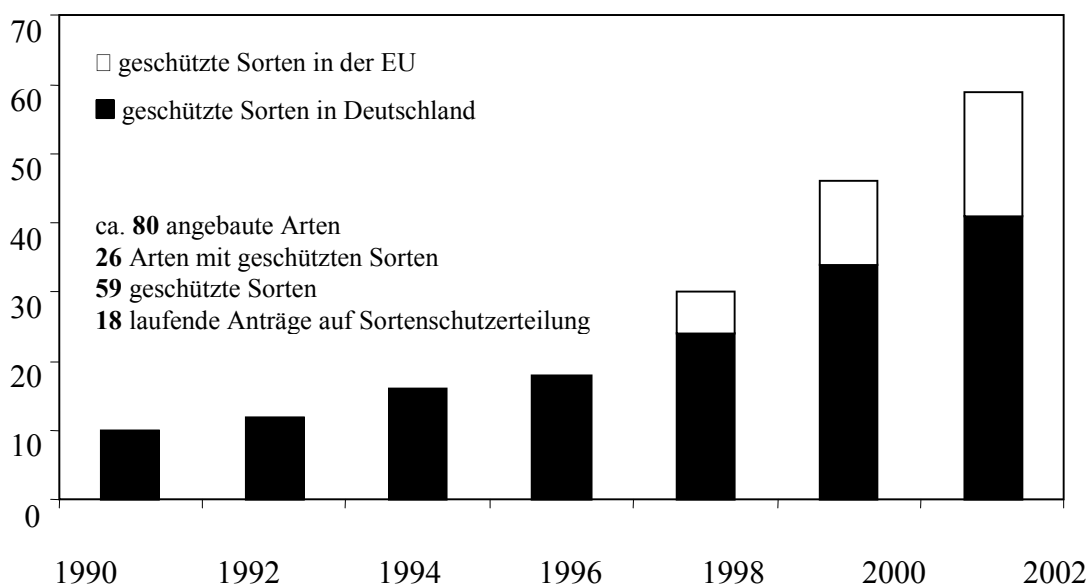


Abb. 8.2: Stand geschützter Arznei- und Gewürzpflanzensorten im März 2002

Trotz des positiven Trends stehen im Vergleich zu anderen Kulturpflanzengruppen nur wenige leistungsfähige Sorten zur Verfügung. Es muss daher festgestellt werden, dass das durch hochwertige Sorten zu erschließende Leistungspotenzial bei Arznei- und Gewürzpflanzen bisher nur unzureichend genutzt wird, so dass sich umfangreiche Aufgaben für die Züchtung ergeben.

### 8.3.2. Züchtungsmethoden

Auf Grund der hohen natürlichen Variabilität der meisten Arznei- und Gewürzpflanzen dominiert die Sammlung von Herkünften und ihre Evaluierung mit nachfolgender Selektion leistungsfähiger Genotypen als Züchtungsmethode. Bei diesem Vorgehen können mit vertretbarem Aufwand erhebliche Züchtungsfortschritte erzielt werden.

Eine große Bedeutung kommt auch der In-vitro-Verklonung von Elitepflanzen zur Erzeugung von Pflanzgut zu. Auf diese Weise kann - wie bereits vor allem im Zierpflanzenbau verbreitet praktiziert - der Züchtungsprozess verkürzt werden, da die langwierige Züchtung auf Beständigkeit entfällt. Diese Methode ist jedoch nur für Kulturen geeignet, deren Verkaufserlöse die Kosten für die vergleichsweise teuren Jungpflanzen mit abdecken.

Bewährt hat sich die Kombination von Eigenschaften durch Kreuzung und die Anwendung der Mutationszüchtung.

Die Hybridsortenzüchtung, die bei anderen Kulturpflanzengruppen verbreitet eingeführt ist, steht bei Arznei- und Gewürzpflanzen erst am Anfang. Die großen Vorteile von Hybridsorten bestehen in wesentlichen Leistungssteigerungen durch Heterosiseffekte, Verbesserung der Rohstoffhomogenität und einem natürlichen Sortenschutz.

Neben der In-vitro-Verklonung gibt es weitere Aktivitäten zur Nutzung biotechnologischer Verfahren, so z. B. die Differenzierung von Genotypen auf molekularer Basis und die Suche nach molekularen Markern.

### 8.3.3. Besonderheiten der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung

Gegenüber anderen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen weist die züchterische Bearbeitung von Arznei- und Gewürzpflanzen einige Besonderheiten auf. Als nachteilig erweisen sich der große Artenreichtum, die oft verschiedenen Zuchtziele an einer Art in Abhängigkeit vom Verwendungszweck, es liegen wenig züchterische Erfahrungen vor, die erforderlichen Inhaltsstoffuntersuchungen verursachen hohe Kosten, auf Grund des begrenzten Anbauumfanges kann der Züchter seine Aufwendungen nur in unzureichendem Maße aus dem Saatgutverkauf refinanzieren, und es stehen für diese Sonderkulturen nur geringe Forschungskapazitäten zur Verfügung. Vorteilhaft für den Züchter ist jedoch die hohe natürliche Variabilität dieser noch zumeist im Wildpflanzenstadium befindlichen Arten, so dass durch Evaluierung von Sammlungen verschiedener Herkünfte und nachfolgende Selektion leistungsfähiger Genotypen rasche Fortschritte mit vertretbarem Aufwand zu erzielen sind.

#### 8.3.4. An der Züchtung beteiligte Einrichtungen

Nachfolgend werden Institutionen aufgelistet, die durch ihre Aktivitäten zur Züchtung von Arznei- und Gewürzpflanzen beitragen. In Klammern werden die in der Bestandsaufnahme im Abschnitt 2 genutzten Abkürzungen aufgeführt.

**Genbanken und botanische Gärten** unterhalten einen Genpool, aus dem der Züchter wertvolles Ausgangsmaterial für seine Arbeit erhält. Die großen Genbanken in Deutschland befinden sich im Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK Gatersleben) und in der Genbank der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen in Braunschweig.

Die **Forschungseinrichtungen des Bundes** arbeiten schwerpunktmäßig auf den Gebieten Züchtungsmethodik, Evaluierung und Entwicklung von Basismaterial. Beteiligt sind die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen Quedlinburg (BAZ Quedlinburg) und das Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt mit der Außenstelle in Kleinmachnow (BBA Kleinmachnow)

Die **Universitäten** befassen sich mit demselben Aufgabenspektrum wie die Forschungseinrichtungen des Bundes erweitert um Sortenprüfungen meist in Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt. Aktivitäten sind zu verzeichnen bei: Fachhochschule Osnabrück (FH Osnabrück), Fachhochschule Weihenstephan (FH Weihenstephan), Humboldt-Universität Berlin (HUB), Justus-Liebig-Universität Gießen (Uni Gießen) mit dem Versuchsfeld in Groß-Gerau und bei der Rh. Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Uni Bonn).

Die **Landesforschungsanstalten** unterstützen die züchterische Arbeit durch Evaluierung von Sammlungen, Sortenprüfungen und Erhaltung von bestimmten Genotypen. An den Arbeiten beteiligen sich: Amt für Landwirtschaft und Flurerneuerung (Quedlinburg), Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (BLBP) mit Standorten in (Freising) und auf dem (Baumannshof), Landesanstalt für Gartenbau (Kassel-Oberzwehren), Landesanstalt für Gartenbau Großbeeren (Manschnow), Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg (Güterfelde), Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG Bernburg, Quedlinburg-Ditfurt), Landesanstalt für Pflanzenbau (Forchheim), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Salbitz), SLVA (Bad Neuenahr-Ahrweiler), Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TTL Thüringen) mit Standorten in (Kirchengel), (Dornburg), (Friemar) und (Großenstein).

Die Sortenzüchtung in der Endphase und die Sortenerhaltung werden **von privaten Forschungseinrichtungen und Pflanzenzucht- und Industriebetrieben** durchgeführt. An züchterischen Arbeiten nehmen teil: Asta-Medica Dresden, Bayerische Pflanzenzucht München, Borries-Eckendorf Leopoldshöhe, Deutsche Saatveredelung Lippstadt, GHG Saaten Aschersleben, J. Wagner Heidelberg, N. L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH (NLC), Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH (Pharmaplant Artern), Pharmasaat GmbH Artern (Pharmasaat Artern), Norddeutsche Pflanzenzucht Holtsee, Rieger Blaufelden, Rijk Zwaan Welper, Saatzucht Quedlinburg, Asta-Medica Dresden, Bioforce AG, Boehringer-Ingelheim, Forschungsgemeinschaft der Arzneimittelhersteller e.V. Bonn (FAH Bonn), GlaxoSmithKline Herrenberg, Lichtwer Berlin, Martin Bauer Vestenbergsgreuth, Medifarm Mauchenheim, Robugen Esslingen und Salus-Haus Brückmühl (SALUS Bruckmühl).

Die Sortenprüfung und die Erteilung des Sortenschutzes liegen im Verantwortungsbereich des **Bundessortenamtes** mit Sitz in Hannover (BSA) und den an Arznei- und Gewürzpflanzenprüfprogrammen beteiligten Standorten in (Bamberg), (Dachwig) und (Hannover).

Im benachbarten **Ausland** beteiligen sich vor allem die folgenden Einrichtungen an verschiedenen Arbeiten zur Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung: Bulgarien: Zentrum für Sortenprüfung Sofia; Niederlande: Bejo Warmenhuizen, Nunhems Haelen und Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (Lelystad); Österreich: Bergkräutergenossenschaft Sarleinsbach, Institute für Botanik und Pharmakognosie der Universität Wien, Saatbau Linz, Schoenenberger Magstadt, Veterinärmedizinische Universität Wien und Zeno Projekte Wien; Polen: Institut für Arzneipflanzenforschung Poznan (IRIPZ); Rumänien: Forschungsstation Fundulea; Schweiz: M. Zöller Söhne Romanshorn, Nestlé Lausanne, Station federale de recherches agronomiques de Changins - Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères (RAC) und VitaPlant Witterswill; Slowakei: P.J.-Safarik-Universität Kosice, Vilora Stará Lubovna, Semex Bratislava; Tschechische Republik: Forschungsinstitut für Pflanzenbau Prag-Ruzyne, Mährisches Züchtungsinstitut Kromeriz, Züchtungsinst. f. Futterbau Troubsko; Ungarn: Arzneipflanzenforschungsinstitut Budakalász, St. István Universität Budapest.

### 8.3.5. Bedarf im Bereich von Züchtungsforschung und Züchtung

Die Auswahl von Objekten und Zuchtzielen der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung werden von den folgenden Faktoren beeinflusst:

- Volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Bedarf,
- Erfolgsaussichten unter Berücksichtigung eines vertretbaren Aufwandes,
- Refinanzierbarkeit der Züchtungsaufwendungen,
- Schutzfähigkeit der Neuzüchtung und
- Förderfähigkeit im Bereich des Prebreeding.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsaufnahme ergibt sich der nachfolgende Bedarf in den Bereichen Züchtungsforschung und Züchtung.

#### 8.3.5.1. Schwerpunkte der Züchtungsforschung

##### **Pharmakologie**

Vor der Aufnahme von Programmen zur Züchtung auf Inhaltsstoffe muss bekannt sein, welche Inhaltsstoffe in welcher Konzentration in der Rohdroge enthalten sein sollen.

##### **Genetik**

Untersuchungen zur Vererbung wesentlicher Merkmale können wesentlich zur planmäßigeren und damit effektiveren Züchtung beitragen. Sie erfordern jedoch in der Regel einen erheblichen Aufwand, da zunächst homogene Kreuzungspartner entwickelt werden müssen und die Spaltungsverhältnisse erst in den Folgejahren in vorangeschrittenen Generationen der Kreuzungsnachkommen an großen Pflanzenzahlen ermittelt werden können.

##### **Zuchtmethodik**

Es werden Methoden der Züchtung benötigt, mit deren Hilfe der Züchtungsprozess unter Berücksichtigung der speziellen Biologie einer Art effektiver gestaltet werden kann.

### **Fortpflanzungsbiologie**

Die kulturartenspezifischen Besonderheiten der Blütenbiologie sind zu erforschen, um sie für die Züchtung nutzbar zu machen.

### **Pathogendiagnostik**

Resistenzzüchtung setzt die Aufklärung von wirtschaftlich relevanten Schadursachen voraus.

### **Entwicklung von Ausgangsmaterial für die Züchtung**

Basismaterial als Träger angestrebter Eigenschaften muss für die Übertragung seiner Eigenschaften auf andere Formen entwickelt werden.

### **Rationalisierung der Merkmalsbewertung großer Pflanzenzahlen**

Da der Züchtungserfolg in starkem Maße von der Anzahl der bewerteten Einzelpflanzen abhängt, müssen Methoden entwickelt werden, die einen schnellen Test umfangreicher Probenzahlen mit begrenztem Aufwand ermöglichen. Die zu entwickelnden Schnellmethoden beziehen sich auf

- Rationelle Bioassays zur Bestimmung der biologischen Wirkung,
- Instrumentelle Unterstützung der sensorischen Bewertung,
- Schnellmethoden für die Inhaltsstoffanalyse,
- Resistenztests und
- Nutzbarmachung morphologischer, physiologischer, chemischer und molekularer Marker.

### **Hybridsortenzüchtung**

Im Vorfeld der Züchtung von Hybridsorten ist die Entwicklung von geeigneten Elternkomponenten erforderlich, die von den Züchtern in Kombinationseignungsprüfungen getestet und ausgewählt werden können.

### **Biotechnologie**

Für Schwerpunktkulturen sind weitere Methoden der In-vitro-Verklonung zu entwickeln. Die molekulare Differenzierung von Genotypen kann zur effektiveren Gestaltung der Züchtung und zur Verbesserung des Sortenschutzes beitragen. Für besonders wertvolle Inhaltsstoffe sollten im Vorfeld des Gentransfers die Biosynthese aufgeklärt und die verantwortlichen Gene identifiziert und isoliert werden.

#### 8.3.5.2. Schwerpunkte der Züchtung

Nachfolgend wird auf Kulturen und ihre Zuchtziele hingewiesen, denen auf Grund ihres wirtschaftlichen Gewichtes oder des Mangels an leistungsfähigen Sorten gegenwärtig besondere Bedeutung zukommt.

### **Hauptkulturen: Arzneipflanzen**

**Artischocke:** Hoher Caffeoylchinasäuren (CCS)-Gehalt, hohe Blattmasse, Regenerationsfähigkeit

**Arzneifenchel:** Kombination von minimiertem Estragolgehalt, Resistenz gegen *Mycosphaerella anethi* und Kleinfrüchtigkeit bei früher Reife

**Baldrian:** Steigerung des Gehaltes an ätherischem Öl, hoher Gehalt an Valerensäure, Resistenz gegen Mehltau und *Phoma exigua*

**Johanniskraut:** Welkeresistenz, Planmäßige Nutzung der Apomixie zur schnellen Fixierung erwünschter Merkmalskombinationen (10), Schnellmethoden zur Bestimmung wesentlicher Inhaltsstoffe. Pharmakologie: Angestrebter Gehalt erwünschter Inhaltsstoffe, Nebenwirkungen.

**Kümmel:** Ertragssteigerung einjähriger Sorten, Resistenz gegen Doldenerkrankungen, frühe Reife

**Ölkürbus:** Virusresistenz

**Thymian:** Hoher Inhaltsstoffgehalt, Winterhärte und Homogenität

**Zitronenmelisse:** Hoher Gehalt an ätherischem Öl, Winterhärte

### **Hauptkulturen: Gewürzpflanzen**

**Basilikum:** Methyleugenol-freie Sorten

**Dill:** Resistenz gegen Virose

**Majoran:** Abschluss der begonnenen Hybridsortenzüchtung mit Hilfe vorhandener genetischer Komponenten

**Petersilie:** Krankheitsresistenz (u.a. *Septoria*)

### **Nischenkulturen: Arzneipflanzen**

Zu dieser Gruppe gehören z. B. Beinwell, Bergfrauenmantel, Borretsch, Eisenkraut, Goldrute, Immortelle, Kapuzinerkresse, Nachtkerze, Schafgarbe, Schlüsselblume, Tausendgüldenkraut, Weidenröschen und Weißdorn.

## **8.4. Zusammenfassung**

Leistungsfähige Sorten sind eine Grundvoraussetzung für die wirtschaftliche Erzeugung von Arznei- und Gewürzpflanzendrogen in hoher Qualität. Die Züchtung beeinflusst die Fähigkeit der Populationen zur Ausbildung der gewünschten Eigenschaften wie Ertrag, Qualität, Schaderregerresistenz, technologische Eignung für Landwirtschaft und Industrie und Eignung für die verbesserte Sicherung des Sortenschutzes. Von ca. 80 in Deutschland angebauten Arznei- und Gewürzpflanzenarten verfügen lediglich 26 Arten über insgesamt 59 geschützte Sorten. Damit ist der Sortenbestand der Arznei- und Gewürzpflanzen im Vergleich mit anderen Kulturpflanzengruppen gering, und das Leistungspotenzial hochwertiger Sorten muss bei dieser Gruppe der Sonderkulturen durch Züchtung erst noch erschlossen werden. Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung bedarf im Bereich des Prebreeding in besonderem Maße der Forschungsförderung, da der Rückfluss der Züchteraufwendungen wegen des begrenzten Saatgutabsatzes unzureichend ist. Schwerpunkte der Züchtungsforschung ergeben sich in den Bereichen Pharmakologie, Genetik, Zuchtmethodik, Fortpflanzungsbiologie, Pathogendiagnostik, Entwicklung von Ausgangsmaterial für die Züchtung, Rationalisierung der Merkmalsbewertung an großen Pflanzenzahlen, Hybridsortenzüchtung und Biotechnologie. Ein besonderer Bedarf der Züchtung neuer Sorten besteht gegenwärtig bei Artischocke, Arzneifenichel, Baldrian, Basilikum, Dill, Johanniskraut, Kümmel, Majoran, Petersilie, Thymian, Zitronenmelisse und zahlreichen Nischenkulturen. Bei der Auswahl der Arten und ihrer Zuchtziele sind die Anforderungen von Markt und Gesellschaft zu beachten.

## 8.5. Danksagung

Gedankt sei allen Institutionen, die durch die Lieferung von Informationen an der Analyse des aktuellen Standes mitgearbeitet haben: BLBP Freising, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen Quedlinburg, Bionorica Neumarkt, Boehringer Ingelheim, Bundessortenamt Hannover, FAH Bonn, GHG Aschersleben, GlaxoSmithKline Herrenberg, Klosterfrau Köln, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Bernburg, Landesanstalt für Pflanzenbau Forchhheim, SLVA Bad Neuenahr, N.L. Chrestensen Erfurt, Pharmaplant Artern, Salus Haus Bruckmühl, Universität Giessen, Vet. Med. Universität Wien und VitaPlant Witterswill.

## 8.6. Literatur

Beschreibende Saat- und Pflanzgutliste. Pfefferminze, Engelwurz, Zitronenmelisse, Baldrian. Gemeinschaft der Züchter und Vermehrer von Heil- und Gewürzpflanzen in Bayern. 2002

Beschreibende Sortenliste Heil- und Gewürzpflanzen 1996. Herausgegeben vom Bundessortenamt. Landbuch Verlagsgesellschaft mbH Hannover. 1996

Bundessortenamt Hannover. Wertprüfung mit Heil- und Gewürzpflanzen, 2001 und 2002. Schriftliche Mitteilung 2002

Fachtagung für Heil- und Gewürzpflanzen 12.-15.11. 2001 in Bad Neuenahr-Ahrweiler. Kurzfassung der Beiträge

Hauptkatalog 2002. N.L.Chrestensen Erfurter Samen- und Pflanzenzucht GmbH

Heeger E F, Brückner K: Heil- und Gewürzpflanzen. Arten- und Sortenkunde, Berlin 1952

Köck O: Medicinal plant varieties of Hungary. National Institute for Agricultural Quality Control 2001

Kopp B W, Wawrosch Ch, Lebeda R, Wiedenfeld H: PA-freie Huflattichblätter, Teil I: In-vitro-Kultivierung und Selektionszüchtung. Deutsche Apotheker Zeitung 1997; (45): 44-47

Kroth E, Liersch R: Chancen und Potential des deutschen Arzneipflanzenanbaus – 1. Mitteilung. Erhebung und Bewertung des Status Quo – 1999 - des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Deutschland auf Seiten des Anbaus. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 2001; 6: 195-201

Matzk F, Meister A, Schubert I: An efficient screen for reproductive pathways using mature seeds of monocots and dicots. Plant Journal 2000; 21: 97-108

Pank F, Heine H: Ziele und Methoden der Arznei- und Gewürzpflanzenzüchtung und verfügbare Sorten in Deutschland. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 1998; 3: 125-38

Pank F, Heine H: Aktueller Stand der Sortenschutzerteilung bei Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland und in der EU. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 2002; 7: (im Druck)



Pank F, Schmidt W, Schrader O, Marx G: Characters of Peppermint Cultivars (*Mentha x piperita* L.) with Different Chromosome Numbers. Journal of Essential Oil Research 1999;11: 246-250

Pank F, Vender C, van Niekerk L, Junghanns W, Langbehn J, Blüthner W D, Novak J, Franz Ch: Combining Ability of *Origanum majorana* L. Strains: Agronomical Traits and Essential Oil Content. Results of the Field Experiment Series in 1999. Second International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants. July 11<sup>th</sup> - 16<sup>th</sup> 2000, Chania, Crete, Greece. Book of Abstracts: A2

Pank F: Present Trends in Medicinal Plant Breeding in Germany. Natural Products Research in the New Millennium: International Congress and 48<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant Research (GA), September 3 - 7, 2000 Zürich. Abstracts of Plenary lectures, Workshops, Short Lectures and Posters, 2000

Pank F: Zur Situation der Arzneipflanzenzüchtung - Ziele, Methoden, Institutionen und Objekte. Gülzower Fachgespräche „Evaluierung des FuE-Bedarfs von Arznei- und Gewürzpflanzen“, Bonn 9. und 10. Oktober 1997. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 1998: 59 – 76

Preisliste 2002/2003. Rieger-Hofmann GmbH. Samen und Pflanzen gebietsheimischer Wildblumen und Wildgräser aus gesicherten Herkünften.

Reichardt I: Protokoll der 23. Beratung des Deutschen Fachausschusses für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen am 12. 11. 2001 in Bad Neuenahr-Ahrweiler (unveröffentlicht)

Rey C: Une variété de thym vulgaire: 'Varico'. Revue suisse Vitic Arboric Hortic. 1994; 26:249

Saat- und Pflanzgut-Angebot. Pharmasaat Artern 2002

Saatgutverkehrsgesetz vom 20. August 1985 (BGBl I S. 1633)

Schmidt L: Informationen zu Sorten und Herkünften aus dem ehemaligen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau der neuen Bundesländer (Teil 1). Drogenreport 1992; 5: 25-26

Schmidt L: Informationen zu Sorten und Herkünften aus dem ehemaligen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau der neuen Bundesländer (Teil 2). Drogenreport 1993; 6: 39-40

Schulz H, Steuer B, Krüger H, Schütze W: Möglichkeiten und Grenzen NIR-spektroskopischer Qualitätsbestimmung pflanzlicher Drogen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 2001; 6: 138-142

Sortenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Dezember 1997 (BGBl. I S. 3164)

Stahn T, Bomme U: Beurteilung eines großen Sortimentes von *Mentha x piperita*-Herkünften. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 1997; 2: 164-172

## 9. Überblick über Forschung und Entwicklung zum Arzneipflanzenanbau in Deutschland

Prof. Dr. Ulrich Bomme; Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau; Freising

### 9.1. Zusammenfassung

Der kontrollierte und dokumentierte Arzneipflanzenanbau stellt sehr große Anforderungen an den Landwirt. Gegenwärtig sind 19 Institutionen in Deutschland mit öffentlicher Forschung, darunter sechs Hochschulen, überwiegend aber Einrichtungen der Bundesländer, darum bemüht durch Forschung dem Feldanbau dieser Pflanzen Hilfestellung zu geben. Trotz der beschränkten Zahl an Forschungsinstitutionen wurde schon viel geleistet, allerdings verteilt sich dieser Aufwand auf 52 Pflanzenarten.

Verbesserungsbedürftig sind die Nutzung vorhandener Publikationen, die Absprache und Zusammenarbeit, die Durchführung von mehrjährigen Exaktversuchen an verschiedenen Standorten und die Veröffentlichung der Ergebnisse. Beklagenswert ist auch der Mangel an festen Stellen in den Forschungsinstitutionen und das Fehlen von Beratungskräften.

Besonderer Forschungsbedarf ergibt sich für das Unkrautmanagement, den Pflanzenschutz, den Nährstoffbedarf, die Beeinflussung von ätherischem Ölgehalt und –zusammensetzung, die Entwicklung von Anbauverfahren für „neue“ Arten und die Erarbeitung betriebswirtschaftlicher Daten für weitere Fruchtarten.

### 9.2. Einleitung

Arzneipflanzen weisen ein großes Potenzial auf. Der kontrollierte und dokumentierte Feldanbau dieser Pflanzen zur Produktion qualitativ hochwertiger Rohware für die Pharmaindustrie wird gegenwärtig in Deutschland auf mehreren Tausend Hektar praktiziert. Wegen der Vielzahl von Arten mit den unterschiedlichsten Ansprüchen, der nur begrenzt vorhandenen Fachliteratur und den hohen Qualitätsansprüchen stellt der Anbau sehr große Anforderungen an den Praktiker. Dabei gibt es vielfältige Probleme zu bewältigen.

Glücklicherweise gibt es öffentliche Forschungsinstitutionen und öffentliche Fördermittel für Forschungsprojekte in diesem Bereich. Da Geld aber nur in sehr begrenztem Umfang zur Verfügung steht, muss die Förderung zielgerichtet und koordiniert erfolgen. Es ist daher sinnvoll, ja sogar zwingend notwendig, vor der Vergabe von Fördermitteln eine Bestandsaufnahme des gegenwärtigen Standes von Forschung und Entwicklung zu machen und daraus Empfehlungen für Schwerpunkte der künftigen Forschungsanstrengungen unter Berücksichtigung der aktuellen Probleme im Praxisanbau abzuleiten.

Für den Bereich des Anbaues (**ohne** die Züchtung) wird das im nachfolgenden Beitrag versucht.

Das vorgestellte Datenmaterial beruht auf einer Umfrage bei allen einschlägigen Institutionen in Deutschland zu Beginn des Jahres 2002 sowie ähnlichen Umfragen 1998 (1) beziehungsweise 2001. Daher liegt genügend Material für eine repräsentative Darstellung des „Status Quo“ vor, allerdings ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

### 9.3. Institutionen mit öffentlicher Forschung in Deutschland

In *Tabelle 9.1* sind die Institutionen mit vollständiger Adresse, in den meisten Fällen auch mit Angabe der E-Mail, für eine schnelle Kontaktaufnahme aufgeführt. Dabei handelt es sich nur um die Einrichtungen, die zumindest teilweise öffentliche Forschung betreiben, deren Ergebnisse im Gegensatz zu privater Auftragsforschung tatsächlich allen Interessenten zur Verfügung stehen.

Gegenwärtig sind es insgesamt 19 Institutionen, darunter sechs Hochschulinstitute, überwiegend aber Forschungsanstalten der Länder und einige wenige Privatfirmen. Die genannten Einrichtungen betätigen sich in sehr unterschiedlicher Intensität und teilweise erst seit wenigen Jahren mit der Forschung in diesem Bereich. Nur die Bayerische Landesanstalt (LBP) in Freising-Weihenstephan beschäftigt sich bereits seit 1976 bis zum heutigen Tag intensiv und kontinuierlich mit der anwendungsorientierten Anbauforschung bei Heil- und Gewürzpflanzen.

### 9.4. Forschungsprojekte in Deutschland

Ebenfalls ohne Anspruch auf Vollständigkeit werden in *Tabelle 9.2* die Forschungsthemen im Bereich „Arzneipflanzenanbau“ aufgelistet. Für einen besseren Gesamteindruck ist darin nicht nur das aktuelle Forschungsprogramm des laufenden Jahres wiedergegeben, sondern es werden auch die wichtigsten Themen der letzten Jahre dargestellt. Die Liste zeigt, dass nicht nur von der Anzahl der Forschungsinstitutionen, sondern auch von den Projekten her der Hauptanteil auf die staatlichen Landesanstalten entfällt.

Insgesamt braucht sich der bisher geleistete Forschungsaufwand nicht zu verstecken. Wenn man aber die große Zahl von 52 (!) nur der speziell aufgeführten verschiedenen Pflanzenarten betrachtet, mit denen Versuche durchgeführt wurden oder werden, so relativiert sich allerdings das bisherige Forschungspotenzial erheblich!

Rückblickend lässt sich feststellen, dass viele Forschungsergebnisse in der Praxis bereits umgesetzt oder aufgrund der umfangreichen Kenntnisse und der Erfahrung der Praktiker beziehungsweise einzelner engagierter Berater sogar verbessert wurden. Das beweist das Vorhandensein vieler gut funktionierender Betriebe in Deutschland.

### 9.5. Schwachstellen im Forschungsbereich

Trotz der umfangreichen Forschungsarbeit, die bisher schon für die schwierige und anspruchsvolle Gruppe der Arzneipflanzen an den relativ wenigen Stellen mit wenig Personal, wenigen Mitteln, aber meist sehr hohem persönlichen Engagement geleistet wurde, dürfen die vorhandenen Schwachstellen nicht verschwiegen werden.

So ist immer wieder festzustellen, dass vor Beginn der Versuche **zu wenig Literaturstudien** betrieben wurden, und daher nochmals Fragestellungen nachgegangen wird, die an anderer Stelle bereits überprüft wurden. Würde dies gezielt und ergänzend unter Nutzung der früheren Erkenntnisse geschehen, ist nichts dagegen einzuwenden. Parallel oder aus Unkenntnis das Gleiche nochmals zu machen ist bei dieser Pflanzengruppe mit ihren vielen ungelösten

Problemen auf der einen und wenigen Forschungseinrichtungen auf der anderen Seite aber Geldverschwendung! Hierbei genügt es auch nicht, die üblichen wissenschaftlichen Datenbanken zu konsultieren, da über den Arzneipflanzenanbau darin nur wenig und meist nur aus jüngerer Zeit zu finden ist.

Eng mit dieser Problematik verbunden sind **zu wenige Absprachen mit anderen Versuchsanstellern** beziehungsweise **zu wenige Informationen über eigene Versuchsvorhaben**.

**Screening-Versuche** mit nur einer einzigen Wiederholung sind notwendig als **Vorversuche**, um die Zielstellung späterer Exaktversuche ohne allzu großen Aufwand ermitteln zu können. Sie sind aber weitestgehend wertlos, wenn daraus repräsentative Praxisempfehlungen abgeleitet werden. Aufgrund der sehr begrenzten Kapazitäten muss ohnehin schon oft nur ausgehend von einer einzigen Versuchsstelle eine Beratungsunterlage erarbeitet werden, die für die Praxis insgesamt relevant sein soll. Deshalb müssen die Ergebnisse zumindest über Exaktversuche mit mehrfacher Wiederholung über einige Jahre, und damit auch unterschiedliche Witterungsperioden, ermittelt werden. Gleichzeitig sind mehrere Versuchsstandorte anzustreben. Gerade Letzteres wird häufig wegen der begrenzten Kapazitäten ein Wunschtraum bleiben, alles Andere aber ist ein unbedingtes „muss“ für eine solide Forschungsarbeit!

In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die geringe Ausstattung der Forschungsinstitutionen mit festen Stellen zu beklagen! Gerade im Feldanbau der schwierigen Arzneipflanzen mit ihrem chronischen Mangel an Fachliteratur und ihren vielen spezifischen Problemen ist grundlegende, angewandte Forschung angesagt! Dazu ist aber **Kontinuität notwendig** und nicht nur kurzfristige Zuwendung zu einzelnen Fragestellungen, deren Klärung häufig nur zu isolierten Mosaiksteinen ohne Gesamtschau führt. Oft können auch spezifische Projekte nicht zufriedenstellend bearbeitet werden, wie etwa die Entwicklung eines Anbauverfahrens oder die Ermittlung von Nährstoffentzügen, wenn nur kurze Laufzeiten für Forschungsprojekte gewährt werden. Hier sind die **Verantwortlichen** in Politik, Ministerien und Behörden sowie der Berufsstand und die Abnehmerseite aufgerufen, Abhilfe zu schaffen beziehungsweise diese einzufordern!

Leider ist sehr häufig festzustellen, dass zwar Versuche und Forschungsprojekte durchgeführt, deren **Ergebnisse aber entweder gar nicht oder nur in speziellen Jahres- beziehungsweise Forschungsberichten veröffentlicht werden**. Von diesen Versuchen hat die gesamte Zielgruppe der Arzneipflanzenanbauer und der abnehmenden Hand wenig bis gar nichts. Eine solche Handlungsweise darf unter keinen Umständen zum Normalfall einer öffentlichen, praxisorientierten Forschung werden! Dadurch wird nur eine kostenaufwändige Doppelarbeit gefördert. Alle Versuchsansteller sind daher dringend aufgefordert, ihre Ergebnisse **allgemein** und auch **für den Praktiker verständlich** zu veröffentlichen! Ein wichtiges Kommunikationsorgan bietet die „Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen“, die von der Zielgruppe allgemein gelesen wird.

Es gibt aber nicht nur Schwachstellen bei der Forschung, sondern es muss festgestellt werden, dass so manches Mal auch gut und praxisnah aufbereitetes Beratungsmaterial **nicht oder nur flüchtig gelesen wird**. Durch das „Opfern“ einer gewissen Zeitspanne für das richtige Durchlesen relevanter Veröffentlichungen könnten viel Geld und Zeit im Praxisanbau gespart werden! Mit Schuld an dieser Problematik hat allerdings auch der mangelnde Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis durch **fehlende Beratungskräfte**, wie sie sonst bei den etablierten landwirtschaftlichen und auch gärtnerischen Fruchtarten selbstverständlich sind.

Hier bleibt wiederum nur der bereits vorher geäußerte Aufruf an die Verantwortlichen, Abhilfe zu schaffen!

### **9.6. Zukünftiger Forschungsbedarf**

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Bestandsaufnahme und der immer wieder in der Praxis geäußerten Probleme ergibt sich für den Bereich „Anbau“ folgender Forschungsbedarf:

- Unkrautmanagement unter Einbeziehung von Mulchmaterialien und mechanischer Unkrautunterdrückung zwischen und in den Reihen.
- Lückenindikationsversuche für chemische Pflanzenschutzmittel zur Erlangung von Genehmigungen unter Einbeziehung der Saatgutbeizung und der Entwicklung einer Datenbank.
- Methoden der nicht chemischen Saatgutbeizung (z.B. Elektronenbeizung, Heißwasser).
- Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln.
- Bestimmung von pflanzenspezifischem Nährstoffentzug und -bedarf unter Einbeziehung von ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Verbindung mit Erhebungsuntersuchungen.
- Untersuchungen zur Beeinflussung von Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls an Frischware ausgewählter Arzneipflanzen mit Hilfe der an der LBP entwickelten optimierten Wasserdampf-Destillationstechnik.
- Entwicklung von Anbauverfahren für „neue“ Arten.
- Betriebswirtschaftliche Erhebungsuntersuchungen und Erarbeitung der Deckungsbeiträge für weitere Arten.

Es wäre wünschenswert, wenn in nächster Zeit verstärkt Themen zu diesen Schwerpunkten, die genauso die Gruppe der Gewürzpflanzen betreffen, aufgegriffen werden. Entsprechend den im vorigen Abschnitt dargestellten „Schwachstellen“ sollte dies in abgestimmter und transparenter Form erfolgen. Allein die rechtzeitige Bekanntgabe geplanter Versuchsvorhaben in der „Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen“, im „Deutschen Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen“ oder in der „Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller e.V.“ kann hier zu fruchtbarer Zusammenarbeit und Vermeidung von Doppelarbeit führen!

### **9.7. Danksagung**

Allen Damen und Herren der aufgeführten Forschungsinstitutionen sei für die Übermittlung der Versuchsprogramme und zusätzlicher Informationen herzlich gedankt!

## **9.8. Literatur**

Bomme U: Situation und Zukunftsperspektiven des Feldanbaues von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Z Arzn Gewpfl 1998; 3: 155-161

## 9.9. Anhang

Tab.9.1.: Institutionen mit öffentlicher Forschung im Bereich „Arzneipflanzenanbau“ in Deutschland

### Hochschulen

Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin-Dahlem, E-Mail: [regina.schenk@agrار.hu-berlin.de](mailto:regina.schenk@agrار.hu-berlin.de)

Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Nordrhein-Westfalen), ab 2002 am Institut für Obstbau und Gemüsebau – Gleichzeitig Gründung eines länderübergreifenden Zentrums für Gartenbauwissenschaften zusammen mit der SLVA-Ahrweiler, Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn, E-Mail: [r.pude@uni-bonn.de](mailto:r.pude@uni-bonn.de)

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität in Gießen (Hessen), Ludwigstr. 23, 35390 Gießen, E-Mail: [Bernd.Honermeier@agrار.uni-giessen.de](mailto:Bernd.Honermeier@agrار.uni-giessen.de)

Fachgebiet Agrartechnik in den Tropen und Subtropen (Nachertetechnologie/Energietechnik) der Universität Hohenheim (Baden-Württemberg), Postfach 700562, 70574 Stuttgart

Institut für Pflanzenbau und Grünland der Universität Hohenheim (Baden- Württemberg), Fruwirthstr. 23, 70599 Stuttgart

Institut für Botanik und Pflanzenschutz der FH Weihenstephan in Freising (Bayern), 85350 Freising, E-Mail: [wolfgang.gerlach@fh-weihenstephan.de](mailto:wolfgang.gerlach@fh-weihenstephan.de)

### Bundesinstitutionen

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig (Niedersachsen), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: [christine.sator@fal.de](mailto:christine.sator@fal.de)

Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Kleinmachnow (Brandenburg), Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: [u.gaerber@bba.de](mailto:u.gaerber@bba.de)

### Länderinstitutionen

Landesanstalt für Pflanzenbau (LAP) Forchheim in Rheinstetten (Baden-Württemberg), Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten, E-Mail: [Peter.Range@lap.bwl.de](mailto:Peter.Range@lap.bwl.de)

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP) in Freising-Weihenstephan, Postfach 1641, 85316 Freising,

E-Mail: [ulrich.bomme@lbp.bayern.de](mailto:ulrich.bomme@lbp.bayern.de)

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Referat Acker- und Pflanzenbau in Güterfelde (Brandenburg) – **früher:** Landesanstalt für Landwirtschaft, Berliner Straße, 14532 Güterfelde, E-Mail: [LfL.BB.Ackerbau@t-online.de](mailto:LfL.BB.Ackerbau@t-online.de)

Institut für Pflanzenkultur in Schnega (Niedersachsen), Solkau 2, 29465 Schnega,

E-Mail: [Grotkass@t-online.de](mailto:Grotkass@t-online.de)

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (SLVA) in Ahrweiler (Rheinland-Pfalz), Walporzheimerstr. 48, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, E-Mail: [mdehe.slva-aw@agrarinfor.rlp.de](mailto:mdehe.slva-aw@agrarinfor.rlp.de)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft in Leipzig, Postfach 221161, 04131 Leipzig, E-Mail: [christian.roehricht@leipzig.lfl.sml.sachsen.de](mailto:christian.roehricht@leipzig.lfl.sml.sachsen.de)

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau, Bernburg – **früher:** Lehr- und Versuchsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt für Acker- und Pflanzenbau, Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg-Strenzfeld, E-Mail: [Reichardt@lvabbg.ml.lsa-net.de](mailto:Reichardt@lvabbg.ml.lsa-net.de)

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Dezernat Integrierter Pflanzenschutz, Magdeburg – **früher:** Landespflanzenschutzamt Sachsen-Anhalt, Lerchenwuhne 125, 39128 Magdeburg, E-Mail: [Krusche@lpsa.ml.lsa-net.de](mailto:Krusche@lpsa.ml.lsa-net.de)

Dr. Junghanns GmbH in Groß Schierstedt (Sachsen-Anhalt), Untere Dorfstr. 8, 06149 Groß Schierstedt, E-Mail: [dr.junghanns.gmbH@t-online.de](mailto:dr.junghanns.gmbH@t-online.de)

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Dornburg, Apoldaerstr. 4, 07778 Dornburg, E-Mail: [a.vetter@dornburg.tll.de](mailto:a.vetter@dornburg.tll.de)

Pharmaplant GmbH in Artern (Thüringen), Am Westbahnhof 4, 06556 Artern, E-Mail: [plescher@pharmaplant.de](mailto:plescher@pharmaplant.de)



Tab. 9.2: Öffentliche Forschungsprojekte zum „Arzneipflanzenbau“ in Deutschland

Institution	Projekte
<b>Hochschulen</b>	
Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität Berlin	Anbauversuche mit Echinacea pallida, Goldrute (Solidago virgaurea), Pestwurz. Untersuchungen zur Johanniskrautwelke (mit BBA).
Institut für Pflanzenbau (Obstbau und Gemüsebau) der Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn	Inkulturnahme von Arctostaphylos uva-ursi, Colchicum autumnale, Convallaria majalis, Lamium album, Mercurialis perenne; Centaurium erythraea (mit SLVA).
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität, Gießen	Untersuchungen zur Schwermetallaufnahme verschiedener Arzneipflanzen. Anbauversuche mit Artischocke und Nachtkerze. Verbesserung der Eigenschaften von Borretsch zur Samennutzung. Wirkstoffgehalt und Rotwelkeanfälligkeit von Johanniskraut. Lückenindikationsversuche bei Arzneipflanzen (mit Landesanstalt ST Magdeburg).
Fg. Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim	Trocknung von Arzneipflanzen wie Kamille, Pfefferminze, Salbei, Zitronenmelisse. Optimierung eines solaren Gewächshaustrockners. Unkrautregulierung im biologisch-organischen Arzneipflanzenanbau.
Institut für Pflanzenbau und Grünland der Universität Hohenheim	Screening-Versuche zur Standorteignung verschiedener ökologisch angebauter Arzneipflanzen auf dem Flachshof in Jestetten (Stoll VITA Stiftung). Organische Düngung bei Buchweizen, Hanf, Mariendistel, Schwarzkümmel.
Institut für Botanik und Pflanzenschutz der FH Weihenstephan, Freising	Untersuchungen zur Johanniskrautwelke. In-vitro-Vermehrung von Arzneifenchel.
<b>Bundesinstitutionen</b>	
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig	Anbauversuche mit Kapuzinerkresse.

Institut für Pflanzenschutz im  
Gartenbau der Biologischen  
Bundesanstalt für Land- und  
Forstwirtschaft (BBA)  
Kleinmachnow

Untersuchungen zur Johanniskrautwelke (mit Humboldt-  
Universität).

### Länderinstitutionen

Landesanstalt für Pflanzenbau,  
Forchheim

Screening-Versuche zum Anbau von Baldrian, Beinwell,  
Johanniskraut, Lungenkraut, Schafgarbe.  
Schwimmende Anzucht bei Artischocke, Baldrian,  
Beinwell, Große Brennnessel, Nachtkerze.

Bayerische Landesanstalt für  
Bodenkultur und Pflanzenbau  
(LBP), Freising-  
Weihenstephan

Erarbeitung der pflanzenbaulichen Grundlagen für ein  
modernes, umweltverträgliches Anbauverfahren von  
Arzneipflanzen (ca. 35 Arten).  
Veröffentlichung von ausführlichen Kulturanleitungen, z.B.:  
Arnika, Arzneifenchel, Baldrian, Brennnessel, Engelwurz,  
Johanniskraut, Pfefferminze, Salbei, Thymian,  
Zitronenmelisse.  
Einsatz von Mulchmaterialien zur Unkrautunterdrückung.  
Aktuelle Feldversuche mit Eisenkraut und chinesischen  
Heilpflanzen (*Angelica dahurica*, *Angelica sinensis*,  
*Artemisia scoparia*, *Astragalus membranaceus*, *Bupleurum*  
*falcatum*, *Leonurus heterophyllus*, *Prunella vulgaris*,  
*Rheum palmatum*, *Salvia miltiorrhiza*, *Saposhnikovia*  
*divaricata*, *Scutellaria baicalensis*, *Siegesbeckia pubescens*).  
Saatgutgewinnung bei chinesischen Heilpflanzen.  
Vergleichende Qualitätsuntersuchungen chinesischer  
Arzneidroge.  
Entwicklung eines Vertragsanbaues für chinesische  
Heilpflanzen.  
Keimungsphysiologische Untersuchungen.  
Langjährige Untersuchungen zum Nährstoffentzug bei  
Arzneipflanzen – Ergebnisse für 36 Arten (Heil- und  
Gewürzpflanzen) verfügbar.  
Entwicklung einer Schlagkartei für Arznei- und  
Gewürzpflanzen.  
Optimierung von Anlage und Verfahren zur Wasserdampf-  
Destillation ätherischer Öle aus frischen oder angewelkten  
Pflanzen; ausführliche Destillationsanleitung vorhanden;  
internationale Patentanmeldung; Vertrieb von  
Praxisanlagen durch Fa. Herba TEC.  
Optimierung von Sä- und Erntegeräten in Zusammenarbeit  
mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik,  
Freising-Weihenstephan, und Firmen.

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Güterfelde	Anbauversuche mit Baldrian, Johanniskraut; Nachtkerze (auch für ökologischen Landbau).
Institut für Pflanzenkultur, Schnega	Anbauversuche mit Baptisia tinctoria inkl. In-vitro-Vermehrung.
Stattliche Lehr- und Versuchsanstalt (SLVA), Ahrweiler	Feldversuche zum ökologischen Anbau von Goldrute, Johanniskraut, Kamille, Mutterkraut, Ringelblume, Salbei, Zitronenmelisse. Inkulturnahme von Centaurium erythraea (mit Uni Bonn) und Epilobium parviflorum. Saatstärken bei Schwarzkümmel. Düngungsversuch mit Kleiner Brennnessel. Mehltaubekämpfung bei Ringelblume im biologischen Anbau. Lückenindikationsversuche bei Arzneipflanzen (mit Landesanstalt ST Magdeburg).
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig	Feldversuche zum Anbau von Baldrian, Beinwell, Brennnessel, Kamille, Salbei. Versuche zum Standort und zum Deckfruchtanbau von Kümmel. Einfluss von Ernte- und Nachernteprozess auf die Qualität ausgewählter Arzneidroge im Hinblick auf neue Verwertungsmöglichkeiten.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Acker- und Pflanzenbau, Bernburg	Anbauversuche mit Arzneifenichel, Hanf, Johanniskraut, Nachtkerze. Einsatz von Mycorrhizapilzen bei Arzneipflanzen. Ökologischer Anbau von Thymian. Lückenindikationsversuche bei Arzneipflanzen (mit Landesanstalt ST Magdeburg).
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Integrierter Pflanzenschutz, Magdeburg	Eigene Versuche sowie Koordinierung und Auswertung aller Lückenindikationsversuche zu Arzneipflanzen in Deutschland.
Dr. Junghanns GmbH, Groß Schierstedt	Anbau- und Ernteversuche mit Ringelblume.
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dornburg	Screening-Versuche mit der an der LBP Freising entwickelten Wasserdampf-Destillationsanlage zu Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls von Arzneifenichel, Kümmel, Schwarzkümmel, Thymian und Zitronenmelisse. Anbauversuche mit Baldrian, Johanniskraut, Pfefferminze,

Schwarzkümmel.  
Lückenindikationsversuche bei Arzneipflanzen (mit Landesanstalt ST Magdeburg).

Pharmaplant GmbH, Artern

Entwicklung von Anbauverfahren und Inkulturnahme bei Frühlingsadonisröschen, Goldrute, Johanniskraut, Kamille, Pestwurz, Schöllkraut, Tausendgüldenkraut, Weißdorn.  
Optimierung der Pfefferminz-Stolonen-Verlege-technik.  
Direktsaatverfahren bei Baldrian im Hinblick auf eine Verbesserung der Waschtechnik.  
Untersuchungen zur Schwermetallaufnahme verschiedener Heilpflanzen.  
Optimierung der Nacherntetechnologie bei Engelwurz, Kapuzinerkresse, Zitronenmelisse.  
Datenerfassung zur Ermittlung von Nährstoffentzugswerten.

## 10. Molekulare Methoden in der Arzneipflanzenzüchtung am Beispiel der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.)

Carola Wagner; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen

Prof. Dr. Richard Marquard; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen

W. Friedt; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen

PD Dr. Frank Ordon; Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen,

### 10.1. Einleitung

Pflanzenzüchtung verfolgt das Ziel, Sorten zu schaffen, die unter den gegebenen Umwelt- und Anbaubedingungen hohe und stabile Erträge mit der jeweils geforderten Qualität erbringen. In methodischer Hinsicht ist Pflanzenzüchtung im wesentlichen angewandte Genetik auf der Basis der konsequenten Umsetzung der Mendel'schen Vererbungsgesetze in Abhängigkeit von den botanischen Gegebenheiten der jeweiligen Kulturart.

Der Züchtungsprozess einer Sorte kann grundsätzlich in drei Phasen gegliedert werden (Schnell 1982):

- Nutzung vorhandener bzw. Schaffung neuer Ausgangsvariation;
- Selektion von Sorteneltern bzw. -kandidaten;
- Prüfung, Vermehrung und Erhaltung der Sortenkandidaten bzw. Sorten.

In jeder dieser drei Phasen der Sortenzüchtung eröffnen bio- und gentechnologische Verfahren dem Züchter neue Wege, ohne die Vorgehensweise prinzipiell zu verändern. Die Nutzung biotechnologischer Methoden reicht vom Einsatz der Zell- und Gewebekulturtechniken zur Beschleunigung des Zuchtganges (Haploide) und der Schaffung neuer genetischer Variation (Protoplastenfusion) über die Methoden der Genomanalyse bis hin zur Genisolation und -transformation (Abb. 10.1).

Dieser Beitrag behandelt die pflanzenzüchterischen Einsatzmöglichkeiten molekulargenetischer Methoden, die heute schon effizient und routinemäßig in der Züchtungsforschung und auch in der praktischen Pflanzenzüchtung zur Anwendung kommen.

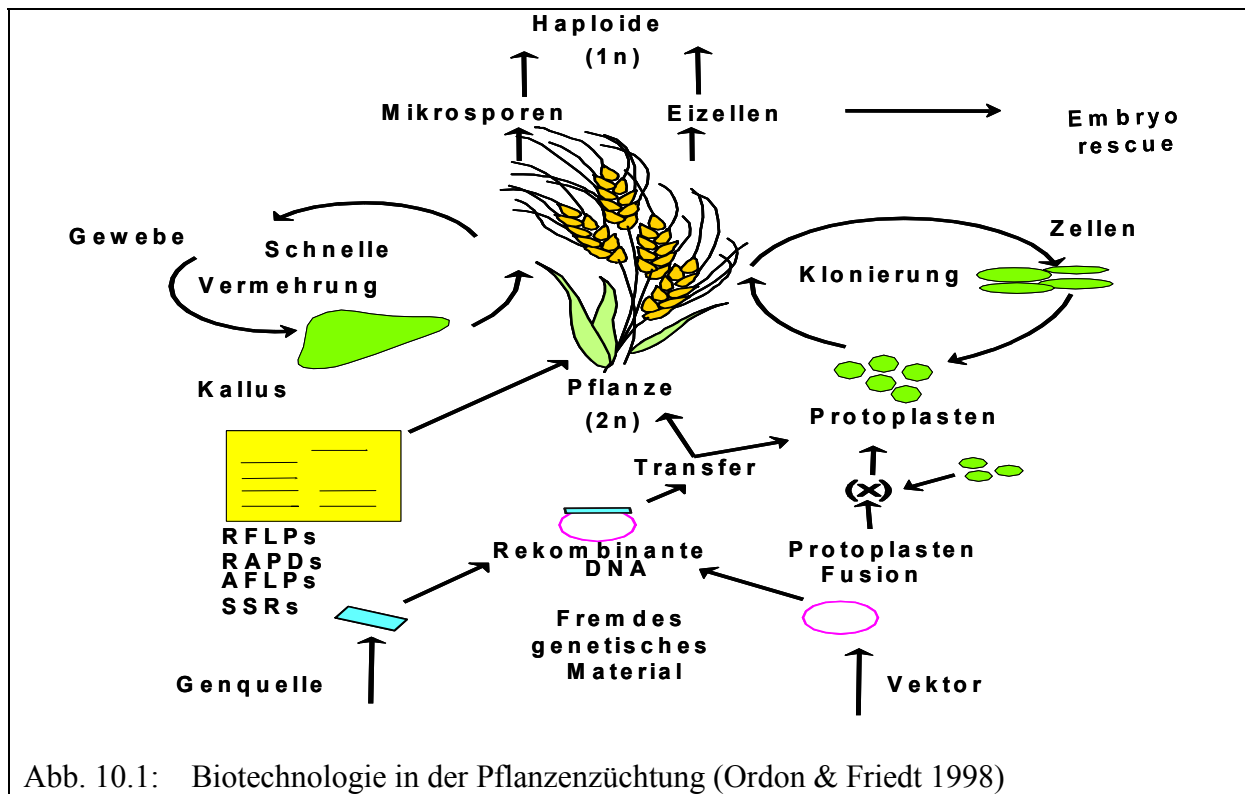


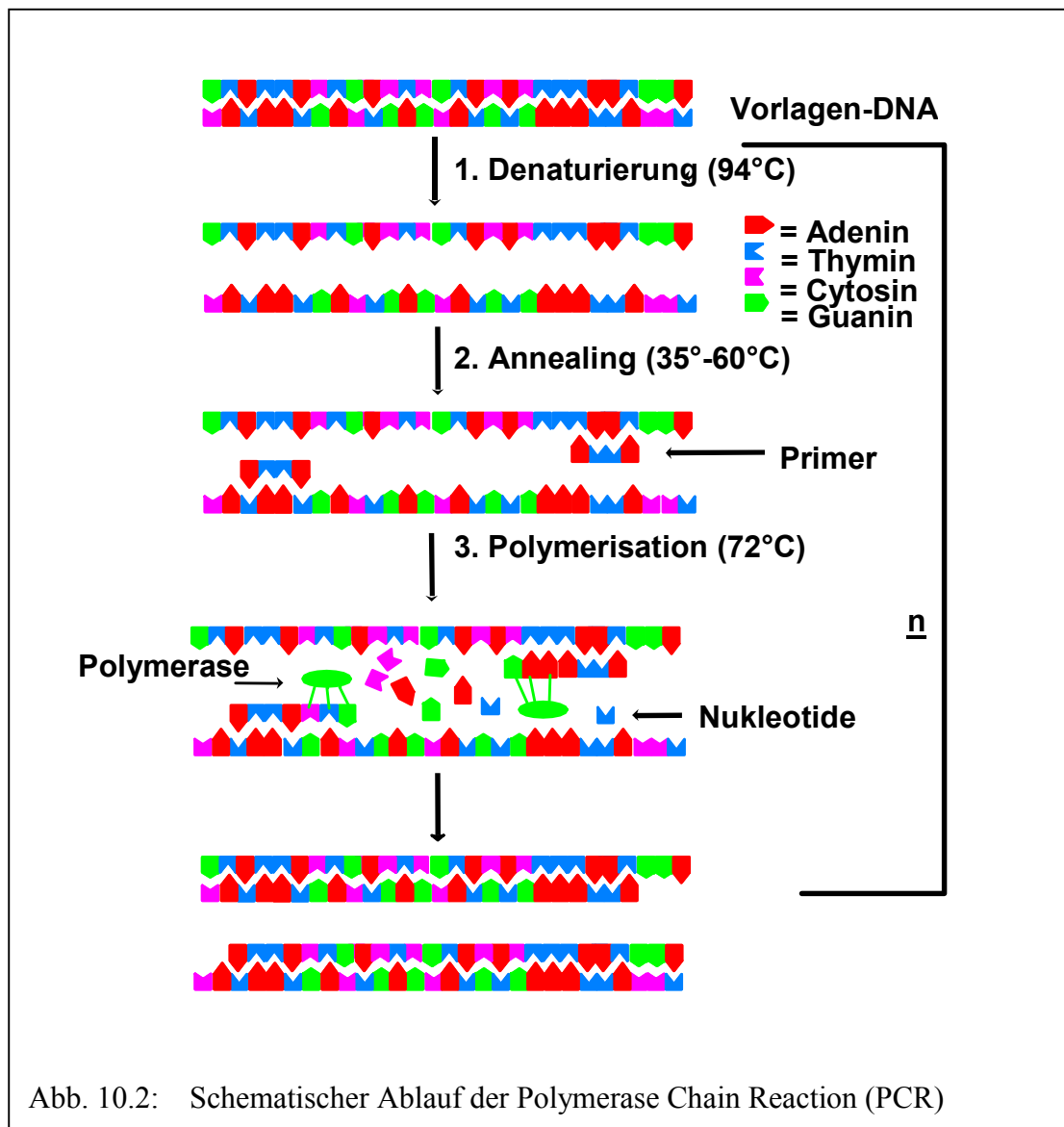
Abb. 10.1: Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung (Ordon &amp; Friedt 1998)

## 10.2. Molekulargenetische Methoden

Die molekulargenetischen Methoden basieren auf der Kenntnis des Aufbaus und der Funktion der DNA. Somit ist der Genotyp eines jeden Organismus, genauer gesagt die Nukleotidsequenz der DNA und deren Variabilität, Gegenstand molekulargenetischer Untersuchungen. Die wichtigsten in der Pflanzenzüchtung eingesetzten molekulargenetischen Methoden sind:

- „Restriction Fragment Length Polymorphisms“ (RFLPs), „Random Amplified Polymorphic DNAs“ (RAPDs),
- „Amplified Fragment Length Polymorphisms“ (AFLPs) sowie
- „Simple Sequence Repeats“ (SSRs), auch Mikrosatelliten genannt.

Mit Ausnahme der RFLP-Technik beruhen diese Methoden auf der „Polymerase Chain Reaction“ (PCR) (Abb. 10.2).



Die PCR basiert auf der doppelhelikalen Struktur der DNA, sowie der Fähigkeit von Polymerasen die DNA zu verdoppeln. Diese Technik erlaubt es, spezifische DNA-Sequenzen experimentell zu vervielfältigen (Amplifikation), so dass die amplifizierten Fragmente aufgrund ihrer Menge direkt sichtbar gemacht werden können.

Für die Durchführung der PCR bedarf es zum einen einer kleinen Menge DNA, die als Vorlage dient, eines kurzen aus 10-20 Nukleotiden bestehenden DNA-Fragments, dem sog. Primer, den vier Bausteinen der DNA (Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin), die als Nukleosidtriphosphate zugegeben werden sowie einer hitzestabilen Polymerase (Taq-Polymerase).

In einem ersten Schritt wird das Reaktionsgemisch auf 94°C erhitzt, wobei der Doppelstrang der DNA denaturiert, d.h. in die Einzelstränge zerteilt wird. Im nächsten Schritt wird das Reaktionsgemisch je nach Primerlänge auf 35-60°C abgekühlt, wobei die Primer an

komplementäre Sequenzen der einzelsträngigen DNA binden. Letztendlich wird das Reaktionsgemisch auf 72°C erhitzt und die Polymerase, welche zur Synthese des komplementären Gegenstranges ein kurzes Stück Doppelstrang benötigt, beginnt unter Verwendung der Nukleosidtriphosphate aus dem Reaktionsgemisch den komplementären Doppelstrang auf einer gewissen Länge neu zu synthetisieren. Durch erneutes Denaturieren wird der neu gebildete Doppelstrang wiederum zerlegt und ein neuer Zyklus beginnt.

Während die ursprüngliche DNA nun weiterhin unbegrenzt die Synthese des Gegenstranges erlaubt, lassen die im Zyklus gebildeten Gegenstränge die Synthese nur bis zu ihrem eigenen Ende zu. Auf diese Weise hat nach dem 2. Zyklus die Hälfte der vorliegenden Produkte eine nicht definierte Größe, während die andere Hälfte eine definierte Länge aufweist. In den folgenden Zyklen nimmt nun der Anteil der Produkte mit definierter Länge exponentiell und der mit nichtdefinierter Länge lediglich linear zu (Abb.10.3).

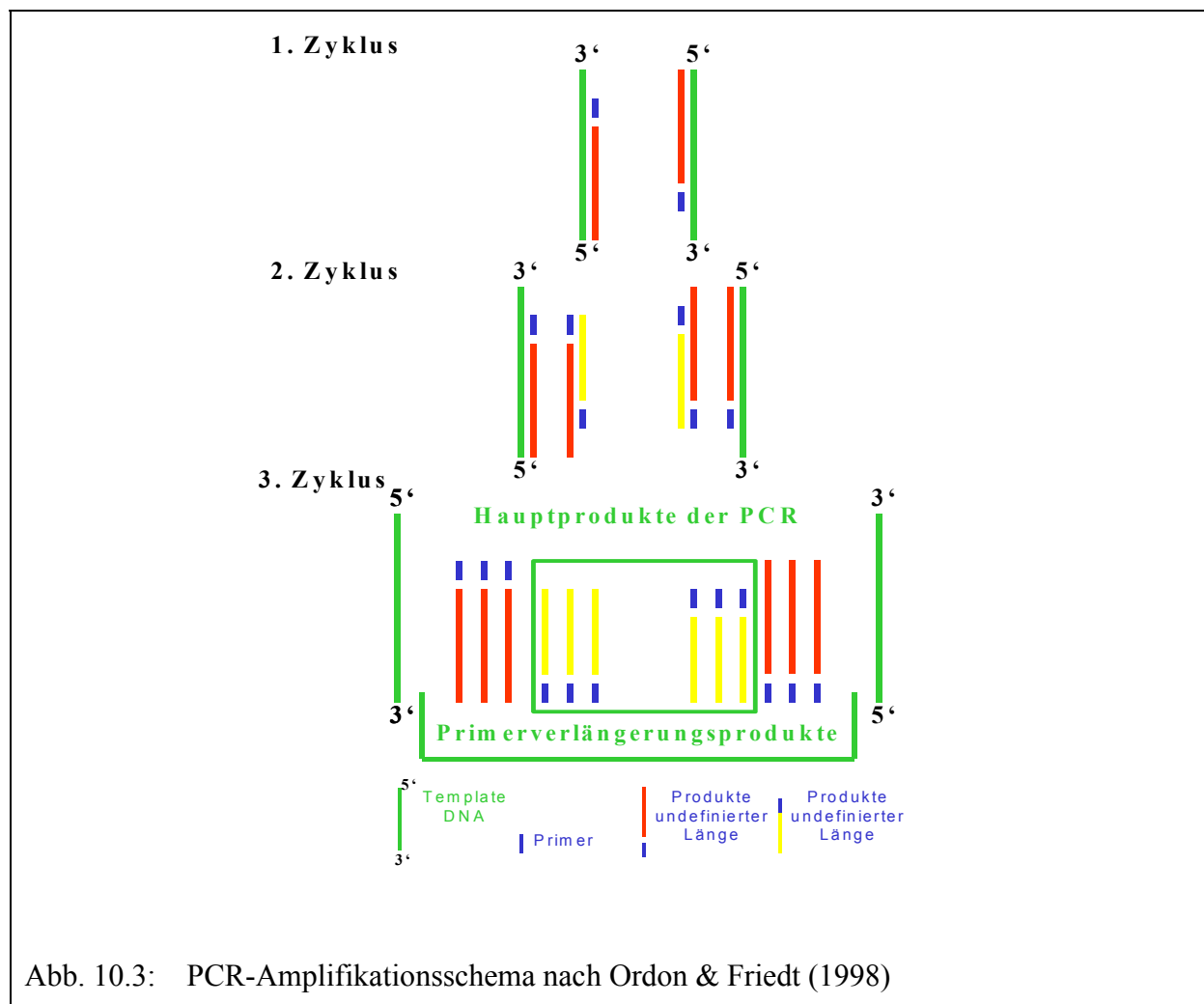


Abb. 10.3: PCR-Amplifikationsschema nach Ordon & Friedt (1998)



In Abhängigkeit von der Häufigkeit der Primerbindungen im Genom und der Entfernung der Primerbindungsstellen voneinander entstehen somit Fragmente unterschiedlicher Länge, die nach elektrophoretischer Auftrennung sichtbar gemacht werden können. Das hierbei entstehende Fragmentmuster beruht direkt auf Unterschieden in den DNA-Sequenzen.

#### 10.2.1. Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs)

Die RAPD-Technik (Williams et al. 1990) basiert auf dem Einsatz eines aus 10 Desoxy-Oligonukleotiden zufällig zusammengesetzten Primers in einer PCR-Reaktion. Auf diese Art und Weise werden mehrere verschiedene DNA-Fragmente amplifiziert. Jedes dieser DNA-Fragmente entstammt einer Region im Genom, die diese kurze Primersequenz zweimal enthält, zum einen in 5'-3'-Richtung, zum anderen komplementär im jeweiligen Gegenstrang. Die so amplifizierten RAPD-Fragmente werden elektrophoretisch in Agarosegelen aufgetrennt und können nach Anfärben mit Ethidiumbromid im UV-Licht sichtbar gemacht werden.

#### 10.2.2. Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLPs)

Die AFLP-Technik (Zabeau & Vos 1993, Vos et al. 1995) beruht auf dem kombinierten Einsatz von Restriktionsendonukleasen und der PCR. Hierbei wird die genomische DNA mit Hilfe zweier Restriktionsenzyme geschnitten und an die Schnittstellen der entstandenen Fragmente werden spezifische Adaptoren ligiert. In den anschließenden PCR-Schritten werden Primer eingesetzt, die komplementär zu den jeweiligen Adaptoren und der entsprechenden Schnittstelle sind, sowie ein (Präamplifikation) bzw. drei (selektive Amplifikation) zusätzliche, in das Fragment hineinreichende Nukleotide tragen. Dies führt zur Amplifikation ausgewählter Fragmente, welche auf theoretisch 1/16 (Präamplifikation) bzw. 1/256 (selektive Amplifikation) der ursprünglich vorhandenen Anzahl reduziert werden. Einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen der RAPD- und der AFLP-Technik besteht in der höheren Selektivität der AFLP-Technik, die darüber hinaus sehr zuverlässig und benutzerfreundlich zu handhaben ist (Mueller & Wolfenbarger 1999).

#### 10.2.3. Simple Sequence Repeats (SSRs)

Unter Mikrosatelliten werden repetitive, tandemartig angeordnete, kurze Nukleotidsequenzen verstanden, die im Genom verteilt vorkommen. Da sich die Anzahl der Wiederholungen zwischen einzelnen Genotypen häufig unterscheidet, können unter Einsatz spezifischer Primer, die komplementär zu den die Mikrosatelliten flankierenden und stark konservierten Sequenzen sind, entsprechende Unterschiede in der Anzahl der Wiederholungen als Marker genutzt werden.

Zusammenfassend sind die Eigenschaften und Besonderheiten (Kriterien) der genannten Techniken in Tabelle 10.1 einander gegenübergestellt.

Tab. 10.1: Charakteristika molekularer Markersysteme (verändert nach Powell et al. 1996 sowie Mueller & Wolfenbarger 1999).

Kriterium	RFLP	RAPD	AFLP	SSR
<b>Prinzip</b>	Endonuklease Verdau und Hybridisation	Amplifikation mit zufälligen Primern	Amplifikation von durch zufälligen Nukleotiden begrenzten DNA- Fragmenten	Amplifikation von SSRs (Mikrosatelliten)
<b>Art des detektierten Polymorphismus</b>	Punktmutationen Deletionen Insertionen	Punktmutationen Deletionen Insertionen	Punktmutationen Deletionen Insertionen	Anzahl der Motivwiederholungen
<b>Vererbung</b>	co-dominant	dominant	dominant	co-dominant
<b>DNA-Menge</b>	2-10 µg	10-20 ng	0,2-0,5 µg	25-50 ng
<b>DNA-Sequenzen nötig</b>	nein	nein	nein	Ja
<b>Informationsgehalt</b>	niedrig	hoch	hoch	hoch
<b>Reproduzierbarkeit</b>	hoch	variabel	hoch	hoch
<b>Detektion von Polymorphismen</b>	hoch	mittel	hoch	hoch
<b>Anwendung und Entwicklung</b>	schwierig	leicht	mittel	schwierig
<b>Entwicklungszeit</b>	lang	kurz	kurz	lang

### 10.3. Einsatz molekulargenetischer Techniken

Die vorgestellten molekulargenetischen Techniken können im Rahmen züchterischer Aktivitäten vielfältig eingesetzt werden; beispielsweise für folgende Zwecke:

- Genotypidentifizierung und Schätzung der genetischen Diversität,
- Entwicklung molekularer Marker,
- Erstellung genetischer Karten bzw. Kartierung von Genen,
- QTL-Analysen (Quantitative Trait Loci),
- Kartengestützte Klonierung (Genisolation).

Am Beispiel der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.) werden im folgenden einige Anwendungsmöglichkeiten detaillierter ausgeführt.

#### 10.3.1.1. Differenzierung verschiedener Genotypen der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.)

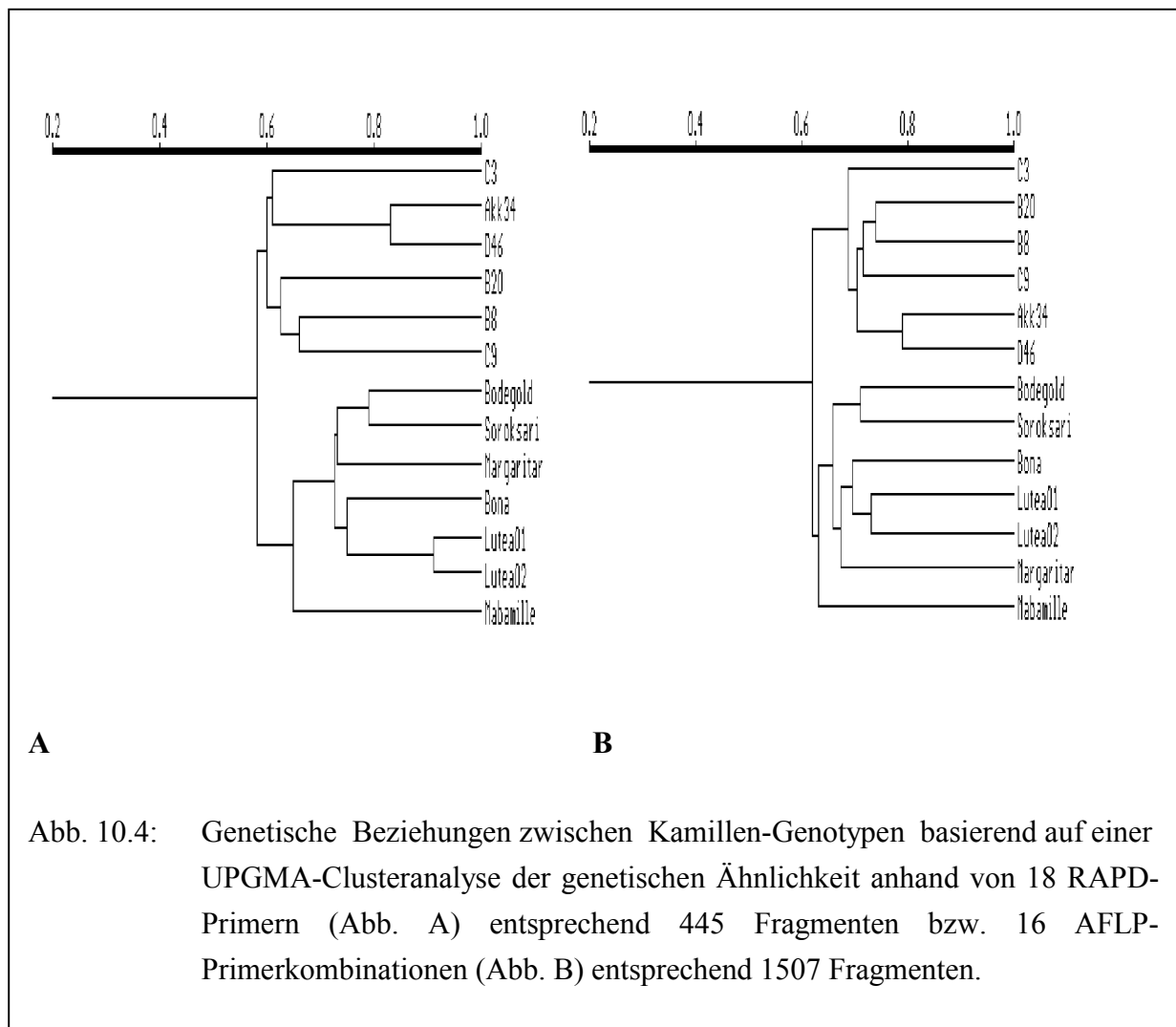
Neben der Charakterisierung bzw. Differenzierung einzelner Genotypen anhand des Chemotyps besteht die Möglichkeit, verschiedene Genotypen unterschiedlicher Herkunft mit Hilfe molekularer Methoden näher zu charakterisieren und somit Verwandtschaftsbeziehungen aufzuzeigen.

Beispielhaft seien an dieser Stelle eigene Untersuchungen dargestellt (Wagner et al. 2001). Für diese Untersuchungen wurden Mischproben aus jeweils zehn Einzelpflanzen der sechs Sorten 'Bodegold', 'Bona', 'Lutea', 'Mabamille', 'Margaritar' und 'Soroksari' sowie der zwei Populationen AKK34 und D46 und der vier Stämme B28/8, B28/20, C42/3 und C42/9 erstellt, wobei von der Sorte 'Lutea' zwei Saatgutmuster vorlagen, die im weiteren auch getrennt behandelt wurden.

Dieses Material wurde mit 18 RAPD-Primern sowie 16 AFLP-Primerkombinationen untersucht, die 342 bzw. 1097 polymorphe Fragmente erzeugten, was einem Anteil von 76% bzw. 72% aller erzeugten Fragmente entspricht.

Basierend auf diesen Daten wurde die genetische Ähnlichkeit nach Jaccard (Köhler et al. 1997) berechnet ( $S_{JRAPDs}=0,52-0,91$  bzw.  $S_{JAFLPs}=0,58-0,78$ ) und eine Hauptkoordinatenanalyse sowie eine Clusteranalyse (Abb. 4) durchgeführt, wobei eine deutliche Differenzierung des Materials in zwei Gruppen zu erkennen ist.

Auffällig ist, dass die Sorte 'Mabamille' sowohl mittels RAPDs als auch mittels AFLPs von den übrigen Sorten deutlich differenziert wird. Weiterhin ist zu erkennen, dass zwischen zwei Saatgutproben der Sorte 'Lutea' ebenfalls mittels beider Techniken Unterschiede nachweisbar sind, diese jedoch insbesondere bei den RAPD-Analysen geringer ausfallen, als zu den anderen Sorten. Die Sorten 'Bona' und 'Lutea' bzw. 'Bodegold' und 'Soroksari' bilden jeweils zwei Subcluster in beiden Dendrogrammen, während die Sorte 'Margaritar' nicht eindeutig einem dieser beiden Cluster zuzuordnen ist. Bei einer Überprüfung der Übereinstimmung der Daten der UPGMA-Clusteranalyse mit den nach Jaccard (Köhler et al. 1997) berechneten Ähnlichkeitskoeffizienten mittels Mantel-Test ergeben sich Korrelationskoeffizienten von  $r=0,91$  (RAPDs) bzw.  $r=0,89$  (AFLPs), so dass von einer sehr guten bzw. guten Anpassung auszugehen ist.



### 10.3.2. Entwicklung molekularer Marker für die Bisaboloide der Echten Kamille

Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet molekularer Techniken ist, wie bereits erwähnt, die Markerentwicklung. Molekulare Marker sind polymorphe DNA-Fragmente, die möglichst eng mit einem Gen für ein relevantes Merkmal gekoppelt sind und daher mit diesem gemeinsam vererbt werden. Mit ihrer Hilfe ist eine indirekte Selektion auf das gewünschte Merkmal möglich, wodurch der Selektionsprozess u.U. effizienter gestaltet werden kann. Weiterhin bieten molekulare Marker den Vorteil, dass sie frei von Umwelteinflüssen sind, zahlreich und relativ gleichmäßig im Genom vorkommen und eine Differenzierung zwischen Homo- und Heterozygoten bei Anwendung der RFLP- oder SSR-Technik ermöglichen.

Grundvoraussetzung für die Entwicklung molekularer Marker ist die Kenntnis des Vererbungsmodus des zu bearbeitenden Merkmals. Bezüglich der Bisaboloide der Echten Kamille ist der Erbgang bei di- sowie tetraploiden Formen eingehend untersucht worden

(Franz & Wickel 1985, Horn et al. 1988, Franz 1993). Für die Synthese beginnend beim (-)- $\alpha$ -Bisabolol bis hin zum Bisabolonoxid A werden drei voneinander abhängige Gene angenommen.

Für die Markerentwicklung wird mit einer F<sub>2</sub>-Population gearbeitet, ausgehend von der Kreuzung zwischen geselbsteten Einzelpflanzen mit einem niedrigen und mit einem hohen (-)- $\alpha$ -Bisabololgehalt. Vor der Kreuzung wurden die potentiellen Kreuzungskandidaten mit Hilfe der RAPD-Technik und anschließender Hauptkoordinaten- bzw. Clusteranalyse sowie durch Ermittlung der (-)- $\alpha$ -Bisabololgehalte näher charakterisiert (vgl. Wagner et al. 2001). Hierbei wurde deutlich, dass die vier im Institut vorhandenen potentiellen Kreuzungskandidaten hinreichend divergent sind. Die F<sub>1</sub>-Pflanzen wurden hinsichtlich ihres Hybridcharakters mit Hilfe der RAPD-Technik untersucht, um eine erfolgreiche Kreuzung nachzuweisen. Von den erzeugten F<sub>1</sub>-Pflanzen wurden durch Selbstung vier F<sub>2</sub>-Teilpopulationen erzeugt, die auf die selben Kreuzungseltern zurückzuführen sind. Diese F<sub>2</sub>-Populationen spalten für (-)- $\alpha$ -Bisabololgehalt hoch : Bisabololoxid-B-Gehalt hoch : Bisabololoxid-A-Gehalt hoch entsprechend 4:3:9 ( $\chi^2=1,65$ ), d.h. gemäß einem dihybridem Erbgang.

Für die Markersuche wurde nach der „bulk segregant“ Analyse (Michelmore et al. 1991) vorgegangen. Hierbei wird DNA von F<sub>2</sub>-Pflanzen, die bezüglich des Zielmerkmals spalten, derart in Gruppen zusammengefasst, dass jeweils 10 Einzelpflanzen mit derselben Merkmalsausprägung in einem DNA-Ramsch (bulk) vorliegen. Diese Gruppen werden anschließend mit Hilfe molekularer Techniken analysiert. Etwaige Polymorphismen sollten bei dieser Vorgehensweise mit dem Ziellocus gekoppelt sein und werden in einem nächsten Schritt kartiert.

#### **10.4. Weitere Einsatzmöglichkeiten molekularer Markertechniken – ein Ausblick**

Im folgenden werden weitere Anwendungsmöglichkeiten molekularer Marker vorgestellt, wie sie bereits bei zahlreichen landwirtschaftlichen Kulturarten angewandt werden und letztendlich auch bei Arzneipflanzen möglich sind.

##### **10.4.1. Genetische Karten - Genkartierung - QTL**

Durch Bestimmung der Rekombinationsraten zwischen verschiedenen molekularen Markern können genetische Karten erstellt werden, mit deren Hilfe Gene lokalisiert werden können („gene mapping“). Entsprechende eng gekoppelte Marker können in markergestützten Selektionsprozessen eingesetzt werden, welche in Abhängigkeit von dem relevanten Merkmal eine erhebliche Beschleunigung des Züchtungsprozesses erlauben.

Basierend auf solchen genetischen Karten können des weiteren Loci identifiziert werden, welche an der Ausprägung quantitativer Merkmale, sogenannter QTLs (Quantitative Trait Loci) beteiligt sind. Mit Hilfe von Markern für diese Loci besteht die Möglichkeit Genotypen zu selektieren, die für annähernd alle bzw. für die wichtigsten an der Ausprägung beteiligten QTLs das jeweils günstige Allel tragen (vgl. z.B. Scheurer et al. 2001).

#### 10.4.2. Rückkreuzung – „Pyramidisierung“

Neben dem Einsatz molekularer Marker in markergestützten Selektionsverfahren können diese weiterhin zur Beschleunigung von Rückkreuzungsprogrammen und zur Kombination verschiedener Gene in einem Genotyp („Pyramidisierung“) eingesetzt werden.

Durch den Einsatz molekularer Marker in Rückkreuzungsprogrammen zur Einlagerung rezessiver Gene besteht im Vergleich zur konventionellen Rückkreuzungsmethodik innerhalb von fünf Jahren die Möglichkeit vier anstatt lediglich zweier Rückkreuzungen durchzuführen, da bei rezessiv vererbten Merkmalen bei konventioneller Rückkreuzung eine Selbstungsgeneration zwischen jeder Rückkreuzung erfolgen muss, um die Pflanzen für die weitere Bearbeitung phänotypisch identifizieren zu können (vgl. Ordon et al. 1999).

Des Weiteren bieten diese Marker die Möglichkeit, beispielsweise Resistenzgene in einer Linie oder Sorte zu vereinigen, um auf diese Weise u.U. dauerhafte Resistenzen zu erzielen. Dies ist beispielsweise in Bezug auf Resistenz gegen die Gelbmosaikvirose der Gerste aufgrund des Fehlens differenzierter Virusstämme ohne entsprechender Marker nicht durchführbar (vgl. Werner et al. 2000).

#### 10.4.3. Kartengestützte Klonierung – Genisolation - Gentransformation

Eine Möglichkeit der Genisolierung stellt die kartengestützte Klonierung („map based cloning“) dar. Vereinfacht dargestellt gilt es bei dieser Vorgehensweise zunächst ein interessierendes Gen, d.h. den entsprechenden Chromosomenabschnitt, möglichst eng mit flankierenden Markern abzusättigen und so eine hochauflösende Karte für diese chromosomale Region zu erstellen (vgl. Pellio et al. 2000). Sind ausreichend eng gekoppelte flankierende Marker vorhanden, so können mit diesen genomische DNA-Bibliotheken (YAC- oder BAC-Banken) auf das Vorhandensein der entsprechenden Marker untersucht werden, um solche Klone zu identifizieren, welche die spezifischen Markerloci und damit das Gen enthalten, welches dann isoliert und transformiert werden kann.

### 10.5. Zusammenfassung

Die praktische Pflanzenzüchtung bedient sich auch heute noch in erster Linie der bewährten konventionellen Methoden. Daneben stehen jedoch wie gezeigt bereits praxisreife molekularbiologische Methoden zur Verfügung, um den Züchtungsprozess zu beschleunigen bzw. der Züchtung neue Wege zu eröffnen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Schaffung neuer Ausgangsvariationen und einer effizienteren Selektion. Die moderne Pflanzenzüchtung verfügt somit über ein reichhaltiges Instrumentarium zur effektiven Realisierung von Zuchtzielen. Allerdings ermöglicht nur eine sinnvolle Kombination verschiedener Verfahren eine erfolgreiche Neuzüchtung. Inwieweit einzelne dieser „modernen“ Methoden Eingang in die Arzneipflanzenzüchtung finden, hängt neben den Kosten im wesentlichen von ihrer Effektivität und ihrer Übertragbarkeit in die Praxis ab. Auf jeden Fall eröffnen diese Techniken im Bereich des „Pre-Breeding“ Möglichkeiten, um

schnell und effektiv Ausgangsmaterial zu erstellen, welches in die praktische Pflanzenzüchtung einfließen kann.

## 10.6. Danksagung

An dieser Stelle sei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) für die Finanzierung des Forschungsprojekts 99NR031 sowie der Firma Robugen GmbH, Esslingen, für die finanzielle Beteiligung gedankt.

## 10.7. Literatur

Franz C (1993): Genetics. In: HAY RKM, WATERMAN PG (Hrsg.): Volatile Oil Crops: their biology, biochemistry and production. Longman Scientific & Technical, Essex

Franz C, Wickel J (1988): Zur Vererbung der Bestandteile des Kamillenöls 1. Mitt.: Qualitative Vererbung von Chamazulen und (-)- $\alpha$ -Bisabolol. *Herba Hung.* 24, 49-56

Horn W, Franz C, Wickel I (1988): Zur Genetik der Bisaboloide bei der Kamille. *Plant Breed* 101, 307-312

Köhler W, Pons J, Langsdorf A (1997): Biometrische Methoden zur Beschreibung genetischer Diversität. *Schriften zu Genetischen Ressourcen Bd. 8 -Züchterische Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen-, Tagungsband Symposium 29.09.-01.10.1997, Gatersleben*

Michelmore RW, Paran I, Kesseli RV (1991): Identification of markers linked to disease resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. *Proc. Natl. Acad Sci USA* 88: 9828-9832

Mueller UG, Wolfenbarger LL (1999): AFLP genotyping and fingerprinting. *TREE* 14, 389-394

Ordon F, Friedt W (1998): Von Mendel zum Gentransfer – Grundlagen und aktuelle Methoden der Pflanzenzüchtung. *AID* (Hrsg.)

Ordon F, Schiemann A, Pellio B, Dauck V, Bauer E, Streng S, Friedt W, Graner A (1999): Application of molecular markers in breeding for resistance to the Barley yellow mosaic virus complex. *J Plant Dis Prot* 106, 256-264

Pellio B, Werner K, Friedt W, Graner A, Ordon F (2000): Resistance to the Barley Yellow Mosaic Virus Complex – from Mendelian Genetics towards Map Based Cloning. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 36, 84-87

Powell W, Baird E, Booth A, Lawrence M, MacAulay M, Bonar N, Young G, Thomas WTB, McNicol JW, Waugh R (1996): Single locus and multi-locus molecular assays for barley breeding research. In: SCOLES G, ROSSNAGEL B (eds.) *Proc. V Intern. Oat Conf. & VII Intern.*

Barley Genetics Symp. Inv. Papers, Saskatoon, Canada, University Extension Press, Saskatoon, Saskatchewan, 174-181

Scheurer K, Friedt W, Huth W, Waugh R, Ordon F (2001): QTL analysis of tolerance to a German strain of BYDV/BAV in barley. *Theor. Appl. Genet.* 103, 1074-1083.

SCHNELL FW (1992): A synoptic study of the methods and categories of plant breeding. *Z. Pflanzenzüchtg.* 89, 1-18

Vos P, Hogers R, Bleeker M, Rijans M, Van de Lee T, Hornes M, Frijters A, Pot J, Peleman J, Kuiper M, Zabeau M (1995): AFLP a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res* 23, 4407-4414

Wagner C, Marquard R, Friedt W, Ordon F (2001): Untersuchungen zur genetischen Diversität der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.) mittels PCR-basierter Markertechniken. *Z. Arz. Gew.* 4, 216-221

Werner K, Friedt W, Ordon F (2000): Strategies for “Pyramiding” Resistance Genes against Barley Yellow Mosaic Virus Complex based on Molecular Markers and DH-lines. *Barley Genetics VIII, 8<sup>th</sup> International Barley Genetics Symposium 22-27 October 2000, Adelaide, Volume II Contributed Papers, 200-202*

Williams JGK, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalski JA, Tingey SV (1990): DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res* 18, 6531-6535

Zabeau M, Vos P (1993): Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprinting: European patent application number 92402629.7, Publication number 0 534 858 A1.



## **11. Möglichkeiten des ökologischen Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen und Notwendigkeiten der Förderung**

Dr. Rolf Franke; Salus Haus Dr. med. Otto Greither Nachf.; Bruckmühl (Obb.)

Margit Dehe; Staatliche Lehr- und Versuchs- Anstalt Bad Neuenahr- Ahrweiler; Bad Neuenahr- Ahrweiler

### **11.1. Einleitung**

Der Ökolandbau integriert eine Vielzahl von gesellschafts-, agrar- und umweltpolitischen Zielen. Er baut auf geschlossenen Stoffkreisläufen auf, ist durch energetisch günstige Input-Output-Relationen gekennzeichnet, nimmt insgesamt höhere Umweltverträglichkeit, weniger intensive Bodennutzung und Freiheit von synthetisch-chemischen Produkten wie Pflanzenschutzmittel oder Kunstdünger für sich in Anspruch und orientiert sich am langfristigen Prinzip einer nachhaltigen Wirtschaftsweise. Diese Form des Wirtschaftens stellt im Vergleich zur konventionellen oder integriert arbeitenden Landwirtschaft eine andere Form der Wirtschaftsweise dar, in die der gesamte Betrieb einbezogen ist.

Agrarerzeugnisse und Lebensmittel aus ökologischem Landbau finden beim Verbraucher immer mehr Anklang. Dieser Trend schafft einen neuen Markt für landwirtschaftliche Erzeugnisse. 1983 zeigten ALVESLEBEN und WERNER, dass nicht in erster Linie eine nachgewiesene bessere Produktqualität ausschlaggebend ist für die Kaufentscheidung, sondern das starke Negativimage der konventionellen Landwirtschaft. Dieses Kriterium dürfte sich auch heute noch aufrechterhalten lassen.

Ökologischer Anbau kann zu einer Neuausrichtung der Agrarpolitik zum Schutze der Umwelt und zur Erhaltung des ländlichen Raumes beitragen.

Für den biologischen Anbau sind eine ganze Reihe Voraussetzungen zu erfüllen. Man sollte sich von vornherein über die bevorstehenden Probleme im Klaren sein, um diese sachgemäß angehen zu können.

Seit dem 1. Januar 1992 müssen ökologisch wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe, Verarbeiter und Importeure von Öko- Erzeugnissen in der europäischen Gemeinschaft die gesetzlichen Bestimmungen der EG- Biokennzeichnungsverordnung CVO (EWG) Nr. 2092/91 einhalten. In dieser Verordnung sind Mindest- Anforderungen an die Erzeugung von ökologischen Lebensmitteln definiert. Sie enthält außerdem detaillierte Vorschriften für ein auf allen Stufen der Erzeugung und Verarbeitung obligatorisches Kontrollverfahren. Die obersten Kontrollbehörden sind die zuständigen Wirtschaftsbehörden der Bezirksregierungen. Sie vergeben die EG- Kontrollnummer für Verarbeiter. Die EG- Bioverordnung ist die Grundlage für alle, die ökologischen Landbau betreiben oder ökologische Produkte verarbeiten. Alle Betriebe, die Produkte erzeugen, aufbereiten, einführen oder vermarkten, die als Erzeugnisse aus ökologischem Landbau gekennzeichnet sind, müssen sich einem routinemäßigem Kontrollverfahren unterziehen, das den gemeinschaftlichen Mindestanforderungen entspricht. Nach dieser Verordnung sind auch in der Weiterverarbeitung für ökologisch ausgezeichnete Produkte unbedingt Rohstoffe aus ökologischem Anbau notwendig. Alleinige Vertreiber, die die Ware nicht umpacken o.ä., müssen dagegen nicht zertifiziert sein.

Biologischer Anbau bedeutet nicht die Rückkehr zur Arbeit mit Pferdegespannen! Diese verbreitete Meinung ist sicherlich ein Missverständnis. Der biologische Betrieb braucht durchaus eine gute maschinelle Schlagkraft, um zur passenden Zeit rasch notwendige Maßnahmen durchführen zu können und nicht in Engpässe zu geraten, die zu einer Bearbeitung zur Unzeit zwingen und dann Strukturschädigungen und Unkrautprobleme nach sich ziehen. Aufbau und Betrieb eines ökologischen Betriebes sind eine anspruchsvolle Unternehmung und mit vielen Investitionen (auch und bereits im Vorfeld) verbunden. Denn auch biologisch wirtschaftende Betriebe stehen wie andere unter dem Druck, ihre Leistung durch wirtschaftlichen Erfolg zu sichern.

Innerhalb des ökologisch- biologischen Landbaus gibt es verschiedene Richtungen und Organisationen (biologisch- dynamisch, organisch- biologisch, makrobiotisch u.a.). Auf die Unterschiede dieser verschiedenen Methoden soll hier nicht näher eingegangen werden (siehe GEIER 1998).

Die einzelnen Verbände, wie Bioland, Demeter, Naturland, GÄA, u.a. haben zusätzlich zu den Richtlinien der EG weiterführende eigene Richtlinien entwickelt. Dies ist für den Verbraucher recht verwirrend, da er mit unterschiedlichen Zeichen und den dahinterstehenden Richtlinien konfrontiert wird. In diesem Falle ist ein einheitliches Zeichen, wie das neue Bio- Zeichen, für den Verbraucher wesentlich transparenter.

## **11.2. Anbauumfang**

Die Aussagen über den Anbauumfang ökologischer erzeugter Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland sind recht widersprüchlich. So nennen BECKER (2002) für 1991 350 ha, für 1996 600 ha und für 2001 810 ha, SCHUBERT (2002) für 2001 663 ha, LÜCK (1995) 350 ha, DEHE (1999 a, b) 300 ha bzw. 500 ha, HOPPE (1999) 600 ha, KROTH und LIERSCH (2001) für das Jahr 1999 insgesamt 833 ha. Insgesamt dürfte die Anbaufläche zwischen etwa 400 und 800 ha schwanken, je nachdem, welche Pflanzenarten in die Berechnung einbezogen werden. Hier besteht die gleiche Schwierigkeit wie bei der Erfassung konventionell und/oder integriert erzeugter Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Zu verzeichnen ist jedoch eine Tendenz zu einer Ausweitung der Anbaufläche, die durch die Bemühungen der gegenwärtigen Regierung weiter gefördert werden. Die größten Anbauflächen dürften in Hessen, Bayern, Thüringen, Rheinland-Pfalz und Sachsen- Anhalt liegen.

Trotz des allgemein gestiegenen Interesses und der zunehmenden Bedeutung wird jedoch der weitaus überwiegende Teil der Rohware nach wie vor importiert (KROTH und LIERSCH 2001 nennen 50 %).

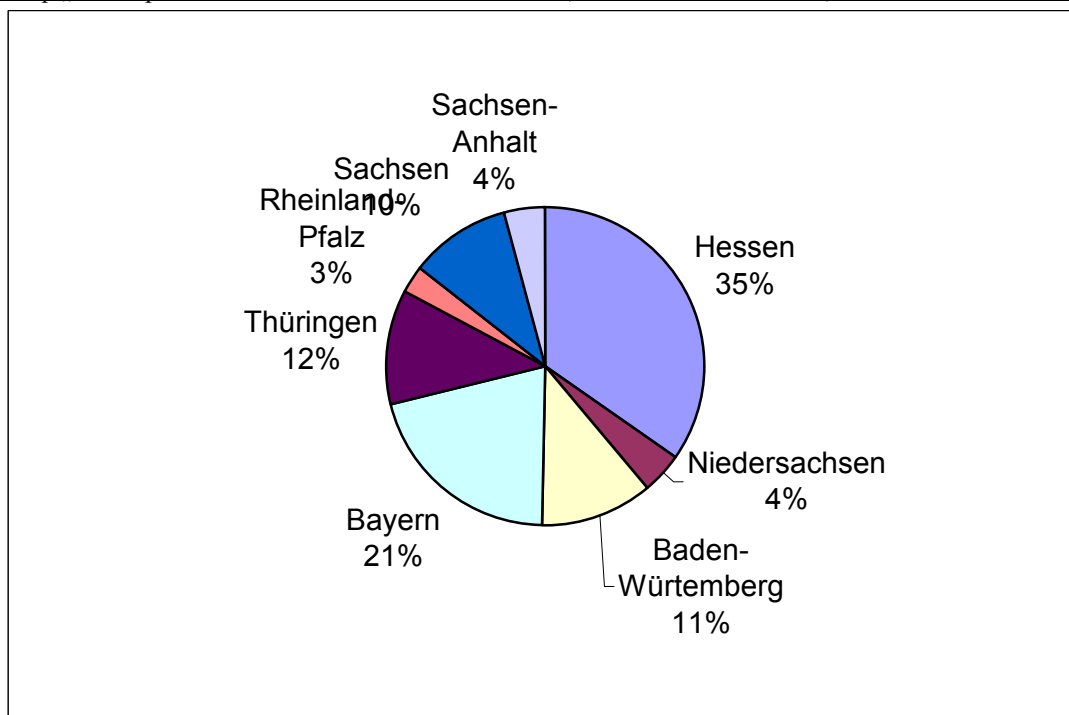


Abb. 11.1: Anbauflächen (ha) in Deutschland

(geschätzt, unter Verwendung von Daten von HOPPE 1999, SCHUBERT 2002)

Der Anbauumfang liegt etwa bei 10 % des Anbauumfangs konventionell und/oder integriert angebaute Arznei- und Gewürzpflanzen, wobei Hessen mit ca. 250 ha einen überproportional großen Anteil umfaßt (SCHUBERT 2002). Die durchschnittliche Anbaufläche pro Betrieb beträgt etwa 5 ha (HOPPE 1999). Sie reicht von weniger als 1000 m<sup>2</sup> bis ca. 100 ha. Die Betriebsstrukturen sind also vielfältig vom großflächigen, stark mechanisierten Anbau bis hin zum kleinflächigen Intensivanbau. Die kleinen landwirtschaftlichen Öko- Betriebe bewirtschaften auf diesen Flächen eine große Vielfalt an Arten. Fast 50 % der Betriebe betreiben ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau auf Flächen unter 1 ha und noch weitere 38 % auf Flächen unter 10 ha (LÜCK 1995). An dieser Situation dürfte sich seit der Erhebung von LÜCK (1995) nichts Wesentliches geändert haben, obwohl im Interesse großer einheitlicher Chargen der Druck zunimmt, größere Flächen zu bewirtschaften. Hier ist im Moment ein Wandel im Gange, der jedoch zuerst in den Köpfen vollzogen werden muss und gerichtet ist weg von handarbeitsintensiven Kulturen hin zur Nutzung mehr industrieller Anbauverfahren mit minimalem Handarbeitsaufwand. Der Anbau arbeitsintensiver Kulturen eignet sich fast nur für klein- und mittelbäuerliche Betriebe mit freien Arbeitskapazitäten, denn zusätzliche erfahrene und zuverlässige Arbeitskräfte sind meist rar. Für größere Betriebe kommen vorwiegend Kulturen in Frage, deren Anbau sich weitgehend mechanisieren lässt. Für Kleinbetriebe besteht mit dem Anbau von speziellen und arbeitsintensiven Kulturen, wie z.B. *Arnica montana*, *Centaurea erythraea*, *Centaurea cyanus*, *Calendula officinalis*, *Verbascum*- Arten eine reelle Marktchance. Waren 1999 die wichtigsten Arten noch Kamille, Pfefferminze, Melisse, Johanniskraut, Salbei, Brennessel, Petersilie, Basilikum, Fenchel, Kümmel und Koriander und etwa 50 % des Gesamtanbaus Körnerfrüchte (HOPPE 1999, DEHE 1999), so kann heute festgestellt werden, dass der ökologische Anbau mittlerweile in der Lage ist, das gesamte Spektrum der Kräuterpalette anzubieten und entsprechende Chargengrößen zusammenzustellen. Dies betrifft

- größer- tonnagige Produkte wie Kamille, Pfefferminze, Artischocke, Melisse, Hafer, Weide, Brennessel, Sonnenhut,
- Küchenkräuter, wie Petersilie, Schnittlauch, Dill, Basilikum, Majoran, Bohnenkraut, Liebstock, Rosmarin und Ysop, aber auch
- Körnerdrogen wie Fenchel, Anis, Kümmel, Koriander.

Auch Ringelblume Huflattich, Löwenzahn, Schafgarbe, Spitzwegerich, Arnika, Beinwell, Primel und andere werden in nennenswerten Umfang angebaut. Eine Liste ist in Tabelle 11.1 aufgeführt, in der versucht wurde, für die Hauptkulturen eine Wichtung vorzunehmen.

Tab. 11.1: Ökologischer Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen

<b>Pflanze</b>	<b>genutzte(r) Pflanzenteil(e)</b>
<b>„klassische“ Arzneidroge</b>	
Matricaria recutita	Blüten
Mentha x piperita	Blätter
Cynara scolymus	Blätter, Köpfe
Melissa officinalis	Blätter
Avena sativa	Kraut
Urtica dioica	Blätter, Kraut, Wurzel
Salvia officinalis	Blätter
<b>Körnerdrogen</b>	
Foeniculum vulgare	Samen, bitter (klein)
Pimpinella anisum	Samen
Carum carvi	Samen
Linum usitatissimum	Samen
Coriandrum sativum	Samen
<b>Teedrogen</b>	
Hibiscus sabdariffa	Fruchtkelch
Citrus aurantium	Fruchtschale
Citrus limon	Fruchtschale
Malus silvestris	Fruchtstücke
Aloysia triphylla	Blätter
Cymbopogon citratus	Blätter
<b>Küchenkräuter</b>	
Petroselinum crispum	Blätter (u.a. für den lokalen Markt), Samen, Wurzel
Allium schoenoprasum	Blätter

<b>Pflanze</b>	<b>genutzte(r) Pflanzenteil(e)</b>
Anethum graveolens	Früchte und Spitzen (auch für lokalen Markt)
Ocimum basilicum	Blätter
Majorana hortensis	Blätter
Satureja hortensis	Blätter
Levisticum officinalis	Kraut
Rosmarinus officinalis	Blätter

***(einige) weitere Anbau- Drogen***

Achillea millefolium	Blüten, Kraut
Alchemilla alpina	Blätter
Alchemilla vulgaris	Kraut
Althea officinalis	Blätter, Wurzel
Angelica archangelica	Wurzel
Anthyllis vulneraria	Blüten
Arnica montana	Blüten
Artemisia absinthium	Kraut
Artemisia vulgaris	Kraut
Aspalathus linearis	Blätter
Bellis perennis	Blüten
Calendula officinalis	Blüten mit oder ohne Kelch
Calluna vulgaris	Blüten, Kraut
Camellia sinensis	Blätter
Centaurea cyanus	Blüten mit oder ohne Kelch
Centaurium erythraea	Kraut
Chamaemelum nobile	Blüten
Cichorium intybus	Wurzel
Cnicus benedictus	Blätter
Corylus avellana	Blätter
Crataegus monogyna	Beeren, Blüten
Daucus carota	Wurzeln
Dracocephalum moldavica	Blätter
Echinacea angustifolia	Wurzel
Echinacea pallida	Wurzel, Kraut
Echinacea purpurea	Kraut
Epilobium parviflorum	Kraut
Eucalyptus globulus	Blätter
Fagopyrum esculentum	Kraut

<b>Pflanze</b>	<b>genutzte(r) Pflanzenteil(e)</b>
<i>Fragaria vesca</i>	Blätter
<i>Galega officinalis</i>	Kraut
<i>Galium verum</i>	Kraut
<i>Gentiana lutea</i>	Wurzel
<i>Glycine max</i>	Samen
<i>Hamamelis virginiana</i>	Blätter
<i>Helianthus annuus</i>	Blütenblätter
<i>Helichrysum arenarium</i>	Kraut
<i>Humulus lupulus</i>	Zapfen
<i>Hypericum perforatum</i>	Kraut
<i>Ilex paraguensis</i>	Blätter
<i>Inula helenium</i>	Wurzel
<i>Juglans regia</i>	Blätter, Frucht- Schalen
<i>Lamium album</i>	Blüten, Kraut
<i>Laurus nobilis</i>	Blätter
<i>Lavendula angustifolia</i>	Blüten
<i>Malva silvestris</i>	Blüten
<i>Medicago sativa</i>	Kraut
<i>Melilotus officinalis</i>	Kraut
<i>Nepeta cataria</i>	Blätter
<i>Ononis spinosa</i>	Wurzel
<i>Origanum vulgare</i>	Blätter
<i>Paeonia officinalis</i>	Blüten
<i>Papaver rhoeas</i>	Blüten
<i>Passiflora incarnata</i>	Kraut
<i>Phaeolus vulgaris</i>	Hülsen
<i>Plantago lanceolata</i>	Kraut
<i>Potentilla erecta</i>	Rhizom
<i>Primula veris</i>	Blüten, Wurzel
<i>Ribes nigrum</i>	Beeren, Blätter
<i>Rubus idaeus</i>	Blätter
<i>Sambucus nigra</i>	Beeren, Blüten
<i>Saponaria officinalis</i>	Kraut, Wurzel
<i>Solidago gigantea</i> / <i>S. canadensis</i>	Kraut
<i>Solidago virgaurea</i>	Kraut
<i>Spinacea oleracea</i>	Blätter
<i>Tanacetum cinerariifolium</i>	Blüten

<b>Pflanze</b>	<b>genutzte(r) Pflanzenteil(e)</b>
Taraxacum officinale	Blätter, Wurzel
Thymus vulgaris	Blätter
Trifolium pratense	Kraut
Tussilago farfara	Blätter
Valeriana officinalis	Wurzel
Verbascum densiflorum	Blüten
Verbascum phlomoides	Blüten
Verbena officinalis	Kraut
Veronica officinalis	Kraut
Viola tricolor	Kraut

### 11.3. Qualität

Bislang stellen die Inhaltsstoffe im ökologischen Anbau kein Problem dar, da mit den verfügbaren Waren die Qualitätsanforderungen der Kunden sicher erreicht werden. Dies betrifft sowohl die Anforderungen des Arzneibuchs bzw. der gültigen Pharmakopöen als auch die Forderungen, die sich aus der Lebensmittelgesetzgebung ergeben.

Neben dem Gesundheitswert und der äußeren Beschaffenheit ist jedoch auch die Umweltfreundlichkeit des ökologischen Anbaus als Qualitätskriterium anzusehen. Dies gilt auch und gerade, weil sich der Käuferkreis nicht nur auf eine spezielle Klientel beschränkt, sondern in verstärktem Maße auch den sog. „Normalverbraucher“ erreicht.

Für die Kunden und die Öko- Kontrollstelle ist es wichtig, einen Nachweis über die lückenlose Rückverfolgbarkeit der Öko- Chargen zu erhalten. Aus diesem Grunde wurden schon von Anfang an die Lieferanten verpflichtet, Ackerschlagkarteien zu führen, die alle relevanten Informationen zum Anbau der Waren enthalten. Die Waren- Eingangskontrolle erfolgt wie bei konventionellen Artikeln. Rückstandsanalysen auf Öko- Chargen werden oft sogar nach den schärferen Bestimmungen der Diätverordnung angefordert. Entsprechen die Werte nicht dieser Diätverordnung, sondern „nur“ der RHmV, werden sie entsprechend zurückgestuft.

Besonders die Rückverfolgbarkeit der Öko- Produkte kann der Anonymität der normalen Lebensmittel entgegenstehen. Durch „Bio“ kauft der Verbraucher ein Produkt, welches sich zu den Wurzeln zurückverfolgen lässt. Es suggeriert Sicherheit. Der Verzicht auf den Einsatz chemisch- synthetisch hergestellter Betriebsmittel führt automatisch zu einer höheren Belastungssicherheit, jedoch nicht unbedingt zur völligen Belastungsfreiheit. Es sollte deshalb die Analytik der Öko- Produkte sensibel behandelt werden. Auch hier gilt es, die Kunden aufzuklären und zu zeigen, was bereits in diesen Sektor getan wird (Kontrolle und Beratung des Anbaus, Rückstandsuntersuchung der Produkte usw.). Da viele Produkte in Kindertees, Käse, Brot o.a. Produkten, also außerhalb des Arzneisektors eingesetzt werden, wird hier sehr kritisch auf die Qualität und insbesondere den Schädlingsbefall geachtet. Die Anforderungen sind (meist) mindestens so hoch wie für konventionell und/oder integriert erzeugte Waren. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass ökologisch erzeugte Produkte nicht immer

automatisch frei von sämtlichen Belastungen sein können, da sie den allgemeinen Umweltproblemen ausgesetzt sind, sofern sie in Deutschland, Mittel- und Südeuropa angebaut werden (TIETZ et al. 1993; OCKER et al. 1994; OCKER et al. 1994, GLANZER 1995). Hier ist auch zu berücksichtigen, dass Abdrift von anderen Feldern, Umwelteinflüsse, Begasung von Containern u.ä. sowie erhebliche wetterbedingte Transportvorgänge in der Atmosphäre vonstatten gehen, die sich selbstverständlich auch auf ökologisch angebaute Pflanzen auswirken und dazu führen können, dass kleinste Restmengen entsprechender Pflanzenschutzmittel auf den Kräutern gefunden werden. Dieses Thema ist mit den Lieferanten ausführlich zu diskutieren, um ein Bewusstsein zu schaffen, das oft noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist.

Heutzutage sollte auch die visuelle Qualität biologisch erzeugter Ware der konventionellen und/oder integrierten in keiner Weise nachstehen, wenn sie konkurrenzfähig bleiben will. Insgesamt müssen eine Reihe von Qualitätskomponenten und Qualitätsmerkmalen berücksichtigt werden, die sich nicht nur auf die von den geltenden Arzneibüchern geforderten Werte beschränken (Tab. 11.2). Zu unterscheiden sind Ausschlussmerkmale, ohne deren strikte Einhaltung eine Ware nicht handelsfähig ist, Standardqualitätsanforderungen und eventuelle Spezialqualitäten. Neben den direkt am Produkt nachweisbaren Qualitätsstandards werden heute zunehmend Verfahrensstandards (u.a. zur Einhaltung der Hygieneanforderungen) und zusätzlich Prozessstandards gefordert, also Produktionsweisen, die u.a. Aspekte der Umwelt und der Nachhaltigkeit betreffen.

Tab. 11.2: Erweiterte Qualitätsbegriffe (nach SAUER, 1988, KADE 1995)

<b>Qualitätskomponenten*</b>	<b>Qualitätsmerkmale</b>
biologischer Wert ernährungsphysiologische Qualität	Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen wie Eiweiß, Fetten, Kohlenhydraten, Vitaminen, Mineralstoffen, sonstigen wertgebenden Stoffen
hygienisch- toxikologische Qualität (Ausschlussmerkmale)	Gehalt an wertmindernden Inhalts- und äußerlich anhaftenden Stoffen wie Pestizid- und Schwermetallrückstände, pathogene Keime, Einhaltung der Hygieneanforderungen
Genusswert sensorische Qualität	Form, Farbe, Geruch, Geschmack, Konsistenz
Eignungs- und Gebrauchswert, verarbeitungstechnischer Wert technisch- physikalische Qualität	Eignung für Auf- und Zubereitung, Lagerung, Ausbeute usw.
ideeller Wert psychologische Qualität	Produktionsverfahren (z. B. aus biologischem Anbau), Umweltschonung, Herkunftsland (z. B. Unterstützung bzw. Ablehnung gesellschaftspolitischer Zustände)

\*Hinzu käme der landeskulturelle Wert, dessen Inhalt durch das Bundessortenamt klar definiert ist und in den Anbau, Qualitäts- und andere Anforderungen eingehen.



## 11.4. Anbauprobleme

### 11.4.1. Saatgut

Die seit dem Jahr 2000 vorgeschriebene Versorgung mit Saatgut aus kontrolliert ökologischem Anbau ist recht problematisch. Es gibt derzeit erhebliche Probleme, sauber gereinigtes Saatgut zu bekommen, das eine Gewähr dafür bietet, die Flächen nicht zusätzlich zu verunkrauten.

Probleme gibt es auch bei der Vermehrung und der Erhaltungszüchtung, da zum Teil abweichende Zuchtziele und vor allem eine Begrenzung der Zuchtmethoden angewandt werden (Tab. 11.3). Zu den sog. verbotenen Maßnahmen gehören CMS- Hybriden, Einsatz von Restorergeräten, Protoplastenfusion, bestrahlte Mentorpollen, Mutationsinduktion und gentechnische Modifizierung. Es werden samenechte Sorten angestrebt oder bereits ausgelaufene Sorten des konventionellen Bereichs und Landsorten genutzt. Dies steht in Kollision mit dem Saatgutverkehrsgesetz und ist zumindest „bedenklich“. Meist ist dies außerdem trotz deutlich höherer Saatgutpreise verbunden mit ungleichmäßigem Auflaufen der Saat – was wiederum zu erhöhtem Unkrautdruck führt – , ungleichmäßiger Abreife, oft nicht vollem Ertrag. Viele Produzenten richten deshalb ihre Anstrengungen darauf, Wege zur Vermeidung des Kaufs von Öko- Saatgut zu suchen.

Im Vordergrund der Züchtungsbemühungen stehen Resistenz gegen biotische und abiotische Stressfaktoren, Anpassung an regionale Boden- und Klimabedingungen und Qualitätseigenschaften wie Reife, Geschmack, Ertrag und Homogenität. Die Methoden der Wahl sind bisher positive und negative Massenauslese sowie Kreuzungen. Großer Wert wird auf die Erhaltung und Evaluierung gut angepasster Landsorten gelegt. Die Saatguterzeugung kann und darf nicht unabhängig von den allgemeinen Entwicklungen gesehen werden, sonst besteht die Gefahr, sich vom allgemeinen Zuchtfortschritt abzukoppeln (siehe auch CLAR und WORTMANN 2001, WILBOIS 2002). Saatgut aus ökologischer Vermehrung und vor allem gute Sorten stehen derzeit für den ökologischen Anbau nur von wenigen Anbietern zur Verfügung.

Tab. 11.3: Für die ökologische Pflanzenzüchtung empfohlene Züchtungstechniken (nach: anonym, 1999, LAMMERTS VAN BUEREN 1999, LAMMERTS VAN BUEREN et al. 2000)

Techniken für Induktion von Variation	Selektionstechniken	Erhaltung und Vermehrung	Stoffe
<b>geeignet</b> für die ökologische Züchtung			
Kombinationszüchtung Sortenkreuzungen wiederholte Rückkreuzung Hybriden mit fruchtbarer F <sub>1</sub> Temperaturbehandlung gepfropfte / abgeschnittene Griffel	Massenauslese Pedigree- Züchtung versch. Selektionen (standortorientiert, Wechsel von Umgebung und/oder Saatzeit) Testkreuzungen Indirekte Selektion DNA- diagnostische Methoden	generative Vermehrung vegetative Vermehrung Pfropfung	
<b>nicht</b> geeignet, aber vorläufig zugelassen			
Embryokultur Ovarienkultur In-vitro-Bestäubung	In vitro- Selektion	Antherenkultur Mikrosporenkultur Meristemkultur In vitro- Vermehrung Somatische Embryogenese	Silberthiosulfat Silbernitrat <b>Wachstumsregulatoren</b> Colchizin
<b>nicht</b> geeignet und verboten			
CMS-Hybriden ohne Restorerogene Protoplastenfusion bestrahlte Mentorpollen Mutationsinduktion gentechnische Modifikation			

#### 11.4.2. Ausgleich des Nährstoffentzugs

Es werden große Mengen oberirdische und/oder Wurzelmasse und damit erhebliche Mengen Makro- und Mikronährstoffe entzogen, die bei Stickstoff über 230 kg/ha (*Urtica*, Kraut), bei P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ca. 20 kg/ha (*Thymus*), bei K<sub>2</sub>O mehr als 70 kg/ha (*Echinacea pallida*, Wurzel) und bei MgO 10 kg/ha (*Levisticum*, Wurzel) erreichen können (vgl. BOMME und NAST 1998). Begrenzender Faktor für den Ertrag ist (fast immer) die zur Verfügung stehende Stickstoffmenge. Empfehlungen für weitere Reihenabstände (BUDIG 2001) würden den Ertrag jedoch weiter reduzieren. Zwar werden die Verarbeitungsabfälle kompostiert und

Wirtschaftsdünger zugeführt, da jedoch bis auf wenige Ausnahmen wie *Melilotus*, *Trifolium* die Arznei- und Gewürzpflanzen den Humuszehrern zuzuordnen sind, kommt es zu starken Mineralisierungsvorgängen und Auslaugung des Bodens. Werden flüssige Wirtschaftsdünger wie Jauche und Gülle eingesetzt, so ist dies nur vor Kulturbeginn möglich, und es kann zu Bodenverschlammungen kommen. Ein Einsatz auf die Kulturen verbietet sich, da dann nicht vertretbare Kontaminationen auftreten. Bei länger auf dem Feld stehenden Kulturen wie z.B. Melisse kommt es im Laufe der Vegetationsjahre zu deutlichen Abtragungerscheinungen. Hier sind Ertragseinbußen zu verzeichnen. Der Einsatz von Blutmehl, Vinasse u.a. Produkten ist nicht unproblematisch und löst nicht das Problem.

### 11.4.3. Pflanzenschutz

Während in den einschlägigen Verordnungen und Gesetzen Düngungs- und Bodenverbesserungsmaßnahmen klar geregelt sind, gibt es große Probleme mit dem Pflanzenschutz. Pflege und Pflanzenschutz erfordern den höchsten Aufwand in der Produktion. Dem ökologischen Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen stehen keine chemischen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung vor oder nach der Ernte zur Verfügung. Mit zunehmendem Umfang der Flächengrößen werden drei Probleme immer brisanter:

- Unkraut
- pilzliche und bakterielle Schaderreger
- Schädlinge.

Die Unkrautregulierung spielt auch für die Qualität eine große Rolle, da die Qualitätsstandards für ökologische Produkte ebenso gelten und damit (meist) nur 2 % fremde Bestandteile in der Ware zugelassen sind.

Die Unkrautbekämpfung ohne Einsatz chemischer Mittel erfordert mindestens den drei- bis vierfachen Arbeitskräftebedarf im Vergleich zum Einsatz chemischer Mittel, wie dies schon vor Jahren PANK (1990, 1997) nachgewiesen hat, und ist sehr kostenintensiv. An dieser Relation ändern auch die in den letzten Jahren entwickelten nützlichen Maschinen wie Ackerbürsten, Trennhacke, Fingerhacke, Schar- / Teleskophacke (TRUNK 2001), Stern- / Rollhacke (TRUNK 2001), Bügelhacke, Reihenfräse, die sehr energieaufwendige Abflammtchnik u.a. nichts.

Alternative Maßnahmen wie z.B. biologische Unkrautregulierung, Nutzung von Mikrowellen, Druckluft sind nicht ausgereift, um das Instrumentarium der Unkrautregulierung im ökologischen Landbau zu erweitern und standort- sowie situationsbezogen optimale Kombinationen für eine effektive Unkrautregulierung zu ermöglichen.

Als Problemunkräuter erweisen sich immer mehr u.a. Ackerkratzdistel, Ampfer- Arten, Quecke, Rauhaarige Wicke, Amaranthus- Arten, Schadhirsens und Platterbse.

Zwar lassen sich – wie in der konventionellen und/oder integrierten Landwirtschaft auch – durch entsprechende Kulturführung (z.B. durch Berücksichtigung der Bodeneigenschaften, Auswahl geeigneter konkurrenzstarker Arten und Sorten, Bodenpflege als Ausgangspunkt einer positiven Entwicklung der Kultur, Schaffung von optimalen Bedingungen für Aussaat, Anzucht und Auspflanzung, frühzeitiger Zwischenfruchtanbau, Vermeidung von Bestandeslücken und Unkrautsamenbekämpfung nach Ernte der Vorfrucht durch sinnvolle Bodenbearbeitung) die erforderlichen Bedingungen für ein optimales Wachstum schaffen

(siehe auch LÜNZER 1985, VOGTMANN 1985, WEIGER und WILLER 1997, WEINRICH 1995, WILLER 1998, Ökoplant 1999), die ökologisch angebauten Pflanzen sind jedoch dem gleichen Befallsdruck und Kalamitäten ausgesetzt wie in der konventionellen und/oder integrierten Landwirtschaft.

Eine Auswahl von Krankheiten und Schädlingen an einigen Heil- und Gewürzpflanzenkulturen ist in der Tabelle 11.4 angegeben (Schneider 1999).

Zur Stabilisierung der Pflanzengesundheit wird oft der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln, verschiedenen Pflanzenjauchen und Tees angeraten. Jauchen und Tees werden fortlaufend alle 8 bis 21 Tage während der Kulturentwicklung eingesetzt. Grundsätzlich muss eine rechtzeitige Verwendung **vor** Befall oder Erreichung der Schadschwelle erfolgen. Letztlich werden durch Aufbringung dieser Präparate die Schaderreger auf den Blättern der Kulturpflanzen durch andere Mikroorganismen- Besiedelung verdrängt. Die mikrobiologische Kontamination insgesamt (Gesamtkeimzahl etc.) wird jedoch dadurch **nicht** verringert. Spezialjauchen mit schädlingsabwehrender oder auch schädlingsbekämpfender Wirkung bestehen aus Pflanzen, die repellent- sowie toxisch wirkende Stoffe enthalten.

Zur Kerngruppe der

- Pflanzen, die verschiedene ätherische Öle enthalten gehören Wermut, Beifuß, Rainfarn, Thymian, Ysop, Salbei, Lavendel, Liebstöckl und Schafgarbe
- Auf der Basis von Bitterstoffen und Saponinen wirken Blätter und Fruchtschalen der Walnuß, Eiche, Roßkastanie
- Zwiebelgewächse, wie Knoblauch, Zwiebel, Bär- und Schnittlauch enthalten pilzwirksame Schwefel- und Allicinverbindungen
- Brassicaceen wie Meerrettich und Knoblauchsrauke enthalten Senfölglykoside.
- Eine weitere Gruppe enthält ätzend wirkende Stoffe, z.B. Rhabarber, Essigstrauch, Kapuzinerkresse sowie Wurm- und Adlerfarn.
- Empfohlen werden auch Flüssigpräparate aus Braunalgen, Brennessel, Beinwell, Quecke, Vogelknöterich, Kamille, Schachtelhalm, Kompost
- Handelspräparate aus Quassia, Derris und Neem sind starke Repellents (Abschreckstoffe gegen tierische Schädlinge, z.B. als Hautschutzmittel gegen stechende Insekten, Holzschutzmittel), wirken aber auch als Kontakt- und Fraßgifte und müssen deshalb bei höherer Dosierung den direkten Maßnahmen zugeordnet werden.

Förderung der Pflanzengesundheit kann auch durch Stabilisierung des ökologischen Umfeldes erfolgen, das die Selbstregulationsmechanismen im Agrarökosystem fördert, wie das

- Belassen eines gewissen Besatzes von Beikräutern in den Ackerrandstreifen,
- Dämpfung des Befalls mit Läusen durch Holunderbüsche als „Fangpflanzen“ in angrenzenden Hecken,
- Förderung von Nutzinsekten wie Schwebfliegen und vielen anderen durch Aussaat pollenspendender Pflanzen wie Dill,
- Förderung von Kleintieren wie Laufkäfer, Erdkröte, Blindschleiche und Igel,
- Förderung von Iltis und Marder zur Kontrolle von Feld- und Schermäusen.

Tab. 11.4: Krankheiten und Schädlinge an einigen Heil- und Gewürzpflanzenkulturen (nach SCHNEIDER 1999)

Kultur	Krankheit(en)	Schädling(e)
<i>Achillea millefolium</i>	Welkepilze <i>Cercospora achilleae</i> Echter Mehltau <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Blattläuse <i>Aphis spec.</i>
<i>Althaea officinalis</i>	Rostpilz <i>Puccinia malva</i> Brennfleckenpilz <i>Colletotrichum malvorum</i>	Engerlinge Larven des Rüsselkäfers
<i>Arnica montana</i>	Pilz <i>Ekthyloma canae</i>	Fliegenlarve <i>Trypetz arnicivora</i>
<i>Artemisia dracuncululus</i>	Rostpilz <i>Puccinia dranunculina</i> Fusarium	Zikaden Blattwanzen Nematoden
<i>Carum carvi</i> <i>Anethum graveolens</i> <i>Foeniculum vulgare</i>	Wurzelfäule <i>Erwinia carotovora</i> Stengelflecken <i>Mycosphaerella anethi</i> Falscher Mehltau <i>Plasmopara nivea</i> u.a.	Blindwanzen Blattläuse u.a.
<i>Hypericum perforatum</i>	Pilz <i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	Johanniskrautkäfer <i>Chrysomela varians</i> Wicklerpuppen Blattwespen
<i>Melissa officinalis</i>	Blattflecken <i>Septoria melissae</i> Echter Mehltau <i>Erysiphe galeosidis</i> Rost <i>Puccinia menthae</i> Virosen	Raupen von Kleinschmetterlingen Schildkäfer Wanzen Zikaden
<i>Mentha x piperita</i>	Rostpilz <i>Puccinia menthae</i> Echter Mehltau <i>Erysiphe biocellata</i> Pfefferminzanthraknose <i>Spaeroceloma menthae</i> u.a.	Minzeblattkäfer <i>Chrysomela menthastri</i> , <i>Ch. coeruleans</i> Schwarzpunktzikaden Läuse
<i>Ocimum basilicum</i>	Pilz <i>Septoria organicola</i>	Ampfereulenraupe <i>Acrinicta rumuicis</i> u.a. Eulenraupen
<i>Ribes nigrum</i>		Larvenfraß <i>Calishynis vespe</i> , <i>C. macropus</i>
<i>Salvia officinalis</i>	Echter Mehltau <i>Sphaerotheca fuliginea</i> <i>Mycosphaerella pinoides</i> Rostpilz <i>Puccinia salviae</i>	Blattläuse <i>Aphis fabae</i>
<i>Thymus vulgaris</i> <i>Saturea officinalis</i>	Blatt- und Stengelfäule <i>Bothrytis</i> Echter Mehltau <i>Erysiphe biocellata</i>	

Aus dem bisher Gesagten wird deutlich, dass dies alles zwar punktuell helfen kann, aber keine generelle Lösung des Problems darstellt.

Tierische Schädlinge wie Zikaden bei Melisse und Johanniskraut, Blattwespe bei Johanniskraut, Blattläuse, Larvenfraß bei Johannisbeeren u.v.a. können zum Anbauproblem werden. Sie sind auch sehr bedeutsam für die Sicherung der Qualität, denn Befall mit tierischen Schädlingen muss – nicht nur aus ästhetischen Gründen – unbedingt vermieden werden. Eine Kontrolle der Schaderreger mit Hilfe chemischer Pflanzenschutzmittel ist im ökologischen Anbau jedoch nicht möglich, der im Notfall oft praktizierte Einsatz von Spruzit (Wirkstoff Pyrethrin + Piperonylbutoxid) ist nach dem gegenwärtigen Sachstand nur für die Erzeugung von Frischpflanzen, nicht aber für die Produktion von Arznei- und Gewürzdrogen zugelassen, der Einsatz damit illegal.

Ein weiteres Problem sind die Vorratsschädlinge. Da auch die Lagerräume nicht mit chemischen Pflanzenschutzmitteln behandelt werden dürfen, bleibt nur eine kostenaufwendige Entwesung der Partien.

Qualitätsprobleme im ökologischen Anbau ergeben sich somit durch Fremdbesatz, Krankheiten, tierische Schädlinge im Feld und Vorratsschädlinge.

Die große Stärke und auch das Hauptargument für die Anwendung biologischer Verfahren zur Schädlingsbekämpfung liegt in der fast immer sehr hohen Selektivität dieser Methoden. Das bedeutet nicht nur Umweltfreundlichkeit, sondern auch Sicherheit für Mensch und Nichtzielorganismen. Dieser vorwiegend ökologisch ausgerichteten positiven Seite stehen Nachteile ökologischer Natur gegenüber. Zum einen sind Nützlinge und mikrobiologische Präparate oft relativ teuer im Vergleich zu chemischen Pflanzenschutzmitteln, zum andern erfordern sie einen höheren Arbeitsaufwand und Wissensstand. Andererseits verbietet es sich, in Europa als Nützlinge angesehene Organismen in andere Gebiete der Erde (z.B. nach Chile) zu verbringen, da dann die Gefahr einer ökologischen Entgleisung besteht, da diese in Europa nützlichen Organismen dort keine natürlichen Feinde haben und selbst zu Schädlingen werden können. Die Verfügbarkeit von alternativen Methoden zur Schadensabwehr bzw. Schadensbekämpfung ist aber von existentieller Bedeutung für den Ökolandbau. Dem Befallsdruck stehen ökologisch arbeitende Landwirte derzeit relativ hilflos gegenüber, wobei der Einsatz von – für den ökologischen Anbau ausdrücklich zugelassenen – Pflanzenschutzmitteln je nach Kulturart recht unterschiedlich sein kann:

- im Ackerbau nutzen etwa nur 2 % der Ökolandwirte Pflanzenschutzmittel, dagegen
- im Obstbau 100 % der Obstbauern,
- im Weinbau 100 % der Weinbauern und
- im Gemüseanbau etwa 90 % der Gärtner (VOGT- KAUTE, persönliche Mitteilung 2001).

Innerhalb der Biologischen Bundesanstalt (BBA) besteht eine Gruppe, die sich speziell mit der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln für den ökologischen Landbau auseinandersetzt. Bis jetzt ist dieser Bereich aber nur klein, da nur 3,2 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ökologisch – und davon wiederum nur ein Bruchteil mit Arznei- und Gewürzpflanzen – bewirtschaftet wird. In der BBA wird auch darüber nachgedacht, ob bei Sortenprüfungen noch andere Kriterien wie Unkrautunterdrückungswirkung, Toleranz gegen samenbürtige Krankheiten, langstrohige Sorten usw. als Kriterien eine Rolle spielen sollen (KÜHNE 2001). Eine kostenintensive prophylaktische Maßnahme sind Pflanzenstärkungsmittel. Dies sind Stoffe, die ausschließlich dazu bestimmt sind, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen, und die dazu bestimmt sind, Pflanzen vor nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen. Das heißt, es dürfen keine direkten Schutzwirkungen gegen

Krankheiten und Schädlinge hervorgerufen werden. Wenn biozide Eigenschaften vorhanden sind, handelt es sich um ein zulassungspflichtiges Pflanzenschutzmittel.

Die derzeit verfügbaren Pflanzenstärkungsmittel haben ganz unterschiedliche Ausgangspunkte:

- auf anorganischer Basis (SiO<sub>2</sub> und Silikate (Gesteinsmehle), CaCO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub> ... ) 20 Produkte,
- auf organischer Basis (Kompostextrakte, Huminsäuren, Pflanzenextrakte, -aufbereitungen und -öle sowie auch ein tierisches Öl) 59 Produkte
- Homöopathika 24 Produkte
- mikrobielle Mittel (darunter Pilze wie *Trichoderma* spp., *Talaromyces flavus*, *Pythium oligandrum* Bakterien: *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces rimosus*) 11 Produkte. Diese Mittel sind nicht unproblematisch, denn ihre Abgrenzung zu den Pflanzenschutzmitteln ist schwierig
- Algenprodukte (Extrakte und Aufbereitungen aus Algen, vorwiegend Meeresalgen) 7 Produkte
- Wachse 10 Produkte
- Frischhaltemittel 8 Produkte

Wird die Situation der Pflanzenschutzmittel betrachtet, so ist der Zustand zur Zeit recht unbefriedigend. Für zahlreiche Anwendungsgebiete gibt es derzeit keine Pflanzenschutzlösungen. Es fehlen z. B. Pflanzenschutzmittel gegen bakterielle und pilzliche Erkrankungen sowie gegen beißende und saugende Insekten, aber vor allem jedoch Präparate mit herbizider Wirkung.

Obst- und Gemüsebau sind in die Bemühungen um Schließung von Indikationslücken für den ökologischen Landbau einbezogen, z.B. durch Kupfer-, Lecithin-, Neem- und Schwefelmittel im Obst- und Gemüsebau, *Bacillus thuringiensis* im Gemüsebau, Rapsöl und Kaliseife sowie pyrethrinhaltige Spritzmittel (z.B. Spruzit) im Gemüsebau. Arznei- und Gewürzpflanzen werden bisher scheinbar gar nicht zur Kenntnis genommen bzw. „werden diskutiert“ (WICK 2001).

Es ist dringend notwendig, zumindest das (im Vergleich zu chemischen Mitteln recht spärliche) know how anderer Kulturen (z.B. Gemüse- und Obstbau) für ökologisch angebaute Arznei- und Gewürzpflanzen nutzbar zu machen. Es müssen möglichst bald Lückenindikationsverfahren mit gründlicher Mittelprüfung eingeleitet werden, um z.B. Blattwanzen bei Fenchel, Zikaden in Melisse oder Mehltau bei Ringelblumen effektiv zu bekämpfen (vgl. Tab. 11.4). Eine Gruppenbildung analog Gemüse erscheint dabei sinnvoll und notwendig (siehe auch PALLUT 2001).

Pflanzenschutz im biologischen Verständnis als Prophylaxe **vor** der Erkrankung der Pflanze ist abzugrenzen vom konventionellen Begriff des Pflanzenschutzes, der die Anwendung von Verfahren und Mitteln gegen verschiedene Schadorganismen **nach** Eintritt der Kalamität umfasst. Für den ökologischen Anbau ist deshalb der Begriff „direkter Pflanzenschutz“ vorzuziehen (SCHNEIDER 1999).

Für den Fall, dass direkte Maßnahmen notwendig werden, sind die angewandten Mittel sowie die laufend als Wundermittel angepriesenen Neuheiten daraufhin zu prüfen, ob sie der Verordnung 2092/91 (EWG) über den ökologischen Landbau bzw. den Richtlinien der jeweiligen Anbauverbände entsprechen. Die Anwendung von Mitteln mit unmittelbar toxischer Wirkung, z.B. Chrysanthemum-Zubereitungen, sollte dem Notfall vorbehalten sein, da auch neutrale und nützliche Insekten abgetötet werden und sich in der Folge der Anwendung die Schädlinge meist schneller entwickeln als die Nützlinge.

Obwohl zugelassen, sind einige Anwendungen durchaus skeptisch zu bewerten:

- Kupferzubereitungen zur Pilzbekämpfung, wie sie im Weinbau gang und gäbe sind, haben eine Schwermetallbelastung und Gefährdung des Bodenlebens zur Folge.
- Kalkstein und Quarzmehl zum Stäuben wirken gegen saugende und beißende Insekten und Austrocknen gegen Pilze. Sie benötigen die geeignete Ausbringtechnik (Gebläse). Außerdem muss auf Anwenderschutz durch Staubmasken usw. geachtet werden.
- Der Einsatz von Nützlingen ist eine bis jetzt nur unter Glas und Folie wirtschaftliche Schädlingsbekämpfungsmethode.
- Mechanische Verfahren zur Absammlung von Schädlingen, wie es Versuche mit Bürsten und Absauggeräten beim Kartoffelkäfer zeigen, dürften sich jedoch wegen des hohen Aufwandes nicht durchsetzen.
- Auch Verfahren der Heißwasserbeizung, Heißluftbeizung und Elektronenbeizung sind bisher nicht praxisreif (KOCH, persönliche Mitteilung 2001).

Durch die "Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel" (zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 2589/2001 der Kommission vom 27. Dezember 2001 zur Liste der Drittländer der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel) werden in Anhang II B für den Pflanzenschutz in der Regel solche Stoffe als zulässig erklärt, die „außerhalb des ökologischen Landbaus" keine oder nur eine relativ geringe Bedeutung haben. Die Erklärung der "Zulässigkeit" der Anwendung in der genannten "Öko- Verordnung" ersetzt jedoch nicht die Zulassung als Pflanzenschutzmittel nach den Anforderungen des Pflanzenschutzgesetzes. Wird ein solches Mittel für den konventionellen und/oder integrierten Anbau freigegeben (z.B. aktuell Paraffinöl), so entspricht es nicht mehr der o.g. Anforderung, „außerhalb des ökologischen Landbaus keine oder nur eine relativ geringe Bedeutung“ zu haben, und es besteht die akute Gefahr, dass es für den Öko- Bereich nicht mehr zur Verfügung steht.

Es besteht dringender Handlungsbedarf. Entgegen der landläufigen Ansicht kommt der ökologische Landbau ohne Pflanzenschutzmittel nicht aus. Sollen die Anbauer nicht zum derzeit illegalen Einsatz von ökologischen Pflanzenschutzmittel gedrängt werden, so müssen möglichst bald Lösungen gefunden werden. Außerdem verbessert dies gleichzeitig die Produktsicherheit und Chargen- Rückverfolgbarkeit.

### **11.5. Kontrollsystem/Zertifizierung**

Jedes Unternehmen, das mit dem Ziel der Vermarktung Erzeugnisse aus ökologischem Anbau erzeugt, aufbereitet oder aus einem Drittland einführt, ist verpflichtet, diese Tätigkeit bei der zuständigen Behörde zu melden. Die Einhaltung der ökologischen Wirtschaftsweise wird regelmäßig (und meist) streng kontrolliert durch (staatliche oder meist private) Kontrollorganisationen. Für Zertifizierung und ökologische Entwicklungspläne müssen von den Anbauern meist erhebliche Summen bereitgestellt werden. Tritt eine Überproduktion ein, so sind die anfallenden Mengen meist nicht mehr als Bioware abzusetzen und müssen zu konventionellen Preisen vermarktet werden.



Aus der Praxis der letzten Jahre ist festzustellen, dass es zwischen den einzelnen Zertifizierungsorganen sehr starke Konkurrenz gibt. Dies führt dazu, dass nationale Zertifizierungsorganisationen der Drittländer in Europa nicht anerkannt werden, diese nationalen Zertifizierungsorganisationen durch in Europa oder in Deutschland ansässige Zertifizierer sozusagen als Supervisor zertifiziert und damit „salonfähig gemacht“ werden. Zum Teil werden entzogene Zertifizierungen durch andere Zertifizierungsstellen wieder erteilt (WILHELM, persönliche Mitteilung 2000). Es kommt zu ausufernder Zertifizierungspraxis, bei der es an Zertifizierungsqualität mangelt. Dabei kann der Eindruck entstehen, dass alles zertifiziert wird, wenn es nur jemanden gibt, der dafür bezahlt. Den Direktzertifizierern geht es offensichtlich mehr um wirtschaftliches Interesse und um Verdrängungswettbewerb. Andererseits werden Zertifizierungen oft gegenseitig nicht anerkannt und dem Anbauer empfohlen, eine zusätzliche Zertifizierung (natürlich gegen Geld) vornehmen zu lassen. Dabei sind die beteiligten Zertifizierer nicht zur Zusammenarbeit verpflichtet und tauschen die Daten untereinander nicht aus. Es gibt keinen ersichtlichen Grund, warum solche Mehrfach-Zertifizierungen überhaupt stattfinden. Sie sind klare und grobe Verstöße gegen die EU-Ökoverordnung, schaden nur der Zertifizierungsqualität und kosten Geld.

Es ist zu bezweifeln, dass eine Zertifizierung unter nachhaltigen ökologischen, entwicklungspolitischen und sozialen Kriterien funktionieren kann, solange die Zertifizierungsgesellschaften als freie Unternehmer am Markt tätig werden. Eine Absprache der Kontrollstellen bezüglich der Qualitätsanforderungen an die Zertifizierung wird von einigen Kontrollstellen aus Konkurrenzgründen für eher problematisch und unrealistisch angesehen.

Es ist wohltuend, dass in dem neuen Gesetz über den ökologischen Landbau Zulassungskriterien für Kontrollstellen, die Durchsetzung einheitlicher Kriterien für Kontrollen, eine länderübergreifende Wirksamkeit und klare Qualitätsparameter verankert werden sollen.

## **11.6. Rentabilität**

### 11.6.1. Arbeitsaufwand und Erträge

Wie bereits beim Pflanzenschutz ausgeführt, kann je nach Art der Droge die Arbeitsintensität stark variieren. Die mehr als 40 Jahre alte Aufstellung von HEEGER, in der ein Verhältnis zwischen Körnerdrogen, Krautdrogen mit Maschinenarbeit, Krautdrogen mit Handarbeit, Krautdrogen ohne Waschen, Blütendrogen mit Maschinenernte und Blütendrogen mit Handerte Verhältnisse von 1 : 1 : 2,5 : 3 : 6,5 : 30 angegeben ist (HEEGER 1956, S. 104), dürfte kaum an Aktualität verloren haben. Das gilt auch für ökologisch angebaute Kulturen. Insbesondere die Unkrautregulierung ist mit einem enormen Zeitaufwand an Handarbeit verbunden und somit ein kostspieliger Arbeitsschritt, der einen Mehraufwand von über 250 AKh / ha betragen kann. Hinzu kommen oft geringere Erträge infolge der extensiveren Bewirtschaftung. Denn das Ertragsniveau liegt in weiten Bereichen niedriger, insbesondere bei den Krautdrogen, da im ökologischen Anbau keine schnell pflanzenverfügbaren Dünger eingesetzt werden und die Nährstoffentzüge nur schwer innerhalb des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus ohne entsprechende andere Früchte ausgeglichen werden können. Im Getreideanbau liegen die Erträge im Vergleich zur klassischen Züchtung sogar auf dem Niveau von 1955 (MÜLLER 2002).

Weitere Kostenfaktoren sind u.a.

- die Notwendigkeit einer Kompostwirtschaft
- die Erzeugung und Nutzung von Wirtschaftsdünger
- die Kosten der Umstellungsphase auf ökologisch zertifizierte Produktion
- die Kosten für die Kontrollen der ökologischen Erzeugung
- eventuelle Lizenzgebühren der Vermarktung
- Mitgliedsbeiträge der Anbauverbände.

Anspruchsvolle Spezialkulturen wie Obstbau, Weinbau, aber auch der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen erbringen (oft) deutliche Mindererträge (GROSCH 1985), was sich letztlich in einem höheren Preisniveau für Bioware auf dem Markt widerspiegelt. Sicherlich ist es auch gerechtfertigt, einen gewissen Risikoausgleich (für das Auftreten von Kalamitäten o.ä.) einzukalkulieren.

#### 11.6.2. Preise

Öko-Artikel stehen momentan an der Schwelle in den Supermarkt, was auch an die Lieferanten andere Anforderungen stellt. Die Öko- Produktion wird auf größeren Flächen stattfinden, der Preisdruck wird steigen. "Pioniergewinne" werden im Zeitraum von zwei bis drei Jahren nur noch durch die Erzeugung von "Spezialitäten" zu erzielen sein, jedoch nicht mehr bei Teekräutern, die in großen Mengen nachgefragt werden.

Der Kunde im Lebensmitteleinzelhandel ist gewohnt, ein qualitativ hochwertiges Produkt zu erhalten. Dies gilt im Bereich Öko ganz besonders, da die „Wertigkeit“ des Produktes für den Verbraucher mit in dessen Beschaffung und Herstellung (*ökologischer Anbau*) liegt. Gegenüber den Erzeugerpreisen beim integrierten Anbau sind bisher um 1,8 bis 4,5fach höhere Preise keine Seltenheit (HOPPE 1999). Soll jedoch die Akzeptanz der Bioprodukte in der Bevölkerung nachhaltig erhöht werden, so dürften für die Mehrzahl der Produkte nur Preisspannen von max. 30 bis 50 % über den Preisen konventionell und/oder integriert erzeugter Produkte durchsetzbar sein. Hier muss man natürlich differenzieren zwischen Preisen bei Kleinmengen und bei Großproduktion.

Während der bisherige „normale“ Öko- Kunde bislang bereit war, für sein Produkt ideologische Preise zu bezahlen, so ist der Verbraucher im Lebensmitteleinzelhandel dies nur bis zu einer gewissen Grenze. Seit den 90er Jahren ist eine sinkende Tendenz der Zahlungsbereitschaft, andererseits ein Imagegewinn der Ökoprodukte festzustellen (BRUHN 2002, SCHLEPÜTZ 2002). Nicht die *Natur* und die *Philosophie* stehen hier im Vordergrund sondern vor allem der Aspekt *Gesundheit* (BRUHN 2002). Bedingt durch Diskussionen in der Öffentlichkeit (Gentechnik, verschiedene Lebensmittelskandale) sind die Kunden jedoch höher sensibilisiert und erwarten von einem ökologischen Produkt

- mehr Sicherheit
- Rückverfolgbarkeit
- höhere Belastungssicherheit.

Bei dem in Tabelle 11.5 dargestellten Preisvergleich zwischen Waren aus ökologischer und konventioneller und/oder integrierter Produktion wird nicht deutlich, worauf die Unterschiede

basieren, denn z. B. bei ökologisch erzeugten Äpfeln, Zitronenverbene, Hibiskus können nur die Zertifizierungskosten, nicht aber intensiverer Aufwand als Kostenfaktor angeführt werden.

Tab. 11.5: Preisdifferenz ausgewählter Waren aus ökologischen und konventionellem und/oder integriertem Anbau

Pflanze	Genutzter Pflanzenteil	Preis- Differenz Öko<->konv. (€)
Pimpinella anisum	Samen	1,55
Carum carvi	Samen	1,55
Foeniculum vulgare	Samen, bitter (klein)	1,80
Aloysia triphylla	Blätter	2,05
Cymbopogon citratus	Blätter	2,05
Matricaria recutita	Blüten	2,55
Mentha x piperita	Blätter	2,55
Melissa officinalis	Blätter	2,55
Hibiscus sabdariffa	Fruchtkelch	2,55
Malus silvestris	Fruchtstücke	2,55

Wichtige Faktoren für die Preisbildung sind auch:

- wie unterscheiden sich die Kosten in den einzelnen Herkunftsländern?
- wie hoch ist das Anbau- Risiko bei den einzelnen Kulturen (Vergleich Öko- konventionell und/oder integriert, höheres Risiko des Totalausfalls bei Öko durch fehlende chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel muss berücksichtigt werden)?

Es ist festzustellen, dass das Risiko bei bestimmten Saaten wie Anis und Fenchel wegen des Anbaus an der nördlichen Verbreitungsgrenze dieser Arten besonders für deutsche und österreichische Anbauer deutlich höher ausfällt als bei Blattdrogen wie Zitronenmelisse und Pfefferminze. Dies muss in die Gestaltung der Preise mit einbezogen werden.

Die Bereitschaft der Verbraucher zur Akzeptanz generell deutlich höherer Preise ist jedoch sehr gering. Es sei denn, es handelt sich um ausgesprochene „Paniksituationen“ wie den Zeitraum des Ausbruchs der BSE- Krise.

Üblicherweise werden insbesondere die Bulkwaren auf dem Weltmarkt eingekauft. Zunehmend setzen sich jedoch zur Erhöhung der Produktsicherheit langfristige Liefer-Abnahme- Beziehungen auf der Basis von Vertragsanbauten durch, für welche auch höhere Erzeugerpreise gezahlt werden. Aus Preisvergleichen ist zu erkennen, dass sich die höheren Rohstoffpreise, die oft für die biologisch angebaute Ware bezahlt werden, sich meist nicht im gleichen Umfang auf die Endproduktpreise niederschlagen (können).

Insgesamt ist – auch infolge der Ausdehnung der Flächen und dem Einkauf größerer Chargen – bereits ein Sinken der Preise für Rohwaren festzustellen.

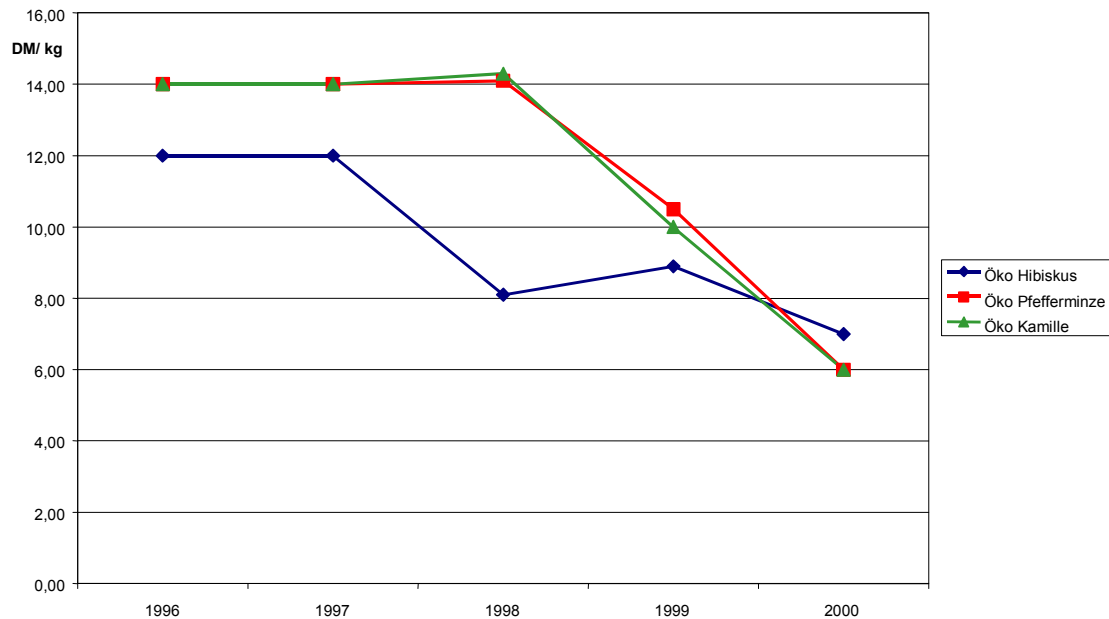


Abb. 11.2: Preisentwicklung Öko- Hibiskus, Öko- Pfefferminze, Öko- Kamille

Wie bei konventioneller und/oder integriert erzeugter Ware fällt auch bei den nach ökologischen Gesichtspunkten angebauten Heilpflanzen den Importen eine wesentlich größere Bedeutung für die Deckung des Inlandbedarfs zu als der einheimischen Produktion. Hauptlieferanten sind die Betriebe der biologischen Landbauverbände in

- Frankreich,
- Italien,
- Niederlande,
- Österreich,
- Ägypten,

aber auch

- Südamerika (insbesondere Chile, Argentinien und Paraguay) sowie in zunehmendem Maße die
- Länder Osteuropas wie Bulgarien, Polen, Tschechien, Ungarn, die sehr rasch gelernt haben, gute ökologische Qualitäten bereitzustellen (siehe auch LAMPKIN 1998). (In Tschechien z.B. gibt es inzwischen ganze Regionen – unseren Kreisen vergleichbar – die rein ökologisch wirtschaften).

Werden die Einkaufspreise für Waren aus deutschem Anbau und aus Importen verglichen, so ergibt sich ein sehr unterschiedliches Bild: bei einigen Waren gibt es keine oder nahezu keine, bei anderen dagegen gravierende Unterschiede. Letztere lassen sich nicht allein aus der Bewirtschaftungsweise erklären (Tab. 11.6).

Tab. 11.6: Preisdifferenz ausgewählter Waren zwischen deutschem Ursprung und Importen

Pflanze	genutzte Pflanzenteil(e)	Preis- Differenz D<->Import (€)
Mentha x piperita	Blätter	0,00
Cynara scolymus	Blätter, Köpfe	0,10
Foeniculum vulgare	Samen, bitter (klein)	0,40
Carum carvi	Samen	0,57
Pimpinella anisum	Samen	0,70
Hypericum perforatum	Kraut	0,77
Thymus vulgaris	Blätter	1,15
Malus silvestris	Fruchstücke	1,75
Matricaria recutita	Blüten	3,05
Ocimum basilicum	Blätter	4,00

Im Moment ist die Förderung des ökologischen Anbaus in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich. Dies hat weitere Wettbewerbsverzerrungen zur Folge.

Bei der bisherigen Preisbildung gar nicht oder viel zu wenig beachtet werden die ökologischen und sozialen Folgekosten der Herstellung, Verarbeitung und Vermarktung. Gäbe es nach dem Verursacherprinzip einen Preisaufschlag für die Folgekosten, könnten ökologisch erzeugte Waren sehr gut mit konventionellen Produkten konkurrieren.

### 11.7. Marktchancen

Obzwar nach der neuesten Initiative der Bundesregierung der ökologische Markt ein wachsender Markt ist, sind die Marktchancen durchaus begrenzt. Es handelt sich um eine Nische, die für Betriebe mit freier oder verfügbarer Arbeitskapazität und gesicherten Absatzwegen ein zusätzliches Standbein sein können. Der Zuwachs des jährlichen Marktvolumens wird derzeit mit etwa 10 % beschrieben (DEHE 1999).

Der künftige Anteil am Markt dürfte sich jedoch ebenso wie im gesamten Lebensmittelbereich in Grenzen halten.

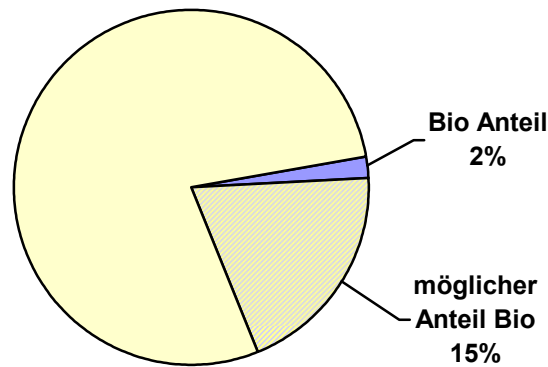


Abb. 11.3: Umsatzverhältnis Bioprodukte am Gesamtlebensmittelumsatz

Die Professionalisierung des Biomarktes hat in den letzten Jahren günstigere Marktstrukturen hervorgebracht. Als Vermarktungswege haben sich Vertragsanbau und Direktvermarktung etabliert. Mögliche Abnehmer für ökologisch erzeugte Heil- und Gewürzpflanzen sind

- Großhändler
- Naturkostverarbeiter
- Arznei- und Naturheilmittelhersteller
- Kosmetika- Hersteller
- Großhändler für Gemüse und Gastronomieverbrauch
- Endverbraucher über Direktvermarktung
- Erzeugergemeinschaften.

Angeboten werden auch Frischkräuter, im geringeren Umfang Topf- und Jungpflanzen, Saatgut, Extrakte, Preßsäfte, Kräuteres sig und Kräuteröl.

In der Direktvermarktung bestehen für kleinere Betriebe Chancen, konkurrenzfähige Preise zu realisieren. Verkauf ab Hof, Verkauf auf dem Wochenmarkt, Versand und Fahrverkauf (Absatz in der Gastronomie, Naturkostfachgeschäften, Großküchen u.a.m., HOPPE 1999) können für Selbstvermarkter interessant sein und die Handelsspanne dem eigenen Betrieb zugute kommen lassen (BRAUN 1990). Sollte sich eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung durchsetzen lassen, so rücken jedoch großtonnagige Vermarktungsstrategien in den Vordergrund, auf die sich die gegenwärtig meist geringen Betriebsgrößen hemmend auswirken würden.

Ein Argument, das von der Werbung für Öko- Kräuter ausgeschlossen werden muß, ist u.a. die Pestizidfreiheit der Produkte, denn dies kann nicht garantiert werden.

Geworben werden könnte u.a. mit folgenden Argumenten:

- ökologische Landwirtschaft ist umweltschonend und wegen der Kontrollverfahren und der aufwendigeren Produktionsverfahren etwas teurer (Der Preisunterschied wird immer vorhanden sein und muß erklärt werden).
- kein Einsatz von Mineraldüngern und chemisch- synthetischen Pflanzenschutzmitteln; dafür organische Dünger und biologischer Pflanzenschutz.
- Rückverfolgbarkeit der Produkte bis zum Feld. Der Nachweis, woher die Produkte stammen, kann erbracht werden.

Als Antwort auf die steigende Nachfrage werden aber teilweise auch Agrarerzeugnisse und Lebensmittel mit Angaben auf den Markt gebracht, denen zu entnehmen ist oder die beim Käufer den Anschein erwecken, daß sie aus ökologischem Landbau stammen oder ohne

Verwendung chemisch- synthetischer Mittel erzeugt worden sind. Viele dieser Pseudobioprodukte stammen aber nicht aus biologischem, sondern aus konventionellem oder integriertem Anbau. Allein schon alternativ wirkende Verpackungen können zu einem falschen Eindruck führen. Daher sind gemeinschaftliche Rahmenvorschriften über Erzeugung, Etikettierung und Kontrolle zum Schutz des ökologischen Landbaus erforderlich. Damit wird der laute Wettbewerb zwischen den Herstellern derart gekennzeichnete Erzeugnisse sichergestellt.

Dem Markt für Erzeugnisse des ökologischen Landbaus wird durch stärkere Transparenz aller Erzeugungs- und Verarbeitungsschritte ein deutlicheres Profil verliehen, was dazu führt, daß solche Produkte beim Verbraucher mehr Vertrauen genießen (EG Bioverordnung ökologischer Landbau 1994, 22/23).

Die neuen gesetzlichen Regelungen und Bestrebungen der Regierung könnten möglicherweise Unternehmen veranlassen, zukünftig vermehrt Heil- und Gewürzpflanzen aus ökologischem Anbau zu verwerten. So hat der biologische Anbau von Heilpflanzen in der Zukunft durchaus eine reelle Chance. Die steigende Nachfrage kann allerdings nur befriedigend gedeckt werden, wenn beste Qualität zu einem mittleren Preis geliefert werden kann.

### 11.8. Aktueller Handlungsbedarf

- Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel
  - die Verfügbarkeit von alternativen Methoden zur Schadensabwehr bzw. Schadensbekämpfung ist von existentieller Bedeutung für den Ökolandbau
  - Vor allem fehlen Pflanzenschutzmittel mit herbizider Wirkung, aber auch Präparate gegen bakterielle und pilzliche Erkrankungen sowie gegen beißende und saugende Insekten
- Lückenindikationsverfahren für Pflanzenschutzmittel, die bereits in anderen Bereichen (z.B. Gemüse- und Obstbau) angewendet werden
- Lückenindikationsverfahren gegen bestimmte Schaderreger, z.B. Blattwanzen bei Fenchel, Zikaden in Melisse oder Mehltau bei Ringelblumen (vgl. Tab. 4)
- Gruppenbildung analog Gemüse erscheint dabei sinnvoll und notwendig
  - Die Erklärung der "Zulässigkeit" der Anwendung in der "Öko- Verordnung" ersetzt **nicht** die Zulassung als Pflanzenschutzmittel nach den Anforderungen des Pflanzenschutzgesetzes
- Entwicklung von Düngungsverfahren zum adäquaten Ausgleich des Nährstoffentzugs von Arznei- und Gewürzpflanzen und damit Beitrag zur weiteren Steigerung der Produktqualität und Rentabilität
- Erzeugung von Saatgut mit hoher Qualität zu erschwinglichen Preisen durch Aufbau geeigneter Vermehrung und Erhaltungszüchtung für den Öko- Anbau zugelassener Sorten
- Gewährleistung gleicher Saatgut- Parameter und adäquater Qualitätsanforderungen wie für landwirtschaftliche Kulturen und Verankerung einer Saatgutenerkennung für Arznei- und Gewürzpflanzen im Saatgutverkehrsgesetz

## 11.9. Literatur

Beschreibende Liste der eingetragenen Pflanzenstärkungsmittel. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Institut für integrierten Pflanzenschutz. Stand: 31. Dezember 2001

Endbericht über die Internationale Konferenz „Biodiversität und Ökologische Pflanzenzüchtung“ 2./3. 12. 1999, Frick

Entwurf eines Gesetzes zur Durchführung der Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet des ökologischen Landbaus (Öko- Landbau- Gesetz – ÖLG)

Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

Alvesleben, R.; Werner, J.: Nachfrage nach alternativ erzeugten Nahrungsmitteln; Agra-Europe, Nr. 38, (1983), Sonderbeilage, S. 1-9

Becker, P.: Status Quo und Potential des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus – Ergebnisse einer Querschnittsanalyse von verschiedenen Studien. Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, FAH und FNR, Bonn, 6./7.3.2002

Bomme, U.; Nast, D.: Nährstoffentzug und ordnungsgemäße Düngung im Feldanbau von Heil- und Gewürzpflanzen. Zschr. Arzn. Gew.Pfl. 3 (1998) 82-90

Braun, U.: Arbeitszeitbedarf der Direktvermarktung im Ökologischen Landbau. bioland 17 (1990)

Bruhn, M.: Warum kaufen Verbraucher Bioprodukte (nicht)? Ökologie & Landbau 30 (2002) 121, 15-18

Budig, M.: Stickstoff besser genutzt. Bioland (2001) 6, 26 – 28

Clar, S.; Wortmann, A.: Saatgut und Pflanzenzüchtung für den ökologischen Gemüseanbau in Deutschland – Stand und Perspektiven. Dreschflegel e.V. (Hrsg.) 2001, 43 S.

Dehe, M.: Marktchancen ökologisch erzeugter Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Z. Arzn.Gew.pfl. 4 (1999 a) 44-50

Dehe, M.: Der ökologische Gewürz- und Heilkräuteranbau in Deutschland. In: Ökoplant e.V. / Stiftung Ökologie & Landbau (Hrsg.): Praxis des ökologischen Kräuteranbaus. Bad Dürkheim und bioland Verlag Mainz, 1999 b, 15-21

Geier, B.: Die Internationale Vereinigung Biologischer Landbaubewegungen (IFOAM). In: Willer, H. (Hrsg.) Ökologischer Landbau in Europa. Deukalion Verlag Holm 1998, 371-374  
Glanzer, G.: Qualitätsuntersuchungen an Heil- und Gewürzpflanzen. Abschlußbericht 1989 - 1992, 1995 (unveröff.)

Grosch, P.: Ökonomie im ökologischen Landbau – Zusammenhänge, Daten, Fakten. In: Vogtmann, H. (Hrsg.): Ökologischer Landbau – Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag Stuttgart 1985, 54-68



- Heeger, E. F.: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaues. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1956, 776 S.
- Hoppe, B.: Tendenzen, Probleme und Chancen des Anbaus und des Marktes von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Berichte über Landwirtschaft 77 (1999) 4, 610-634
- Kade, P.: Biologischer Anbau von Heilpflanzen. 1995, unveröff. 82 S + Anhang
- Kroth, E.; Liersch, R.: Chancen und Potenzial des deutschen Arzneipflanzenanbaus – 1. Mitt.. Erhebung und Bewertung des Status Quo – 1999 – des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Deutschland auf Seiten des Anbaus. Zschr. Arzn. Gew.Pfl. 6 (2001) 4, 195-2001
- Kühne, S.: Rahmenbedingungen für den Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Tagung „Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“, Fulda 10.12. 2001
- Lammerts van Bueren, E. et al.: Grundlagen der Diskussion. In: FIBL/NABU 2000: Ökologische Pflanzenzüchtung und Biologische Vielfalt von Kulturpflanzen. 13 – 30
- Lammerts van Bueren, E.: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen biologischen Pflanzenzüchtung – Schlussbericht: Perspektiven, Entscheidungen, Konsequenzen und Folgerungen. (1999) In <http://www.biogene.org/themen/saatgut/wsmethoden.htm> vom 4.4.2000
- Lampkin, N.: Ökologischer Landbau und Agrarpolitik in der Europäischen Union und ihren Nachbarstaaten. In: Willer, H. (Hrsg.) Ökologischer Landbau in Europa. Deukalion Verlag Holm 1998, 13-32
- Lück, L.: Heil- und Gewürzpflanzen im Ökologischen Landbau. Diplomarbeit Humboldt Univ. Berlin 1995, 120 S. + Anhang
- Lünzer, I.: Grundzüge des ökologisch / biologischen Landbaus. In: Vogtmann, H. (Hrsg.): Ökologischer Landbau – Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag Stuttgart 1985, 142-145
- Müller, K.-J.: Qualitätsweizen für den ökologischen Anbau unter regionalen Gesichtspunkten. Qualität und Pflanzenzüchtung. 37. Vortragstagung der Deutsch. Gesell. Qualitätsforsch., 4./5.3.2002 Hannover
- Ocker, H.-D.; Brüggemann, J.; Tietz, U.; Koball, G.: Schwermetallgehalte in Weizen- und Roggenmustern der Besonderen Erntermittlung (BEE) 1993, 1994 (unveröff.)
- Ocker, H.-D.; Eich, E.; Tietz, U.: Pflanzenschutzmittelrückstände in Weizen- und Roggenmustern der Besonderen Erntermittlung (BEE) 1993, 1994 (unveröff.)
- Ökoplant e.V. / Stiftung Ökologie & Landbau (Hrsg.): Praxis des ökologischen Kräuteraanbaus. Bad Dürkheim und bioland Verlag Mainz, 1999, 253 S.
- Pallut, W.: Probleme in der Pflanzenschutzmittelzulassung (Lückenindikation) speziell für den ökologischen Landbau. Tagung „Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“, Fulda 10.12. 2001
- Pank, F.: Einfluß des Herbizideinsatzes auf Wachstum und Entwicklung der Kulturpflanzen, Qualität der Ernteprodukte und Effektivität der Unkrautbekämpfung im Arznei- und

Gewürzpflanzenbau. Dissertation B, Humboldt-Universität Berlin, Sektion Gartenbau 1990 - 159 S.

Pank, F.: Chemische Unkrautbekämpfung im Arznei- und Gewürzpflanzenbau - Erfahrungen und Perspektive. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 2 (1997) 24 – 38

Preuschen, G.; Bernath, K.; Hampl, U.: Umstellung auf ökologischen Landbau. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim 1999, 235 S.

Sauer, U.: Der Markt für Heil- und Gewürzpflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau in der Bundesrepublik Deutschland - Situationsanalyse und Zukunftsperspektiven. Diplomarbeit Gesamthochschule Kassel 1988, 102 S.

Schleputz, S.: Wohin wachsen wir? Ökologie & Landbau 30 (2002) 121, 24

Schneider, R.: Pflanzenschutz im ökologischen Heil- und Gewürzpflanzenanbau. In: Ökoplant e.V. / Stiftung Ökologie & Landbau (Hrsg.): Praxis des ökologischen Kräuteranbaus. Bad Dürkheim und bioland Verlag Mainz, 1999, 73-91

Schubert, E.: Sorgen und Nöte aus Sicht des Anbaus. Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, FAH und FNR, Bonn, 6./7.3.2002

Tietz, U.; Koball, G.; Mrowietz, E.: Schwermetalle und Pflanzenschutzmittelrückstände im Brotgetreide der Neuen Bundesländer. 1993 (unveröff.)

Trunk, S.: Möglichkeiten der mechanischen Unkrautregulierung im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, dargestellt am Beispiel der Ringelblume, *Calendula officinalis* L.. Drogenreport 14 (2001) 26,54-56

Vogt- Kaute, W.: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau – eine Bestandsaufnahme. Tagung „Fortschritte in der Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“, Fulda 10.12. 2001

Vogtmann, H. (Hrsg.): Ökologischer Landbau – Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag Stuttgart 1985, 159 S.

Weiger, H.; Willer, H. (Hrsg.): Naturschutz durch ökologischen Landbau. Deukalion Verlag Holm 1997, 306 S.

Weinrich, C.: Bio- Gärtnern wie in der Abtei Fulda. Franckh- Kosmos Verlag Stuttgart 1995, 72 S.

Wick, M.: Lückenindikation im ökologischen Landbau. [www.bba.de/oekoland/luecken/luecken.htm](http://www.bba.de/oekoland/luecken/luecken.htm), Stand: Dezember 2001.

Wilbois, K.-P.: Ökologische Pflanzenzüchtung – was geht? Ökologie & Landbau 30 (2002) 121,40

Wilhelm, W. (pers. Mitt. 28.9.2001)

Willer, H. (Hrsg.) Ökologischer Landbau in Europa. Deukalion Verlag Holm 1998, 392 S.

## 12. Stand und Optimierungsbedarf bei der Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen

Prof. Dr. Joachim Müller; Wageningen University; Agrotechnology and Food Science; The Netherlands

Für die Ernte landwirtschaftlicher Hauptkulturen wie Getreide, Kartoffeln oder Grünfütter steht nach einer jahrzehntelangen industriellen Entwicklungsarbeit eine breite Auswahl an mechanisierten Verfahren und Maschinen zur Verfügung. Die technische Entwicklung konzentriert sich derzeit in diesem Bereich auf die Steigerung der Erntequalität und die Senkung der Verfahrenskosten. Anders stellt sich die Situation bei der Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen dar. Hier liegt ein wesentlich breiteres Spektrum an betroffenen Pflanzenorganen vor (Tabelle 12.1). Die Wirkstoffe sind zum Teil in Pflanzenteilen konzentriert, welche bei landwirtschaftlichen Hauptkulturen nicht geerntet werden, wie etwa in Blüten oder in der Rinde. In solchen Fällen müssen zur Mechanisierung der Ernte neue Verfahren entwickelt werden. Aber selbst bei der Ernte gängiger Pflanzenorgane wie Samen, Wurzeln oder Kraut müssen die hierfür üblicherweise eingesetzten Maschinen wie Mährescher, Kartoffelroder oder Mähler an die Formenvielfalt und Heterogenität der züchterisch meist wenig bearbeiteten Gruppe der Arznei- und Gewürzpflanzen angepasst werden.

Tab. 12.1: Spektrum an ernterelevanten Pflanzenorganen bei einigen Arznei- und Gewürzpflanzen

Pflanzenorgan		Beispiel
Wurzel	<i>radix</i>	Brennnessel
Wurzelstock	<i>rhizoma</i>	Ingwer
Zwiebel	<i>bulbus</i>	Knoblauch
Kraut	<i>herba</i>	Thymian
Blatt	<i>folium</i>	Salbei
Blüten	<i>flores</i>	Kamille
Blütengriffel	<i>stigma</i>	Safran
Frucht	<i>fructus</i>	Hagebutte
Samen	<i>semen</i>	Lein
Rinde	<i>cortex</i>	Chinarinde
Holz	<i>lignum</i>	Sandelholz

In der Fachliteratur sind Publikationen über technische Entwicklungen zur Mechanisierung der Arznei- und Gewürzpflanzen eher spärlich zu finden. Vor allem die Anpassung gängiger Maschinen erfolgt im praktischen Einsatz vor Ort und die hieraus gewonnenen Erfahrungen werden nur selten publiziert, obwohl gerade diese erratisch gewonnenen Ergebnisse eine

wertvolle Anregung für nachfolgende systematische Untersuchungen darstellen könnten. Solche wissenschaftliche Arbeiten sollten den folgenden Minimalkatalog an Kriterien zur quantitativen, qualitativen und somit letztlich ökonomischen Verfahrensleistung abdecken:

- Flächenleistung [ha/h]
- Durchsatz [dt/h]
- Arbeitszeitbedarf [AKh/ha]
- Energiebedarf [kWh/ha]
- Investition (Abschreibung) [€/a]
- Fixe und variable Maschinenkosten [€/ha]
- Beschädigung des Erntegutes
- Verunreinigung des Erntegutes
- Beschädigung der Stammpflanze
- Ernte unerwünschter Pflanzenteile
- Aufnahme von Fremdbestandteilen
- Verluste durch nicht erfasstes Erntegut
- Verluste durch ausgeworfenes Erntegut

Da besonders bezüglich der Messung der Qualitätskriterien noch keine Konventionsmethoden vorhanden sind, zeigt sich hier ein dringender Bedarf an wissenschaftliche Arbeit und Disput.

Nachfolgend werden Verfahren zur Blüten-, Samen- und Krauternte - soweit in der Literatur beschrieben - exemplarisch dargestellt.

### 12.1. Blütenernte

Bei den Blütendrogen nimmt die Kamille bezüglich der Anbaufläche sowohl in Deutschland als auch weltweit eine herausragende Stellung ein. Die Anforderungen an die Erntequalität sind hoch, so müssen die anhaftenden Stengelreste möglichst kurz sowie die Beimengung von Kraut und Fremdbestandteilen möglichst gering sein, was sich am sichersten durch die Handpflücke erreichen läßt. Allerdings ist hier die Arbeitsleistung mit 3-5 kg Blüten pro Akh äußerst gering. Mit Hilfe von Pflückkämmen kann die Leistung zwar auf 10-15 kg/Akh gesteigert werden, für einen feldmäßigen Anbau mit Erträgen um 70 dt/ha kommt jedoch eine manuelle Ernte nicht mehr in Betracht. Deshalb wurden schon seit längerer Zeit Bemühungen unternommen, die Kamillenernte zu mechanisieren. EBERT und SCHUBERT [1] entwickelten zu Beginn der 60iger Jahre eine der ersten Spezialmaschinen für die Kamillenernte. Danach wurden weitere Arbeiten von VARGA und TREFAS [2] sowie von HEROLD et al. [3] bekannt. Daneben gab es eine Serie von Patentanmeldungen [4-7], wobei jedoch keine kommerzielle Umsetzung in die Praxis erfolgte. Darüber hinaus dürfte eine Vielzahl mehr oder weniger erfolgreicher technischer Einzellösungen vorhanden sein, welche durch Kamilleanbauer im Selbstbau entwickelt wurden und als deren geistiges Eigentum zu respektieren sind.

In der wissenschaftlich unterstützten Entwicklung von Kamilleerntemaschinen haben sich in den letzten Jahren zwei Linien mit unterschiedlichem Pflückprinzip herauskristallisiert. Es

handelt sich hierbei um einen Selbstfahrer der Firma Hege welcher in Zusammenarbeit mit der Universität Giessen entwickelt wurde sowie um ein Anhängegerät welches an der Universität Novi Sad (Jugoslawien) entstand und mittlerweile durch ein Spin-off Unternehmen vertrieben wird. Die beiden Verfahren unterscheiden sich grundlegend in ihrem Pflückprinzip, Bild 12.1. Bei der Hege-Maschine wurde das Pflückprinzip des Linz-Kamilleernters aus der ehemaligen DDR aufgegriffen und weiterentwickelt. Eine entgegen der Fahrtrichtung rotierende Pflückkammtrommel greift in den Blütenhorizont ein und streift die Blüten vom Stängel ab. Anhaftende Stängelreste werden durch eine Schneideinrichtung abgetrennt. Mittels Förderbändern wird das Erntegut zur weiteren Abtrennung von Stängelteilen auf ein Schwingsieb transportiert und wird schließlich im Bunker gesammelt.

Bei der Martinov-Maschine rotiert eine mit Federzinken bestückte Pflücktrommel in Fahrtrichtung. Das Kamillenkraut wird von den Zinken erfasst und in die Maschine eingezogen. Dort bildet sich auf dem gewölbten Leitblech ein Pflanzenpolster, welches durch die hohe Trommeldrehzahl mehrfach durchkämmt wird. Die Kammwirkung ergibt sich aus einer versetzten Anordnung der Zinken auf den aufeinanderfolgenden Kammleisten. Der Abstand zwischen den Zinken entlang der Leisten beträgt ein Mehrfaches des Blütendurchmessers und verhindert somit ein Verstopfen der Pflücktrommel.

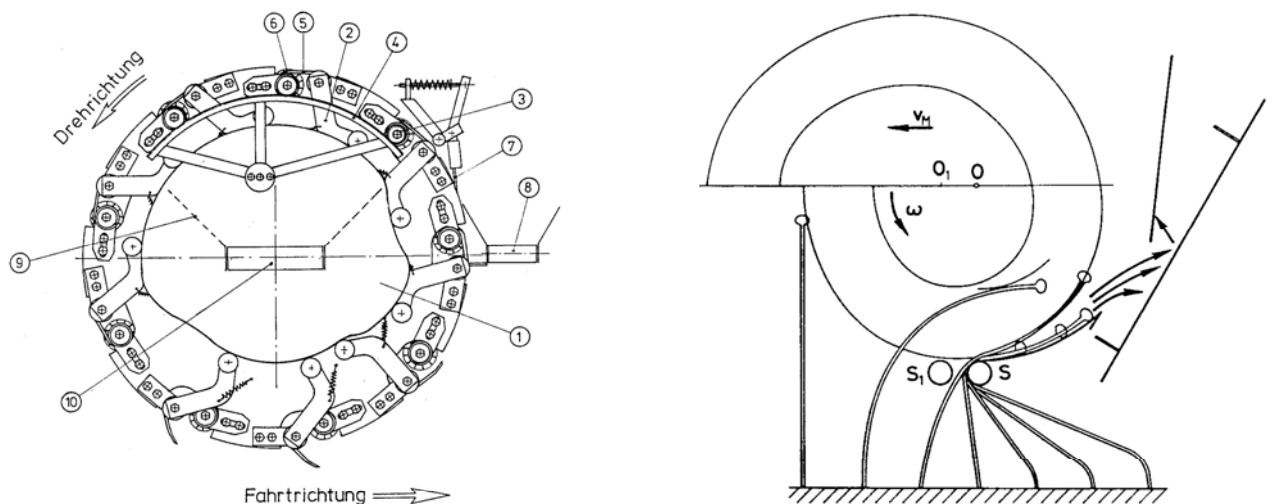


Abb. 12.1: Pflückprinzip für Kamille nach Hege (links) und Martinov (rechts)

Beide Maschinentypen wurden in wissenschaftlichen Untersuchungen bezüglich der Zinkengeometrie sowie verschiedener Einstellparameter wie Vorfahrtsgeschwindigkeit, Trommeldrehzahl und der Eindringtiefe in den Blühhorizont optimiert.

In Tabelle 12.2 sind Kennwerte für beide Maschinentypen bezüglich Flächenleistung und Arbeitsqualität zusammen mit der ursprünglichen Linz-Maschine aufgeführt. Als Indikator für die Arbeitsqualität wurden die Massenanteile an Kraut im Erntegut und Verlusten durch ausgeworfene Blüten herangezogen. Die Daten wurden aus verschiedenen Publikationen entnommen, entstammen also keinem direkten Vergleich unter identischen Rahmenbedingungen und sind deshalb als tendenzielle Information zu werten.

Tab. 12.2: Kennwerte der Kamilleernte

	Ernteleistung ha/h	Arbeitszeit Akh/ha	Krautanteil %	Verlust %
Linz	0,40	2,5	18	15
Heege	0,25	8,0	8	3
Martinov	0,30	3,3	19	13

Während die Linz- und Martinov-Maschine trotz unterschiedlichem Pflückprinzip ähnliche Leistungskennwerte aufweisen, erreicht die Heege-Maschine mit einem niedrigen Anteil an Kraut und Verlusten die beste Pflückqualität – allerdings zu Lasten des Arbeitszeitbedarfs, da eine zweite Arbeitskraft für das Absieben der Stängelreste erforderlich ist.

Der Stand der Wissenschaft und der Forschungsbedarf bei der Blütenernte ist in nachfolgender Übersicht aufgeführt.

Blütenernte	
Stand	Optimierungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handerte in Ländern mit niedrigem Lohnniveau</li> <li>• Maschinelle Ernte mit Maschinen auf Prototyp-Niveau</li> <li>• Wissenschaftliche Untersuchungen zur Ernteleistung und Erntequalität liegen begrenzt vor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichende Untersuchungen unterschiedlicher Pflückprinzipien bez. Ernteleistung, Erntequalität und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Entwicklung zur Einsatzreife in Zusammenarbeit mit Anbauern</li> </ul>

## 12.2. Samenernte

Für die Ernte von Samen wie Kümmel, Koriander oder Mariendistel steht die aus der Getreideernte bekannte Mähdruschtechnik zur Verfügung. Allerdings bereitet der relativ niedrige Züchtungsstand typische Probleme wie ungleiche Abreife, erhöhte Ausfallneigung, inhomogener Erntehorizont und Lagerbildung. Da sich sowohl die samenbergenden Pflanzenorgane als auch die Samen meist erheblich von Getreide unterscheiden, müssen die Maschineneinstellungen wie Dreschtrommeldrehzahl, Korbabstand, Siebgröße oder Windgeschwindigkeit in empirischen Untersuchungen an die entsprechenden Verhältnisse angepasst werden. Teilweise werden solche Informationen durch die Herstellerfirmen in Form spezieller Bedienungsanweisungen zur Verfügung gestellt. Diese Angaben sind dann jedoch an das Fabrikat gebunden und bieten oft nur tendenzielle Hinweise für eine Verallgemeinerung, Tabelle 12.3.

Tab. 12.3: Mähdreschereinstellung am Beispiel der Mariendistel

	Hecht 1992	Galambosi 1991	Anonym 1987
Fabrikat	MF 440	Fortschritt E- 512	Claas
Dreschtrommeldrehzahl	500-600 min <sup>-1</sup>	800 min <sup>-1</sup>	800-1100 min <sup>-1</sup>
Dreschkorbeinstellung	Vorn 2/3 zu Hinten 1-3 zu	10-12 mm	3.-5. Raste
Obersieb	6-7 mm		6-8 mm
Untersieb	8 mm	8-10 mm	4-6 mm
Reinigungswind	voll	mittel	$\frac{3}{4}$ stark

Eine der wenigen systematischen Untersuchungen zur Samenernte liegt von HECHT [8] vor. In Tabelle 12.4 sind die Ergebnisse für Fenchel, Koriander und Senf aufgeführt. Auffällig sind die großen Streubreiten der Werte, bedingt durch die bereits oben erwähnte Heterogenität bei Arznei- und Gewürzpflanzen. Der weite Samenhorizont erschwert das Anfahren des Bestandes und führte vor allem bei Fenchel zu sehr hohen Kornverlusten bis zu 20%

Tab. 12.4: Kennwerte der Mähdruschernte von Fenchel, Koriander und Senf

	Fenchel	Koriander	Senf
Samenhorizont cm	75-220	55-120	50-170
Ertrag dt/ha	0,5-1,7	1,4-2,4	1,7-2,7
Feuchtegehalt %	41	19-27	9-11
Druschleistung ha/h	0,2-1,0	0,5-1,5	0,7-1,7
Kornverlust %	2-20	1,5-3	5-12

Der Stand der Wissenschaft und der Forschungsbedarf bei der Samenernte ist in nachfolgender Übersicht aufgeführt.

Samenernte	
Stand	Optimierungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatz von Mähdreschern (evtl. mit Modifikationen)</li><li>• Einstellungen werden teilweise durch Hersteller empfohlen oder durch Landwirte empirisch ermittelt</li></ul> <p>Wissenschaftliche Untersuchungen zur Ernteleistung und Erntequalität liegen nur wenige vor</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Optimierung der Mähdreschereinstellungen</li><li>• Ökonomischer Vergleich von Direkt- und Schwadddrusch &gt; DSS</li></ul>

### 12.3. Krautdrogen

Zur Ernte von Krautdrogen werden spezielle Verfahren der Grünfütterernte eingesetzt, bei welchen das Erntegut nach dem Schnitt nicht auf dem Boden abgelegt wird, sondern ein direkter Transport in den Erntewagen erfolgt. Der Einsatz von selbstfahrenden Grüngütertern stellt eine bislang zufriedenstellende Lösung dieser Aufgabe dar, Bild12. 2.



Abb. 12.2: Selbstfahrender Mählader bei der Ernte von Sonnenhut



Da oft nicht das ganze Kraut geerntet wird, sondern nur der wirkstofftragende Horizont, muss das Schneidwerk in einem weiten Bereich höhenverstellbar sein. Um eine mechanische Beschädigung des Ernteguts zu vermeiden, sollte der Gutstrom auf dem Weg vom Schneidwerk zum Bunker nicht eingengt werden. Für niedrig wachsende Kräuter können diese Maschinen nicht eingesetzt werden, da der Mähbalken zu breit ist, um sich genügend an Bodenunebenheiten anzupassen. Zur Lösung dieses Problems wurde von STECKLY eine auf dem Rasenmäherprinzip beruhende Neuentwicklung vorgestellt, welche jedoch noch nicht ausführlich in schriftlicher Form publiziert ist.

Der Stand der Wissenschaft und der Forschungsbedarf bei der Krauternte ist in nachfolgender Übersicht aufgeführt.

Krauternte	
Stand	Optimierungsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernte mit Mähladern (überwiegend Selbstfahrer)</li> <li>• Ernte von niedrigwachsenden Kulturen mit Maschinen im Prototypenstadium</li> </ul> <p>Wissenschaftliche Untersuchungen zur Ernteleistung und Erntequalität liegen kaum vor</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichende Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen unterschiedlicher Mählander</li> <li>• Weiterentwicklung von Geräten zur Ernte niedrigwachsender Kulturen</li> <li>• Optimierung bez. Ernteleistung und -qualität</li> </ul>

#### 12.4. Fazit

Die Erntetechnik von Arznei- und Gewürzpflanzen ist in der Fachliteratur nur spärlich beschrieben, obwohl entsprechende Techniken entwickelt bzw. angepasst wurden. Soweit diese Entwicklungsarbeiten an Landesuntersuchungsanstalten oder ähnlichen öffentlichen Einrichtungen erfolgt ist, liegen die Ergebnisse dort evtl. in Form unveröffentlichter Berichte vor und sollten durch entsprechende Aufbereitung und Publikation zugänglich gemacht werden.

#### 12.5. Literatur

Ebert, K. u. H. Schubert: Kamille-Ernte voll mechanisiert. DEUTSCHE APOTHEKER ZEITUNG 102 (1962) Nr. 6, S. 167-168

Varga, I. u. L. Trefas: The state and characteristics of mechanization in medicinal plant production. HERBA HUNGARICA 14 (1975) Nr. 2/3, S. 135-149

Herold, M., F. Pank, E. Menzel, H. Kaltofen, E. Loogk u. H. Rust: Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von *Chamomilla recutita* L. (Rauschert) und *Calendula officinalis* L. für die Gewinnung von Blütendrogen. DROGEN-REPORT 2 (1989) Nr.2, S. 43-62  
Anonym: Patent BRD 2546593 (1977)

Anonym: Patent Frankreich 2297554 (1975)

Anonym: Patent UdSSR 322148 (1971)

Anonym: Patent UdSSR 759069 (1980)

Hecht, H., T. Mohr u. S. Lembrecht: Mähdruschernte von Körnerdrogen. LANDTECHNIK 47 (1992) Nr. 10, S.494-496/504

### **13. Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten**

Dr.-Ing. Albert Heindl; Heindl; Mainburg

#### **13.1. Grundprobleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen**

**- *Qualitätsprobleme: Keimzahlerhöhungen und Verluste an wertgebenden Inhaltsstoffen***

Teilweise sind hohe Anfangsverkeimung der Rohware bis zu  $10^7$  Keime/g auf dem Feld anzutreffen. Eine weitere Keimzahlerhöhung durch Transport und Trocknung (vor allem bei niedrigen Temperaturen) kann je nach Verfahren um bis zu 2 Zehnerpotenzen eintreten. Zulässig nach EAB ist eine solche Ware nur für Kategorie 4A max.  $10^7$ /g bei pflanzlichen Arzneimitteln, die vor der Anwendung mit siedendem Wasser aufbereitet werden (2).

Verluste an ätherischen Ölen um bis zu 50 % können durch überlange Trocknungszeiten auch bei niedrigen Trocknungslufttemperaturen verursacht werden.

**- *Problem steigender Produktionskosten: Hoher Energieverbrauch bei der Trocknung und steigende Energiekosten***

Je nach Produkt und Aufbereitungsart vor der Trocknung werden spezifische Energieverbräuche von bis zu 2,2 l Heizöl pro kg Trockenprodukt erreicht. Bei einer Verdoppelung der Energiekosten wie von 1999 auf 2000 geschehen von Euro 0,15 auf Euro 0,30 pro Liter Heizöl (1999 auf 2000) und einem hohen Anteil der Energiekosten (30 bis 50 %) an den Gesamtproduktionskosten führt dies zu einer wirtschaftlichen Schieflage in den Betrieben (12).

Übliche spezifische Energieverbrauchswerte liegen bei Bandtrocknern zwischen 0,5-1,3 l/kg TP, bei Satzrocknern im Bereich von 0,7-2,2 l/kg TP je nach Produkt, Aufbereitung vor der Trocknung und Trocknersystem bzw. Betriebsweise und Ausstattung der Trocknungsanlage. Bei der Satzrocknung von ungeschnittenen, krautigen oder blättrigen Pflanzen erhöht sich der Energieverbrauch pro kg fertiges Trockenprodukt unter Einbeziehung der Grobstiele (Anteil zwischen 30 und 40 %), die nach der Trocknung durch Schneiden und Windsichten entfernt werden (8). Weitere betriebswirtschaftliche Hinweise können der KTBL-Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen entnommen werden (10).

#### **13.2. Problemstellen in der Verfahrenskette und Lösungsansätze**

##### **13.2.1. Transport zur Verarbeitungsanlage und Lagerung vor der Trocknung**

Bereits auf dem Feld sind Verkeimungen der Pflanzen bis zu  $10^7$ /g anzutreffen (3). Keimzahlvermehrung und Wirkstoffverluste resultieren auch aus ungünstigen Bedingungen

beim Transport vom Feld zur Verarbeitungsanlage wie z.B. lange Transportwege, hohe unbelüftete Schüttungen im Transportwagen, lange Zwischenlagerung unter Sonneneinfluss in höherer Schüttung. Beim Ernten nach Platzregen können durch hochgespritzte Stäube zusätzlich Keime in höhere Regionen der Pflanzen übertragen werden, was die Ausgangskeimzahl der Pflanzen erhöht. Ferner sind Verunreinigungen durch Steine und Erdkluten anzutreffen.

**Als Lösungsvorschläge zur Qualitätsverbesserung (Q) können genannt werden:**

- Ernten möglichst nicht nach Platzregen durchführen
- höher angesetzter Schnitt
- kurze Transportzeiten (unter 1 h) durch schnelle, belüftete Transportfahrzeuge
- Lagerung des Erntegutes auf Betonboden in niedriger Schüttung unter Sonnenschutz
- Vorabsiebung des Erntegutes zur Fremdteilausscheidung

13.2.2. Schneiden und Windsichten der Nassware vor der Trocknung

Krautige und blättrige Pflanzen werden vor der Bandtrocknung geschnitten (30-50 mm) und windgesichtet, d.h. bis zu 40 % des Pflanzenmaterials in Form von Grobstielen werden vor der Trocknung als Abfall ausgesondert. Die Mischware wird zur Schneidemaschine rückgeführt, während die Blattware in einen Bunker geblasen wird. Das Entfernen der Grobstiele verringert den Energieaufwand für die Trocknung und verkürzt die Trocknungszeit. Probleme bereiten dem empfindlichen Schnittgut (wie Melisse, Pfefferminze, Dill) vor allem lange Transportwege zum Trockner mit grossen Fallhöhen und zahlreiche Fallstellen bei der Übergabe zwischen mechanischen Förderern (4). Dadurch bilden sich einerseits Produktzusammenballungen höherer Dichte, die schlechter trocknen und andererseits können Produktreste, die längere Zeit an Übergabestellen hängenbleiben und erst nach einer Zusammenballung wieder in den Produktstrom fallen zusätzlichen Keimbefall auslösen. Als Bandreiniger sind in diesem Fall rotierende Bürsten besser als stehende Abstreifer.

Bei Verwendung von Häckslern mit Wurfschaufeln zur Flugförderung des Schnittproduktes kann es zu einer erhöhten mechanischen Beschädigung und Verdichtung des Gutes kommen. In der Folge nehmen z.B. der Ätherischölgehalt und die Durchströmbarkeit durch Luft im Trockner ab.

Probleme tauchen vor allem auch bei taufeuchtem Produkt auf, wenn die Windsichtung beeinträchtigt wird und der Anteil an dicken Stielen im gesichteten Nassprodukt sich erhöht (4). Auch führen hohe Rückfuhraten beim Mischprodukt zu erhöhten Beschädigungen der Zellstruktur, Austreten von Pflanzensäften und höheren Verlusten an ätherischen Ölen beim erneuten Durchlauf durch die Schneidemaschine. Hieraus resultiert auch eine ungleichmäßige Trocknung mit erhöhtem Energieverbrauch.

**Als Lösungsvorschläge zur Qualitätsverbesserung (Q) und Energieeinsparung (E) können genannt werden (7), (4):**

- Einsatz von Siebtrommeln zur Vorenterdung, Entsteinung oder Entfernung von sonstigen Fremdbestandteilen (Q)
- Minimierung der Produktübergabestellen in der Aufbereitungsstufe nach dem Schneiden (Q)

- Rotierende Bürsten an Förderbändern zur kontinuierlichen Reinigung (Q)
- Windsichtung des Nassproduktes: frequenzumrichter gesteuerte Drehzahl der Ventilatoren zur Erhöhung der Luftgeschwindigkeit bei taufeuchtem Produkt, Beschichtung von Funktionsflächen mit Teflonfolien (Q, E)
- Minimierung des Produktanteiles, der bei der Windsichtlinie zur Schneidemaschine zurückgeführt wird, eventuell auf Kosten höherer Verluste gegen Null fahren (Q, E)
- Verwendung von Häckslern ohne Wurfschaufeln oder Spezialschneidemaschine mit Sichelschnitt und geringer Schleuderwirkung (Q).

### 13.2.3. Bandtrocknung

Keimzahlerhöhungen treten während der Trocknung insbesondere bei niedrigen Trocknungstemperaturen von 45°C (Produkttemperaturen über mehrere Stunden im Hochfeuchtebereich über 60 % zwischen 25 und 40°C!) und daraus resultierend langwieriger Trocknung bei hohen Anfangswassergehalten (z.B. Bandtrocknung von Artischockenkraut (4), (5)) auf. Auch wird der Energieverbrauch durch lange Trocknungszeiten erhöht (bis 1,4 l Heizöl /kg Trockenprodukt bei der Bandtrocknung von Artischocke (4).

**Als Lösungsvorschläge zur Qualitätsverbesserung (Q) und Energieeinsparung (E) können genannt werden (7), (13):**

- Wärmerückgewinnung aus der Trocknerabluft über Kreuzstromwärmetauscher, Energieeinsparung bis 40 % möglich (E)
- Vortrocknung des Rohmaterials in einem vorgeschalteten Einbandtrockner durch Nutzung der Abluftenergie (E)
- kontinuierliche Auslastung des Trockners im Dreischichtbetrieb (Auslauf- und Anfahrverluste vermeiden) (E)
- Isolierung der Trocknerzuluftkanäle (E)
- optimierte Teilumlufbetrieb in Abhängigkeit von der Abluftfeuchte (E)
- Auslastung des Trockners bis an die Leistungsgrenze (E)
- Abfallverwertung zur Erzeugung von Strom und Wärme in einer Biogasanlage (1000 kg Petersilienabfall = 60 m<sup>3</sup> Biogas = 200 kWh thermisch + 130 kWh elektrisch) (6) (E)
- Nutzung von Solarenergie zur Luftvorwärmung (in Mitteleuropa bis 0,2 l Heizöl, in Südeuropa bis 0,3 l Heizöl pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche und Tag von Mai bis September durchschnittlich einsparbar) (9)
- hoher Trockensubstanzgehalt der Rohware (durch Reduzierung der Stickstoffdüngung) (E)
- Übertrocknung durch kontinuierliche Wassergehaltsmessung vermeiden (E, Q)
- Dampfentkeimung des Rohmaterials am Trocknereintritt (bis zu 4 Zehnerpotenzen), führt jedoch zu Strukturwandel, Austreten von Pflanzensäften und Kollabieren des Materials, eventuell zu Verschiebung des Wirkstoffspektrums, keine arzneimittelrechtliche Zulassung mehr gegeben; deshalb nur für Gewürzkräuter denkbar (Q)
- Mikrowellenentkeimung im Trockner (bis zu 2 Zehnerpotenzen), produktabhängige Untersuchung der Wirtschaftlichkeit erforderlich (Q)

#### 13.2.4. Salztrocknung

Die Ganzpflanzentrocknung führt aufgrund der verringerten Trocknungsgeschwindigkeit zu einer verlängerten Trocknungszeit und einem erhöhten Energieverbrauch. Werden hohe Schüttungen ohne Wendung und mit zu geringer Luftgeschwindigkeit (unter 0,15 m/s entsprechend  $540 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ) gefahren, so bildet sich ein Feuchtegradient in der Schüttung aus. Kondensation von Wasserdampf in den obersten Schichten mit idealen Bedingungen über mehrere Stunden für die Keimvermehrung sind die Folge (z.B. Salztrocknung von Johanniskraut: Oberflächentemperatur einer 50 cm hohen Schüttung bleibt über 10 Stunden lang auf  $25^\circ\text{C}$  bei einer Trocknungslufttemperatur von  $60\text{-}65^\circ\text{C}$  (3)). Andererseits bilden sich Luftkanäle mit bevorzugtem Luftdurchgang aus, die zu einer ungleichmäßigen Trocknung führen.

Lange Trocknungszeiten bis zu 4-5 Tagen führen vor allem bei Baldrian zu Verlusten an ätherischen Ölen trotz niedriger Trocknungslufttemperaturen (5).

#### **Lösungsvorschläge zur Qualitätsverbesserung (Q) und Energieeinsparung (E) können genannt werden (7), (11):**

- Nutzung der Abluftenergie durch Wiederverwendung in nachgeschalteten Trocknungsanlagen oder optimierter Teilumlufbetrieb (11)(E)
- Nutzung von Solarenergie zur Luftvorwärmung (in Mitteleuropa bis 0,2 l Heizöl, in Südeuropa bis 0,3 l Heizöl pro  $\text{m}^2$  Kollektorfläche und Tag von Mai bis September durchschnittlich einsparbar) (9) (E)
- maximal zulässige Trocknungstemperatur anwenden (E)
- Steuerung / Reduzierung von Luftgeschwindigkeit und Trocknungslufttemperatur in Abhängigkeit der Abluftfeuchte zur Anpassung an den Trocknungsverlauf der Schüttung (E)
- hoher Trockensubstanzgehalt der Rohware (durch Reduzierung der Stickstoffdüngung) (E)
- schnellere und gleichmäßigere Trocknung durch Wendung oder Umsetzung der Schüttung nach dem ersten Drittel der Gesamttrocknungszeit (Q, E)
- Übertrocknung durch kontinuierliche Wassergehaltsmessung vermeiden (E, Q)
- Erniedrigung von Keimzahlen um bis zu 2 Zehnerpotenzen und erhöhter Rückhalt an Ätherischölen (bis zu 50 %) durch Zwischenschaltung einer Mikrowellenerwärmung z.B. nach einer Warmluftvortrocknung und vor dem Umsetzen des Materials; ferner Verringerung der Trocknungszeit (um bis zu 40 %) und Energieeinsparung (Beispiel Baldrianwurzeln) (E, Q)
- Anpassung von Luftgeschwindigkeit an Trocknerbeladung zur Vermeidung von Kondensation in den oberen Schichten der Schüttung; ausreichende Luftgeschwindigkeit (0,15-0,20 m/s) und angemessene Schütthöhe (max. 0,8-1,0 m bei krautigen Pflanzen, max. 0,3-0,5 m bei Blüten, max. 0,3-0,5 m bei gebrochenen Wurzeln, max. 0,15 bis 0,30 m bei Schnittware) als Voraussetzung für gleichmäßigere, rasche Trocknung und niedrigere Keimzahlen (Q)
- Auswahl von Sorten mit besonders hohen Gehalten an Ätherischölen (1) (z.B. Neuzüchtungen bei Baldrian) zur Kompensation von Verarbeitungsverlusten (Q)

### 13.3. Schlussfolgerungen

Möglichkeiten für die Verbesserung von Qualität und die Verringerung des Energieverbrauches bei der Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen sind vielfältig gegeben und zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Erzeuger und der Rohstoffbasis der abnehmenden Hand auch dringend notwendig. Inwieweit der eine oder andere Lösungsvorschlag für einen Betrieb geeignet ist, muss an den individuellen Verhältnissen des jeweiligen Betriebes ausgerichtet werden.

Schon durch kleinere Änderungen im Betriebsablauf oder kleinere Investitionen in die Verbesserung von Maschinen können positive Effekte hinsichtlich Qualität und Energieverbrauch erzielt werden. Für größere Investitionen seitens des Erzeugers und längerfristige Abnahmeverträge seitens der abnehmenden Hand muss jedoch auf beiden Seiten eine entsprechende Planungssicherheit gegeben sein.

### 13.4. Literatur

Beschreibende Saat- und Pflanzgutliste. Gemeinschaft der Züchter und Vermehrer von Heil- und Gewürzpflanzen in Bayern. 2001

Deutsches Arzneibuch. Stuttgart: 1996. 11. Ausgabe

Graf, C: Veränderung des mikrobiologischen Status von *Hypericum perforatum* L. während Ernte, Transport und Trocknung. Diplomarbeit am Institut für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen. Universität Hohenheim. 2001

Gespräche mit Arznei- und Gewürzpflanzenanbauern und -trocknern über Problematiken in der Verarbeitung und Trocknung, 2001/2002

Gespräche mit Verarbeiter von getrockneten Arznei- und Gewürzpflanzen, 2001

Gleixner, A: Verfahrenstechnische Alternativen der Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen - Aus Produktionsabfall entsteht Strom und Wärme. 11. Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion, 07-08.02.2001, 2001

Heindl A: Trockner für Arznei- und Gewürzpflanzen. Überblick und mögliche Entwicklungen in der Zukunft. Drogenreport 12 (1999), 21. S. 45-53

Heindl A: Praxiswerte und eigene Untersuchungen bzw. Berechnungen zum Energieverbrauch bei der Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Mainburg. 2000

Heindl A: Solare Warmlufttrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Z.Arn.Gew.Pfl. 5 (2000), S. 80-88

KTBL-Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen. Darmstadt 2002. 1.Auflage.

Quaas, F: Einfluss der Energiekosten auf die Rentabilität der Betriebe. 11. Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion. 07-08.02.2001

Quaas, F: Erfahrungen in der Arzneipflanzenproduktion am Beispiel der Agrargenossenschaft Nöbdenitz e.G.. Drogenreport 11 (1998), H 20, S.45-49

Schiele, E: Einfluss der Energiekosten auf die Rentabilität im Trocknungsbetrieb. 11. Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion. 07.-08.02.2001

### **13.5. Dias:**

komplette Ernte- und Nacherntetechnologie am Beispiel von Sellerieblatt von Schnitt, Transport, Zwischenlagerung, Enterdung, Schneiden, Windsichten, Trocknen  
Häckselung und Trocknung von Johanniskraut  
Schneiden, Windsichten und Bandtrocknen von Artischockenkraut  
Satztrocknung mit Dosierung



**Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn  
Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“  
Bonn, 06./07.03.2002**

**veranstaltet in Zusammenarbeit mit der  
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe FNR e.V., Gülzow**

**Probleme bei der Aufbereitung und  
Trocknung von  
Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten**

**Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg**

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e. V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn,  
06./07.03.2002

## **Gliederung**

- 1 Grundprobleme**
- 2 Problemstellen in der Nachertetechnik und Lösungsansätze**
- 3 Schlussfolgerung**

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl,  
Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn,  
06./07.03.2002

## **1 Grundprobleme**

### **1.1 Qualitätsprobleme**

**(Keimzahlen bis  $10^8$ /g Trockenprodukt,  
Verlust an wertgebenden Inhaltsstoffen z.B. bis 50% bei ätherischen Ölen)**

### **1.2 Produktionskosten**

**(hoher Energieverbrauch bis 2 l Heizöl/kg Trockenprodukt, steigende  
Energiekosten: Ölpreisverdoppelung 1999/2000)**

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl,  
Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn,  
06./07.03.2002

- 2 Problemstellen in der Verfahrenskette und Lösungsansätze**
  - 2.1 Transport zur Verarbeitungsanlage und Lagerung vor der Trocknung**
  - 2.2 Schneiden und Windsichten vor der Trocknung**
  - 2.3 Bantrocknung**
  - 2.4 Satztrocknung**

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl,  
Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn, 06./07.03.2002

## **2.1 Transport zur Verarbeitungsanlage und Lagerung vor der Trocknung**

**Probleme:**

- hohe Anfangsverkeimung der Pflanzen bis  $10^7/g$  auf dem Feld
- Keimzahlerhöhung durch:
  - lange Transportzeiten in hohen unbelüfteten Schüttungen
  - Zwischenlagerung unter Sonneinfluss in hohen Schüttungen

**Abhilfe:**

- hoch angesetzter Schnitt
- Ernte möglichst nicht nach Platzregen
- Transport in schnellen, belüfteten Fahrzeugen
- Lagerung auf glatten Betonböden in niedrigen Schüttungen unter Sonnenschutz

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn, 06./07.03.2002

## 2.2 Schneiden und Windsichten der Rohware vor der Trocknung (Verfahrensschaubild)

- Probleme:**
- Erd- und Steinanteil im Ernteprodukt (Q)
  - hoher Grobstielanteil bei ungenügender Windsichtung, insbesondere bei taufeuchtem Produkt (Q, E)
  - Produktzusammenballungen an Übergabestellen (Q)
  - mechanische Beschädigung durch Häcksler mit Flugschaufeln oder hohe Rückführaten bei der Windsichtung (Q)
- Abhilfe:**
- Siebtrommeln zur Steinentfernung und Vorenterdung (Q)
  - Frequenzumrichter für Windsichter, Teflonbeschichtungen
  - geringe Zahl an Übergabestellen, kleine Fallhöhen, Bürsten zur Bandreinigung (Q)
  - verringerte Rückführaten auf Kosten höherer Verluste (Q)
  - Verwendung von Spezialschneidemaschinen (Q)

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn, 06./07.03.2002

## 2.3 Bantrocknung

- Probleme:**
- ungleichmäßige Trocknung (Q, E) durch Produktverdichtungen
  - Keimzahlerhöhung bei Niedertemperaturtrocknung
  - hoher Energieverbrauch (E)
- Abhilfe:**
- Minimierung des Grobstielanteils und der Produktverdichtungen
  - Energieeinsparung durch: Wärmerückgewinnung, Umluftbetrieb, Biogasnutzung aus Abfallstelen, Solarenergienutzung, volle Auslastung des Trockners im Dreischichtbetrieb, Vortrocknung durch Abluftströme (E)
  - Vermeiden von Übertrocknung (Feuchtemessung) (E, Q)
  - Dampfkemimung (bis 4 Zehnerpotenzen) am Trocknereintritt (nur Gewürze) (Q)
  - Mikrowellenentkemimung (bis 2 Zehnerpotenzen) (Q)

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg

Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn, 06./07.03.2002

## 2.4 Salztrocknung

- Probleme:**
- ungleichmäßige Trocknung (Q, E) durch Produktzusammenballungen
  - Keimzahlerhöhung bei Niedertemperaturtrocknung
  - hoher Energieverbrauch (E)
  - Kondensation in oberen Schichten der Schüttung (Q)
- Abhilfe:**
- Wenden oder Umsetzen der Schüttung (Q, E)
  - Reduzierung von Luftvolumenstrom und -temperatur mit fortschreitender Trocknung (E)
  - Anpassung von Luftgeschwindigkeit an Trocknerbelastung (Q)
  - Energieeinsparung durch: Wärmerückgewinnung, Umluftbetrieb (Hintereinanderschaltung der Luftversorgung), Solarenergienutzung, volle Auslastung des Trockners (E)
  - Vermeiden von Übertrocknung (Feuchtemessung) (E, Q)
  - Mikrowellenentkeimung in der Umsetzperiode (bis 2 Zehnerpotenzen) (Q, E)
  - Auswahl von Sorten mit hohem Ausgangsgehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen (z.B. Baldrian, Ätherischölgehalt)

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg



Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn,  
06./07.03.2002

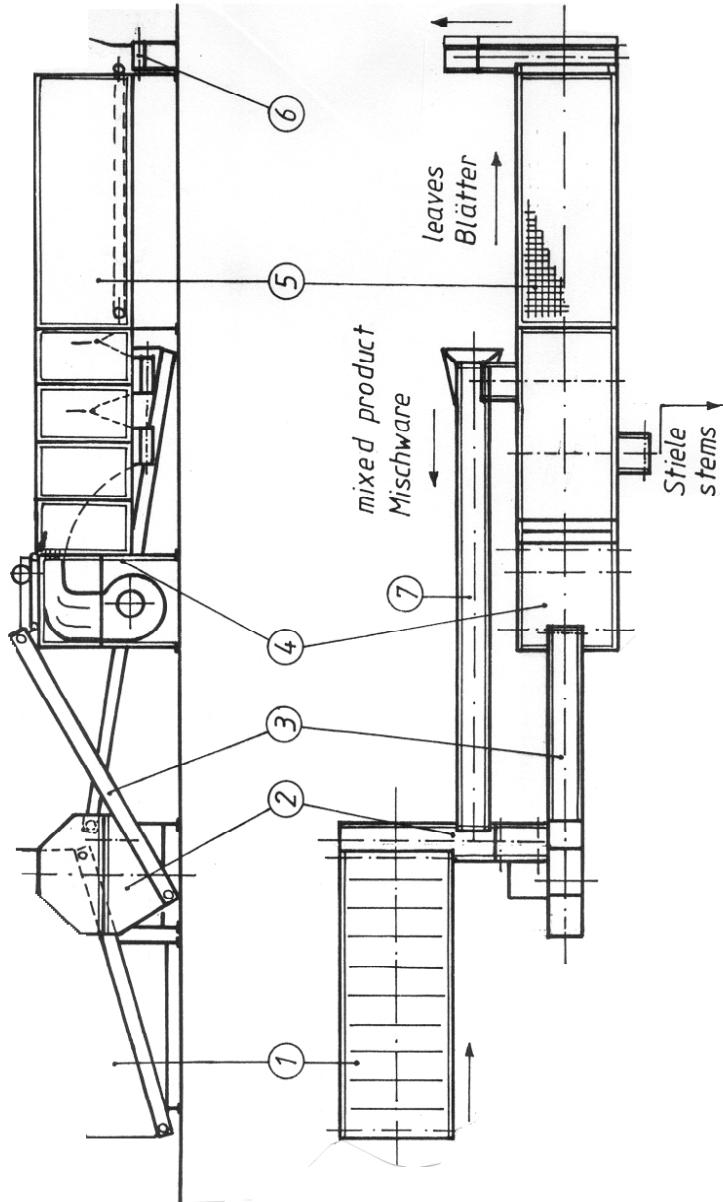
### **3 Schlussfolgerungen**

- **Verbesserungen der Qualität und Verringerung des Energieverbrauches sind zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Erzeuger und der Rohstoffbasis der Abnehmer notwendig**
- **Lösungsvorschläge müssen auf die Situation des jeweiligen Betriebes angepasst werden**
- **kleinere Änderungen in der Betriebsweise / Investitionen können bereits Verbesserungen herbeiführen**
- **für größere Investitionen und längerfristige Abnahmeverträge wird Planungssicherheit benötigt**

Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl,  
Mainbur

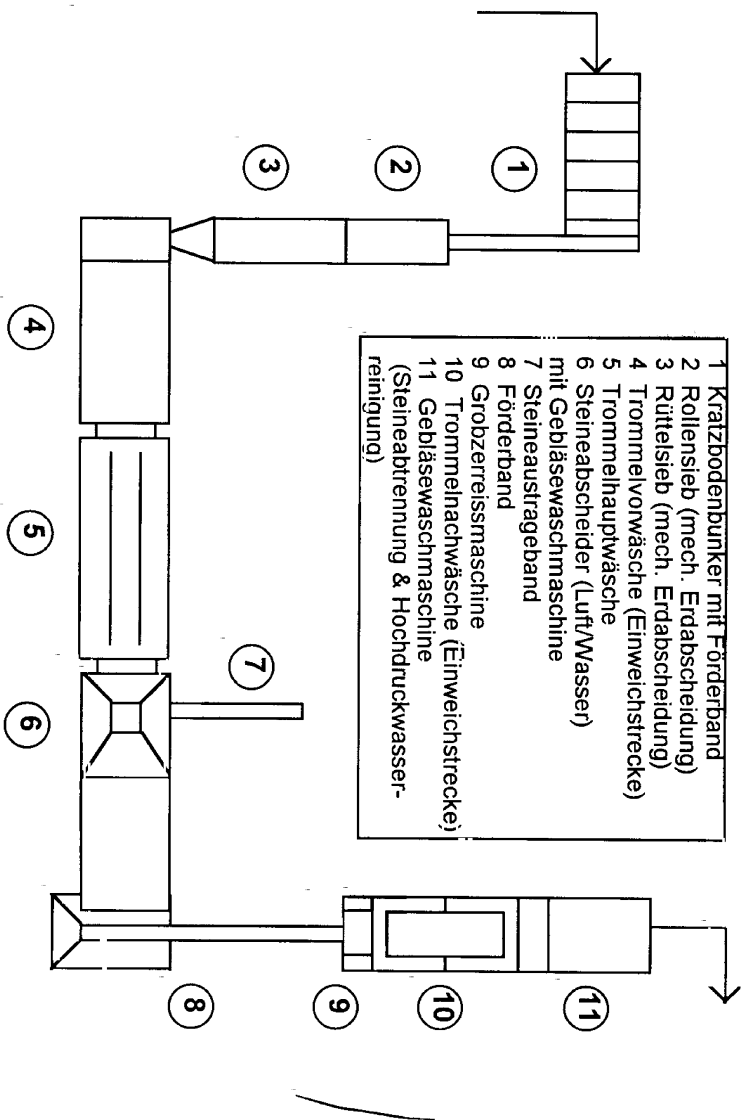
Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bonn, Workshop „Arzneipflanzen als nachwachsende Rohstoffe“, Bonn, 06./07.03.2002  
 Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg

2.2.1



1: Dosierbunker, 2: Schneidemaschine, 3: Aufgabeband Windsichter,  
 4: Windsichter mit Verteilapparat, 5: Bunker für Blätware, 6: Austragequerband, 7: Rückführband Mischware

## 2.2.2 Waschen und Zerkleinern (Verfahrensschaubild)



Probleme bei der Aufbereitung und Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen und Lösungsmöglichkeiten, Dr.-Ing. Albert Heindl, Mainburg

## 14. Untersuchungen zur Mikroflora von Arzneipflanzen

Dr. Gero Beckmann; Labor L+S; Bad Bocklet

Dr. Ute Körner; Labor L+S; 97708 Bad Bocklet

### 14.1. Einleitung

Pflanzliche Drogen zeigen bei der mikrobiologischen Qualitätskontrolle häufig eine hohe Keimbelastung (LEIMBECK 1987, BECKMANN et al. 1997, KOLB 1999, GRAF et al. 2002). Diese ist auf den Eintrag von Mikroorganismen während des Aufwuchses z.B. über witterungsbedingte Kontaminationen (BOVALLIUS et al. 1978), der Ernte und der Nachbehandlung zurückzuführen und gibt vielfach Anlass zu Beanstandungen, wenn die Drogen als Rohstoffe zur Arzneimittelherstellung dienen. So zeigte LEIMBECK 1987, dass nur 8,7% der untersuchten Teedrogen den damaligen F.I.P.-Richtlinien entsprachen.

Häufig wird der mikrobiologische Status auch auf Nachernte- und anthropogene Faktoren zurückgeführt (FRANK 1989). Über die Besiedlung von Arznei-Pflanzen während der Vegetationsperiode gibt es kaum Publikationen (SCHNEIDER 1987). Überhaupt ist die Datenlage zum mikrobiellen Status von Pflanzen vergleichsweise rar (FRIEDRICH u. SCHNEIDER 1973, WEEB et al. 1978, GEESON 1979, HÄRTLING 1983, ABDELNOOR et al. 1984, HÄRTLING 1987, ALONZO et al. 1994, KOLB 1999, BECKMANN et al. 1996).

Es sollte im Rahmen eines Forschungsprojektes untersucht werden, wie die natürliche Mikroflora von verschiedenen frischen Arzneipflanzen über zwei Vegetationsperioden hinweg beschaffen ist. Dabei standen die in der Pharm. Eur. geregelten Keimgruppen im Vordergrund. Besonders berücksichtigt wurde die Familie der Enterobacteriaceae, weil diese immer wieder bei Grenzwertüberschreitungen im Vordergrund steht.

### 14.2. Material und Methodik

Jeweils zwei konventionelle Anbauflächen für Melisse, Petersilie und Baldrian wurden über zwei Jahre hinweg (2000/2001) unter sterilen Kautelen beprobt (Blatt bei Melisse und Petersilie, die Wurzel bei Baldrian). Die Flächen liegen in Bayern und Hessen und wurden mindestens seit 1998 nicht mehr organisch gedüngt. Die Flächen befanden sich nicht in unmittelbarer Nähe von Dungroten, Kläranlagen, Rastplätzen und stark befahrenen Straßen. Pro Feld wurden pro Zeitpunkt zwei Proben (Randbereich und Zentrum) gezogen. In der Aufwuchsphase konnten Petersilie und Melisse bis zu drei Mal in ungefähr monatlichem Abstand beprobt werden, Baldrian nur einmal kurz vor der Ernte. Zu Vergleichszwecken wurde geerntetes Material vor und nach der Trocknung untersucht. Der Probentransport erfolgte am gleichen Tag mit Kühlboxen (10°C +/- 2°C) ins Labor mit sofortiger Verbringung in Kühlschränke (2-8°C). Der Probenansatz wurde am darauffolgenden Tag durchgeführt.

Die Anbauer wendeten unterschiedliche Trocknungsverfahren an:

Melisse:      Anbauer A: Hordentrockner 42 °C  
                  Anbauer B: Bandrockner 42 °C

Petersilie:    Anbauer A: Bandrockner 40-104 °C

Baldrian:      Anbauer A: Hordentrockner 42 °C  
                  Anbauer A: begehbarer Hordentrockner 42 °C

Beim Baldrian wurde der großtechnische Waschvorgang (MARQUARD u. KROTH 2001) im Labor imitiert: Waschen in Trinkwasser, bis das ablaufende Spülwasser optisch klar war. Die Pflanzenproben wurde unzerkleinert in Stomacherbeutel gegeben und nach Befüllung mit Pufferlösung mit dem Stomacher jeweils 2 Minuten behandelt. Die Weiterverarbeitung der Proben erfolgte nach 10 bis max. 15 Minuten Standzeit.

Die nach den Vorgaben der Pharm. Eur. 2.6.12 durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen umfassten folgende Parameter:

- aerob mesophile Bakterien (AMB)
- Hefen und Schimmelpilze
- Enterobacteriaceae (quantitativ und semiquantitativ)
- Escherichia coli (qualitativ und semiquantitativ)
- Salmonellen
- Staphylococcus aureus
- Pseudomonas aeruginosa

Probenzahlen:   Melisse: 88  
                      Petersilie: 105  
                      Baldrian: 44

Alle Enterobacteriaceae-Isolate wurden konventionell biochemisch unter Verwendung des API-/ATB-Systems differenziert.

### 14.3. Ergebnisse

Da die Verteilung der Keimzahlen in einigen Fällen nicht einer Normalverteilung entsprachen, wurde aus statistischen Gründen mit dem Median gearbeitet.

#### Melisse

Zwar zeigt sich im Jahre 2001 (n=32), dass die minimal nachgewiesenen Keimzahlen der Parameter aerob mesophile Bakterien (AMB), Hefen, Schimmelpilze und Enterobacteriaceae bis zu 1,5 Zehnerpotenzen unterhalb derer des Jahres 2000 (n=28) liegen, der Vergleich der Medianwerte birgt jedoch ebenso wie der Maximalwerte keine nennenswerten Differenzen (s. Tab. 14.1).

Die Medianwerte aller quantitativ bestimmten Parameter liegen mindestens 2 Zehnerpotenzen über den Grenzwerten der Ph. Eur. Kat. 3B, die Bedingungen der Kat. 4A werden allerdings von den meisten Proben erfüllt. Hier sind die Werte für Hefen und Schimmel der begrenzende Faktor. Die Anforderungen der Kategorie 4B wird von vielen Proben nicht erfüllt.

Tab. 14.1: *Melissa officinalis* L.;  
Untersuchung der auf dem Feld gezogenen Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=28)			2001 (n=32)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$1,5 \times 10^6$	$7,4 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	$6,8 \times 10^4$	$4,8 \times 10^7$	$5,5 \times 10^6$
<b>Hefen</b>	$3,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^6$	$9,5 \times 10^4$	< 100	$1,5 \times 10^6$	$8,0 \times 10^4$
<b>Schimmelpilze</b>	$1,0 \times 10^4$	$4,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$1,9 \times 10^3$	$2,8 \times 10^6$	$3,8 \times 10^5$
<b>Enterobacteriaceae</b>	< 100	$1,5 \times 10^6$	$3,5 \times 10^4$	< 100	$1,4 \times 10^6$	$1,8 \times 10^4$

Die Untersuchungen der Proben **vor der Trocknung** führte zu ähnlichen Ergebnissen (Tab. 14.2). Auch hier wurden Keimzahlen (AMK) um  $10^6$  /  $10^7$  festgestellt, und auch hier bewegen sich die Keimzahlen für Hefen und Schimmel dicht an bzw. über den erwähnten Grenzwerten. Wie bei den auf dem Feld gezogenen Proben wurden Enterobakterien in einer sehr großen Schwankungsbreite zwischen < 100 und  $10^6$  bzw.  $10^4$  KBE / g nachgewiesen, der Median lag im Jahre 2001 mit  $10^3$  KBE / g eine gute Zehnerpotenz unter dem von 2000. Allerdings war die Probenzahl relativ gering.

Tab. 14.2: *Melissa officinalis* L.;  
Untersuchung vor Trocknung gezogener Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=6)			2001 (n=8)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$7,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	$1,3 \times 10^5$	$2,9 \times 10^7$	$6,2 \times 10^6$
<b>Hefen</b>	$3,0 \times 10^4$	$2,3 \times 10^6$	$7,0 \times 10^4$	$5,9 \times 10^3$	$1,1 \times 10^6$	$5,7 \times 10^5$
<b>Schimmelpilze</b>	$5,0 \times 10^2$	$3,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$	$2,1 \times 10^4$	$3,8 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
<b>Enterobacteriaceae</b>	< 100	$3,6 \times 10^6$	$8,5 \times 10^4$	< 100	$2,5 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$

Proben **nach der Trocknung** (Tab. 14.3) enthielten stets Keimzahlen >100 KBE/g. Bei den Enterobakterien lagen die Minimalwerte in beiden Jahren bei  $10^3$ , die Maximalwerte bei  $10^6$ . Die Gesamtkeimzahlen lagen auch bei diesen Proben, die nun, da sie als Droge (getrocknete

Arzneipflanze /-teile) bezeichnet werden können, mit  $10^7$  KBE / g um drei Zehnerpotenzen über den Anforderungen der Ph. Eur. (Kategorie 3B), lediglich die Grenzwerte der weniger strengen Kategorie 4A wurden mit diesen Werten eingehalten. Gleiches gilt für die Hefen und Schimmelpilze, die addiert Werte von  $10^5$  bzw.  $10^6$  KBE / g (im Jahre 2001) erreichten. Mit  $10^6$  KBE / g liegen diese Parameter sogar über den vergleichsweise niedrigen Anforderungen der Kategorie 4A.

Tab. 14.3: *Melissa officinalis* L.;  
Untersuchung nach Trocknung gezogener Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=6) - Hordentrockner			2001 (n=8) - Bandtrockner		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$7,9 \times 10^6$	$4,1 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$8,0 \times 10^6$	$2,8 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$
<b>Hefen</b>	$< 10^{4*}$	$9,5 \times 10^5$	$6,0 \times 10^4$	$9,5 \times 10^4$	$7,6 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$
<b>Schimmelpilze</b>	$9,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^6$	$1,6 \times 10^5$	$5,7 \times 10^5$	$9,5 \times 10^5$	$7,6 \times 10^5$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$5,9 \times 10^3$	$1,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^6$	$2,8 \times 10^4$

\*niedrigere Verdünnungsstufen waren nicht auswertbar

Der Leitkeim **Escherichia coli** wurde in einzelnen Proben nachgewiesen, wie aus Tabelle 14.4 ersichtlich. Der Nachweis wurde sowohl in der Anreicherung als auch im MPN-Verfahren geführt, wobei nur zwei Proben im Jahre 2000 'vor Trocknung' in beiden Verfahren positiv waren. Im MPN-Verfahren wurde die Keimzahl innerhalb der Grenzen  $>100 <1000$  KBE / g nicht überschritten.

Tab. 14.4: *Melissa officinalis* L.;  
Nachweise von *E. coli*.  
Klammerwerte: Probenzahl (n)

	<i>Feld</i>	<i>VOR Trocknung</i>	<i>NACH Trocknung</i>	<i>Gesamt</i>
<b>2000</b>	3 (28)	3 (6)	1 (6)	7 (40)
<b>2001</b>	5 (32)	1 (8)	2 (8)	8 (48)

## Petersilie

Petersilie wurde in beiden Beprobungsjahren bei dem gleichen Anbauer gewonnen. Die Ergebnisse der **Feldproben** (Tab. 14.5) sind mit denen der Melisse vergleichbar: Auch hier wurden in beiden Beprobungsjahren Keimzahlen (AMB) von bis zu  $10^7$  KBE / g ermittelt, wobei die Medianwerte um eine bzw. zwei (2001) Zehnerpotenzen darunter lagen. Bei den weiteren bestimmten Parametern sind die jeweilig ermittelten Medianwerte aus beiden Jahren nahezu identisch und liegen sowohl bei den Hefen und Schimmelpilzen als auch bei den Enterobakterien im Bereich von  $10^4$  KBE / g.

Tab. 14.5: *Petroselinum crispum* Hill;  
Untersuchung der auf dem Feld gezogenen Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=31)			2001 (n=28)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$9,2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^7$	$2,2 \times 10^6$	$2,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^7$	$4,6 \times 10^5$
<b>Hefen</b>	$< 10^4$ *	$1,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^4$	$3,8 \times 10^3$	$5,7 \times 10^5$	$5,5 \times 10^4$
<b>Schimmelpilze</b>	$2,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^4$	$3,8 \times 10^3$	$7,6 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$< 100$	$1,3 \times 10^6$	$6,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^6$	$7,5 \times 10^4$

\* niedrigere Verdünnungsstufen waren nicht auswertbar

Die Ergebnisse der Untersuchung des geschnittenen Erntegutes **vor der Trocknung** (Tab. 14.6) erbrachte im Wesentlichen keine Abweichungen von den zuvor besprochenen Werten. Während die Keimzahlen (AMB) mit denen von Melisse vergleichbar sind bzw. mit Werten um  $10^5$  KBE / g (2001) leicht darunter lagen, waren Enterobakterien hier bei der Petersilie in höherer Zahl nachweisbar: Im Jahre 2000 um eine, 2001 gar um zwei Zehnerpotenzen.



Tab. 14. 6: *Petroselinum crispum* Hill;  
 Untersuchung vor Trocknung gezogener Proben  
 Angaben in KBE / g

	2000 (n=10)			2001 (n=12)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$2,8 \times 10^5$	$1,7 \times 10^8$	$1,7 \times 10^7$	$3,8 \times 10^4$	$1,0 \times 10^7$	$7,6 \times 10^5$
<b>Hefen</b>	$2,6 \times 10^4$	$7,6 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$	$5,3 \times 10^4$
<b>Schimmelpilze</b>	$3,4 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$3,8 \times 10^3$	$5,7 \times 10^5$	$8,6 \times 10^3$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$1,2 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$	$6,2 \times 10^5$	$9,5 \times 10^3$	$2,7 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$

**Nach der Trocknung** untersuchte Petersilie (Tab. 14.7) unterschied sich hingegen deutlich von den vergleichbaren Melisse-Proben. Besonders Hefen waren in deutlich geringerer Zahl nachzuweisen; in beiden Erntejahren lagen diese Werte um zwei Zehnerpotenzen darunter. Bei der Keimzahl aerob mesophiler Bakterien sowie den Schimmelpilzen waren es jeweils mindestens eine Zehnerpotenz, mit Medianen von  $10^6$  KBE / g (GKZ) und  $10^4$  bzw.  $10^3$  KBE / g (Schimmelpilze, 2000 und 2001). Die Keimzahlen an Enterobakterien unterschieden sich hingegen mit Medianwerten von  $10^5$  und  $10^4$  KBE / g nicht von den Melisse-Ergebnissen.

Tab. 14.7: *Petroselinum crispum* Hill;  
 Untersuchung nach Trocknung gezogener Proben  
 Angaben in KBE / g

	2000 (n=12) - Bandtrockner			2001 (n=12) - Bandtrockner		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$4,5 \times 10^4$	$2,4 \times 10^7$	$3,1 \times 10^6$	$7,6 \times 10^4$	$1,3 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$
<b>Hefen</b>	< 100	$5,7 \times 10^5$	$1,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,9 \times 10^5$	$6,7 \times 10^3$
<b>Schimmelpilze</b>	$1,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^5$	$2,5 \times 10^4$	$2,0 \times 10^2$	$1,9 \times 10^5$	$3,8 \times 10^3$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$2,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^6$	$2,5 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$

**E. coli** wurde in insgesamt 28 Proben nachgewiesen (Tab. 14.8). Dabei überstiegen die Keimzahlen im Regelfall den Bereich  $>10 < 100$  KBE / g nicht. In 6 Fällen (2000: 4; 2001: 2) jedoch fielen Proben 'vor Trocknung' durch hohe Keimzahlen  $>5000$  KBE / g auf. Nach der Trocknung konnte *E. coli* nur im Anreicherungsverfahren nachgewiesen werden.

Tab. 14.8: Petroselinum crispum Hill;  
Nachweis von E. coli  
Klammerwerte: Probenzahl (n)

	<i>Feld</i>	<i>VOR Trocknung</i>	<i>NACH Trocknung</i>	<i>Gesamt</i>
<b>2000</b>	7 (31)	6 (10)	1 (12)	14 (53)
<b>2001</b>	3 (28)	8 (12)	3 (12)	14 (52)

### Baldrian

Feldproben von Baldrianwurzel (Tab. 14.9) erbrachten besonders im Jahre 2001 sehr niedrige Minimal-Keimzahlen bei allen untersuchten Parametern: bei Hefen, Schimmelpilzen und Enterobakterien sogar jeweils unter der Nachweisgrenze von 100 KBE / g. Im Jahre 2000 glichen die Mediane jedoch denen der zwei anderen untersuchten Kulturpflanzen. Keimzahlen (AMB) von  $10^7$  KBE / g, Hefen bei  $10^3$  KBE / g, Schimmelpilze bei  $10^4$  KBE / g und Enterobakterien in einer Anzahl von  $10^4$  KBE / g wurden nachgewiesen. 2001 wurden weniger Hefen isoliert, bei mehr als der Hälfte der Proben wurde hier die Nachweisgrenze unterschritten. Die Keimzahlen (AMB) zeigten einen Medianwert von  $10^6$  KBE / g, Schimmelpilze und Enterobakterien wurden in Keimzahlen von  $10^4$  bzw.  $10^3$  KBE / g nachgewiesen.

Tab. 14.9: Valeriana officinalis L.;  
Untersuchung auf dem Feld gezogener Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=16)			2001 (n=12)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$1,9 \times 10^6$	$5,1 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$	$1,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^7$	$2,7 \times 10^6$
<b>Hefen</b>	$4,0 \times 10^2$	$5,7 \times 10^5$	$8,8 \times 10^3$	< 100	$1,9 \times 10^3$	< 100
<b>Schimmelpilze</b>	$2,4 \times 10^2$	$1,9 \times 10^5$	$4,5 \times 10^4$	< 100	$5,7 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$
<b>Enterobacteriaceae</b>	< 100	$2,7 \times 10^5$	$2,4 \times 10^4$	< 100	$2,3 \times 10^5$	$4,5 \times 10^3$

Die Baldrian-Proben mit der Bezeichnung '**vor der Trocknung**' waren bereits durch die Anbauer gewaschen und wurden somit im Labor nicht einem weiteren Waschprozess unterworfen. Die Ergebnisse ähneln jedoch weitgehend denen, die bei den auf dem Feld gezogenen Proben ermittelt wurden. So lagen auch hier die Keimzahlen (AMB) im Bereich von  $10^6$  KBE / g, die Hefen und Schimmelpilze wurden mit Werten von zusammen  $10^4$  bzw.

$10^3$  KBE / g nachgewiesen, wobei die Verteilung auf beide Parameter in den beiden Jahren etwas unterschiedlich war (Tab. 14.10). Bis auf einen Minimalwert von  $< 100$  im Jahre 2000 fiel die Verteilung der Enterobakterien recht gleichförmig um Werte von  $10^4$  KBE / g aus.

Tab. 14.10: Valeriana officinalis L.;  
Untersuchung vor der Trocknung gezogener Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=4)			2001 (n=4)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$3,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	$9,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$
<b>Hefen</b>	$1,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$
<b>Schimmelpilze</b>	$1,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^2$	$9,5 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$< 100$	$9,5 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$

**Getrocknete** Baldrian-Proben fielen besonders wegen niedriger Hefekeimzahlen im Jahre 2001 auf (Tab. 14.11).

Tab. 14.11: Valeriana officinalis L.;  
Untersuchung nach Trocknung gezogener Proben  
Angaben in KBE / g

	2000 (n=4)			2001 (n=4)		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Median</i>
<b>Aerob meso. (AMB)</b>	$1,1 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$2,1 \times 10^4$	$7,4 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$
<b>Hefen</b>	$1,7 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$5,1 \times 10^4$	$< 100$	$< 100$	$< 100$
<b>Schimmelpilze</b>	$2,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$4,5 \times 10^4$	$< 100$	$7,6 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
<b>Enterobacteriaceae</b>	$< 100$	$2,0 \times 10^4$	$9,5 \times 10^3$	$< 100$	$2,0 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$

Beim Baldrian wurden die wenigsten E. coli-Isolate nachgewiesen (Tab. 14.12). Bei den Feld-Proben waren zwei in der Anreicherung positiv, die dritte wies im MPN-Verfahren eine Keimzahl im Bereich  $>100 < 1000$  auf.

Tab. 14.12: Valeriana officinalis L.;  
E. coli - Nachweise  
Klammerwerte: Probenzahl (n)

	<i>Feld</i>	<i>VOR Trocknung</i>	<i>NACH Trocknung</i>	<i>Gesamt</i>
<b>2000</b>	1 (16)	0 (4)	1 (4)	2 (24)
<b>2001</b>	2 (12)	0 (4)	0 (4)	2 (20)

#### 14.4. Diskussion

Als Grundsatz der pharmazeutischen Mikrobiologie gilt, dass Rohstoffe mikrobiell nicht mehr als die geltenden Grenzwerte für das jeweilige Endprodukt belastet sein dürfen (WALLHÄUSSER 1995).

Insgesamt wurden 237 Pflanzen-Proben mikrobiologisch untersucht. Nur einzelne Drogen (hier: ausschließlich Baldrian) konnten sämtliche Anforderungen der Pharm. Eur. an Fertigarzneimittel der Kategorie 3B erfüllen. Die Anforderungen der Kategorie 4A hingegen wurden von der Mehrzahl der Proben erfüllt. Hier überschritten Melisse und Petersilie in Einzelfällen das Limit für Hefen/Schimmelpilze.

Generell ist kein bedeutsamer Unterschied der Keimzahlen von Frischpflanzen im Vergleich zu Erntegut und getrockneter Ware festzustellen. Einziger Unterschied: Bei Einsatz höherer Trocknungstemperaturen, wie bei Petersilie technologisch möglich und auch durchgeführt (Bandtrockner mit Temperaturen bis zu 104°C), kommt es zum Absinken der Hefekeimzahl. Bei der Bewertung der Keimzahlen wurde der Trocknungsverlust nicht berücksichtigt. Eine gesonderte Bewertung ist in Vorbereitung (BECKMANN u. KÖRNER 2002). Signifikante Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Anbaujahren wurden trotz erheblicher Witterungsunterschiede nicht festgestellt.

Enterobacteriaceae wurden regelmäßig auf allen Frischpflanzen, aber auch im getrockneten Material nachgewiesen. Neben E. coli dominierten Pantoea spp., Serratia spp., Enterobacter spp., Klebsiella spp., Citrobacter spp. und Providentia spp. Im Jahr 2000 wurden insgesamt 27 verschiedene Vertreter der Familie der Enterobacteriaceae, 2001 sogar 30 nachgewiesen. 23 Gattungen/Arten wurden in beiden Jahren isoliert. Die Zahl der Enterobakterien-Spezies pro Untersuchung konnte bis zu sieben verschiedene Arten ausmachen.

Nur in 2000 wurden gefunden:

*Klebsiella planticola*

*Citrobacter amalonaticus*

*Ewingella americana*

*Providentia alcaligenes*

Nur in 2001 wurden isoliert:

*Serratia odorifera*

*Serratia ficaria*

*Enterobacter amnigenus*

*Enterobacter gergoviae*

*Enterobacter sakazakii*

*Providentia rustigiannii*

*Providentia stuartii*

Die Differenzierung der Keime erfolgte klassisch kulturmorphologisch und biochemisch. Dabei wurde das API-System (ATB) eingesetzt. Dieses erlaubte nicht die Spezieszuordnung in der neugeschaffenen Gattung *Pantoea*. Hier sind Folgeuntersuchungen notwendig, die eine höhere Zahl von biochemischen Merkmalen erfassen.

Generell bleibt festzustellen, dass die nachgewiesenen Enterobacteriaceae mit Ausnahme von bestimmten Serovaren von *E. coli* (s.u.) derzeit nicht als obligat humanpathogen gelten. Nur in Einzelfällen wurde bei immunsupprimierten oder sonstwie vorgeschädigten, in der Regel hospitalisierten Patienten über Infektionen berichtet (RENKEN-ZÜRNER 1985). Diese fanden stets nicht über die orale Route statt.

Enterobakterien treten in großer Regelmäßigkeit vom Beginn der Vegetationsphase an auf. Die vorliegenden Ergebnisse rechtfertigen, diese Enterobakterien als pflanzenassoziierte Mikroflora anzusprechen, auch wenn in einzelnen Proben Keimgehalte  $< 100$  KBE/g gefunden wurden. Die mittleren Enterobakterien-Mengen der untersuchten Anbaujahre waren vergleichbar: sie lagen für Petersilie zwischen  $10(4)$  bis  $10(5)$  KBE/g, für Melisse bei  $10(4)$  KBE/g und für Baldrian bei  $10(3)$  bis  $10(4)$  KBE/g. Diese Ergebnisse an Frischpflanzen sind durchaus mit denen an getrockneten Pflanzen erhobenen Werten vergleichbar (KABELITZ 1996, BECKMANN et al. 1997).

Enterobakterien sind offensichtlich ein charakteristisches Merkmal unbehandelter pflanzliche Drogen. Eine Limitierung, wie in der Pharm. Eur., aber auch in den vorlaufenden nationalen Arzneibüchern erfolgt, ist aus hygienisch-infektiologischer Sicht nicht gerechtfertigt. Keimzahlüberschreitungen werden u.E. hinreichend über den Parameter „aerob mesophile Bakterien“ erfasst.

Arzneimittel-Zwischenfälle nach oraler Aufnahme von Enterobakterien (andere als *Salmonella*-Serovaren und pathogene *E. coli*) wurden - unserer Kenntnis nach - bisher noch nicht berichtet. Des weiteren muss bedacht werden, dass eben diese Enterobakterien regelmäßig über frische Salate, Rohkost und unbehandelte Cerealien aufgenommen werden. Das Argument, man müsse die spezielle Disposition von Kranken berücksichtigen, ist nicht

schlüssig. Gerade Kranke erhalten z.B. über Krankenhausküchen eine Kost, die reich an unbehandelten und mikrobiologisch hoch belasteten Pflanzen ist. Diese Kost wird in wesentlich größeren Mengen als die Medikation aufgenommen und im Regelfall nicht mikrobiologisch kontrolliert. Die Betreiber von Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung sind in der Europäischen Union allenfalls verpflichtet, ein System der Gefahrenidentifizierung und -Lenkung im Sinne eines HACCP-Konzeptes zu implementieren (BECKMANN et al. 2000). Hier sind in der betriebshygienischen Praxis jedoch erhebliche Vollzugsdefizite zu beobachten (BECKMANN et al. 1997).

Die von pflanzlichen Lebensmitteln ausgehende mikrobiologische Gefahr wurde bisher generell unterschätzt. Dem Problem haben sich zwischenzeitlich verschiedene Ausschüsse der Europäischen Gemeinschaft angenommen. Dennoch ist unstrittig, dass Lebensmittel tierischer Herkunft wesentlich häufiger die Ursache für Infektionen darstellen als Pflanzen.

Salmonellen wurden in keinem Falle nachgewiesen. Dieses ist positiv zu werten, zumal die Biozönose weitläufig mit Salmonellen kontaminiert ist. In einer Querschnittsstudie bei getrockneten pflanzlichen Drogen, Kräutern und Gewürzen in der Routineanalytik eines Auftragslabors (1990-1993) hatten wir in 1,0% aller Proben Salmonellen nachweisen können (BECKMANN et al. 1996). Aus der Literatur sind ähnliche Befallsraten bekannt.

Staph. aureus wurde je einmal in Feldproben Baldrian und Melisse nach Anreicherung nachgewiesen. Hier ist bedeutsam, dass Staph. aureus als Indikator für menschliche Kontaminationen gelten kann. Zu erwarten wären Staph. aureus-Funde eher in Prozessschritten, bei denen der Mensch manuell eingreift (Ernte und Trocknung). Dieses war hier nicht der Fall. Die vorliegenden Funde sind daher zunächst als zufällig zu werten. Eine infektiologische Bedeutung besitzt Staph. aureus hier mit großer Wahrscheinlichkeit nicht, da die Rohstoffe zum ganz überwiegenden Teil für Oralia eingesetzt werden. Dort liegt die bedenkliche Dosis für enterotoxinbildende Staph. aureus-Isolate, bei mind. 10(4)-10(6) KBE/g Untersuchungsgut (SEIDEL 1992).

Pseudomonas aeruginosa wurde in keiner Probe, selbst nach Anreicherungsverfahren nachgewiesen. Die Untersuchungen erfolgten, weil Ps. aeruginosa ebenfalls als Hygieneindikator und potentieller Eitererreger gilt. Daneben werden Pseudomonaden als sehr anspruchslose Keime häufig in feuchten Biotopen gefunden. Daher erstaunt es, dass Pseudomonas aeruginosa in einer zweijährigen Querschnittsstudie niemals nachgewiesen wurde. In der pharmazeutischen Produktionshygiene verursachen diese Keime erhebliche Probleme (BECKMANN 2001).

E. coli wird nach wie vor als Fäkalindikator gewertet. Sie besiedelt regelmäßig den Darm von Warmblütern. Ausnahme: Haus- und Feldkaninchen. Ein Eintrag auf landwirtschaftliche Anbauflächen ist regelmäßig voraussehbar über Wildtiere, darunter Kleinnager und Vögel. Infektiologische Bedeutung haben nur bestimmte Serovare, bei denen Pathogenitätsfaktoren wie bestimmte Toxine nachgewiesen werden können. Drei E. coli-Isolate aus der Untersuchungsreihe, die in kommerziellen, polyvalenten Antiseren positiv reagierten, wurden zur Typisierung an das Nationale Referenzzentrum für Enteritiserreger in Hamburg übersandt. Dort wurde in zwei Fällen die Serovar O 107 mit nichttypisierbarer H-Phase nachgewiesen. Ein Isolat konnte keiner bekannten Serovar zugeordnet werden. E. coli O 107 kann durchaus darmpathogen sein, daher erscheint es sinnvoll, pflanzliche Drogen weiterhin auf E. coli zu untersuchen. Da aber ein erheblicher Teil der Frischpflanzen natürlicherweise mit

apathogenen *E. coli* behaftet ist, sollte die Arzneibuchforderung dahingehend modifiziert werden, dass Fertigarzneimittel frei von pathogenen *E. coli* sein müssen. Beim Umgang mit pflanzlichen Drogen ist der Nachweis von *E. coli* nicht vermeidbar. Da von nichtpathogenen *E. coli* keinerlei Gefahr für die menschliche Gesundheit, selbst bei Aufnahme großer Mengen ausgeht (LEIMBECK 1987, BECKMANN u. RÜFFER 2000), ist die derzeitige Regelung obsolet und fachlich nicht begründbar. Anders sieht es bei chemisch synthetisierten Rohstoffen aus sowie bei Stoffen, die sicher abtötende Prozesse durchlaufen (z.B. ethanolische Extraktion). Hier ist jeder Nachweis von *E. coli* als Ausdruck von Mängeln in der Betriebshygiene kritisch zu werten.

Die Untersuchungen zeigen keine qualitativen pflanzenartspezifischen Unterschiede, d.h., insbesondere Enterobakterien kommen regelmäßig während der Vegetationsperiode auf einheimischen Arzneipflanzen vor. Es kann somit geschlussfolgert werden, dass eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, derartige Untersuchungsergebnisse auch bei anderen Arzneipflanzen im mitteleuropäischen Anbau zu finden. Darauf deuten auch die Ergebnisse anderer Studien hin (LEIMBECK 1987, BECKMANN et al. 1995, GRAF et al. 2002).

Die EHIA (European Herbal Infusion Association) hat vergleichbare Daten an getrockneten, pflanzlichen Ausgangsmaterialien erhoben und eine mikrobiologische Guideline lanciert (KOLB 1999). Diese sieht folgende Limits vor:

Aerob mesophile Keimzahl	1.0 x 10(8) KBE/g
Hefen	1.0 x 10(6) KBE/g
Schimmelpilze	1.0 x 10(6) KBE/g
<i>E. coli</i>	1.0 x 10(4) KBE/g
Salmonellen	abwesend in 5 x 25 g

Dabei findet Berücksichtigung, dass Salmonellen in pflanzlichen Materialien häufig eine diskontinuierliche Verteilung zeigen. Erhöhungen der Untersuchungsmengen führen zu signifikant höheren Nachweisraten.

Aus dem oben Gesagten folgt, dass wir für den Parameter „*E. coli*“ empfehlen, bei Nachweis jeweils auszuschließen, dass es sich um pathogene Isolate handelt. Dieses ist mit den kommerziell erhältlichen, polyvalenten Antiseren problemlos möglich. Auch halten wir das Schimmelpilz-Limit der EHIA für zu hoch (Gefahr der Mykotoxinbelastung).

Zusammengefasst ergibt sich folgender neuer Vorschlag:

Aerob mesophile Keimzahl	1.0 x 10(8) KBE/g
Hefen	1.0 x 10(6) KBE/g
Schimmelpilze	1.0 x 10(5) KBE/g
<i>E. coli</i>	1.0 x 10(4) KBE/g, jedoch bei jedem Nachweis: Überprüfung auf mögliche Pathogenitätsfaktoren (Serotypisierung, ggf. molekularbiol. Untersuchungen)
Salmonellen	abwesend in 5 x 25 g

Die vorgestellten Untersuchungsergebnisse stellen eine Rationale für die Modifikation der geltenden Arzneibuchvorgaben dar.

**Die Ergebnisse der vorliegenden Studie machen deutlich, dass Limitüberschreitungen bei Arzneipflanzen keinesfalls primär auf unsaubere Erntetechniken oder Fehler bei Trocknung und Lagerung zurückzuführen sind. Vielmehr zeigen die vegetationsbegleitenden Untersuchungen an verschiedenen Standorten, dass die Mehrzahl der nachgewiesenen Keime der quasi natürlichen, pflanzenassoziierten Mikroflora zuzuordnen sind. Eine Revision der Anforderungen für pflanzliche Arzneimittel sollte diesen Fakten Rechnung tragen.**

Dieses Projekt wurde initiiert durch die Landesgruppe Bayern in der Forschungsgemeinschaft der Arzneimittelhersteller (FAH e.V., Sinzig) und gefördert durch einen anteiligen Zuschuss des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und VERKEHR; Innovationsberatungsstelle Südbayern (Zuwendungsbescheid Nr. 07 03/685 60/7771/00/1164/01/1165/02). Für technische Hilfe sei besonders dem Team um Labordirektor Frank Kugler sowie Kristina Klüh gedankt.

Folgende Firmen haben sich dankenswerterweise durch Sach- und Personalleistungen beteiligt:

Kneipp-Werke D-Würzburg  
Kräutermix GmbH, D-Abtswind  
Klosterfrau, D-Köln/Berlin  
Labor L+S AG, D-Bad Bocklet  
bioMérieux, D-Nürtingen

Redaktioneller Hinweis: Eine modifizierte Fassung dieses Textes wurde in englischer Fassung zur Publikation an die Zeitschrift Pharmeuropa eingereicht.

## 10.5. Literatur

Abdelnoor, A.M., Batshoun, R., Roumani, B.M. The bacterial flora of fruits and vegetables in Lebanon and the effects of washing on the bacterial content. Zbl. Bakt. Hyg. 177, 342 (1983).

Alonzo, V., Monforte, M.T., Tumino, G., Ragusa, S., Bisignano, G. A note on the microbial contamination of medicinal plants. Pharmeuropa 6 (1), 47 (1994).

Beckmann, G., D. Köszegi, B. Sonnenschein, R. Leimbeck. Zum mikrobiellen Status von Kräutern und Gewürzen. Fleischwirtschaft 76, 240 (1996)

Beckmann, G., A. Könemann, T. Bauer, R. Leimbeck. Das Zauberwort „Betriebliche Eigenkontrolle“. Erfahrungen eines externen Dienstleisters. Prakt. Tierarzt 78, 344 (1997)

Beckmann, G., T. Bauer, B. Sonnenschein. Das HACCP-Konzept (Hazard Analysis Critical Control Points) in Betriebskantinen der pharmazeutischen Industrie. Pharma Technologie Journal 1080, 224 (2000)

Beckmann, G., A. Ruffer. Mikroökologie des Darmes. Grundlagen-Diagnostik-Therapie. Schlütersche, Hannover (2000).



Beckmann, G., U. Körner (2002): Abschlussbericht zum FAH-Forschungsprojekt „Mikroflora von Arzneipflanzen“. Zuwendungsbescheid Nr. 07 03/685 60/7771/00/1164/01/1165/02 des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft.

Bovallius, A., Bucht, B., Roffey, R. Anas, P. Three-year investigation on the natural airborne bacterial flora at four localities in Sweden. *Appl. Environ. Microbiol.* 35, 847 (1978).

Frank, B. Mikroorganismen in Drogen. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 129, 617 (1989).

Friedrich, H., Schneider, D. Untersuchungen über den mikrobiologischen Status von Fructus Sennae TV des Handels. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 115, 1463 (1973).

Geeson, J.D. The fungal and bacterial flora of stored white cabbage. *J. Appl. Bacteriol.* 46, 189 (1979).

Graf, C., E. Schubert, K. Thiele, J. Müller. *Hypericum perforatum* L.: Veränderungen des mikrobiologischen Status während Ernte, Transport und Trocknung. *Z. Arzn.Gew.Pfl.* 7, 31 (2002).

Härtling, C. Untersuchungen über den mikrobiellen Zustand von Laxantien auf pflanzlicher Basis. *Pharm. Ztg.* 128, 1006 (1983).

Härtling, C. Beitrag zur Frage des mikrobiellen Zustandes pflanzlicher Drogen - Fakten und Folgerungen. *Pharm. Ztg.* 132, 643 (1987).

Kabelitz, L. Mikrobiologische Belastungen an Heil- und Gewürzpflanzendrogen. *Arznei- und Gewürzpflanzen* 1, 9 (1996).

Kolb, N. Microbiological status of untreated herbal materials. *Dtsch. Lebensmittelrundschau* 95, 263 (1999).

Leimbeck, R. Teedrogen - Wie steht es mit der mikrobiologischen Qualität? *Dtsch. Apoth. Ztg.* 127, 1221 (1987).

Renken-Zürner, A. Vorkommen und veterinärmedizinische Bedeutung von Bakterien aus der Familie der Enterobacteriaceae mit Ausnahmen der Gattung *Escherichia* und *Salmonella* sowie der Spezies *Yersinia Pestis*. Eine Literatur-Übersicht. Tierärztliche Hochschule Hannover, Inaugural-Dissertation (1985)

Schneider, E. Keimbeseidlung von frischen Arzneipflanzen und Drogen. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 127, 1683 (1987).

Seidel, G. *Staphylococcus aureus*. In: Bakterielle Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen (Seidel, G., J. Kieseewalter, Hrsg.), 69, Akademie Verlag, Berlin (1992)

Wallhäusser, KH. Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Konservierung. Keimidentifizierungen - Betriebshygiene. Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1995).

Weeb, T.A., Mundt, J.O. Moulds on vegetables at the time of harvest. *Appl. Environ. Microbiol.* 35, 655 (1978).

## 14. Die Bedeutung hochwertiger pflanzlicher Rohstoffe im Humanarzneimittel-Bereich

Dr. Barbara Steinhoff; Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH); Bonn

Die Verwendung von Arzneipflanzen bzw. pflanzlichen Zubereitungen dient seit jeher sowohl der Ernährung als auch der Heilung und Vorbeugung von Krankheiten als eine der ältesten Formen der Medizin, mehrere Jahrtausende bevor die ersten chemischen Arzneistoffe entdeckt und später synthetisiert wurden. Nach den heutigen gesetzlichen Rahmenbedingungen, die in den europäischen Richtlinien festgelegt sind, wird eindeutig der Arzneimittelbegriff definiert. Während Lebensmittel überwiegend der Ernährung und/ oder dem Genuss dienen und ohne vorherige behördliche Überprüfung vermarktet werden dürfen, erfüllen Arzneimittel den Zweck der Heilung, Linderung, Vorbeugung etc. und benötigen nach dem Arzneimittelgesetz (AMG) eine Zulassung durch die Bundesoberbehörde. Die Abgrenzung zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln ergibt sich in erster Linie durch die objektive Bestimmung des überwiegenden Zwecks entsprechend der Auffassung der Verkehrskreise (s. Abb. 15.1).

### Pflanzliche Zubereitungen

#### Arzneimittel

- Heilung
- Linderung
- Vorbeugung



**Zulassung**  
(AMG)

#### Lebensmittel

- Ernährung
- Genuss



**keine Zulassung**  
(LMBG)

#### Abgrenzung

Objektive Bestimmung des  
überwiegenden Zwecks  
entsprechend der Auffassung  
der Verkehrskreise

Abb. 15.1: Abgrenzung von Arzneimitteln und Lebensmitteln

### **15.1. Marktbedeutung**

Innerhalb der rezeptfreien Arzneimittel (Gesamtumsatz 13,2 Mrd. DM) machten im Jahr 2000 pflanzliche Arzneimittel etwa 30 % (4 Mrd. DM) aus, davon 2,25 Mrd. DM Selbstmedikation und 1,74 Mrd. DM ärztliche Verordnung (Quelle: IMS/ BAH 2001). Deutschland hat mit 47 % fast die Hälfte des europäischen Phytopharmakamarktes inne (Quelle: IMS International 1999).

### **15.2. Grundlegende Zulassungs- und Qualitätsanforderungen**

Innerhalb des Antrags auf Zulassung, den der pharmazeutische Unternehmer beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) stellt, müssen Qualität, Unbedenklichkeit und Wirksamkeit des Produktes nachgewiesen werden. Der Nachweis von Wirksamkeit und Unbedenklichkeit kann in eigenen pharmakologisch-toxikologischen Untersuchungen und klinischen Studien oder aber bei bekannten Substanzen durch Bezugnahme auf publizierte wissenschaftliche Literatur und/ oder Aufbereitungsmonographien (für pflanzliche Zubereitungen: Kommission E) geführt werden. Spezielle Erleichterungen gibt es für lange im Markt befindliche Arzneimittel, die sog. "traditionellen" Arzneimittel.

Neben der Dokumentation von Wirksamkeit und Unbedenklichkeit ist vom pharmazeutischen Unternehmer als Voraussetzung für das behördliche Zulassungsverfahren beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) die pharmazeutische Qualität des Arzneimittels zu belegen. Die Anforderungen des Arzneibuches, der Arzneimittel-Prüfrichtlinien, der Guten Herstellungspraxis (GMP) sind innerhalb der Routineprüfung im Betrieb bei der Eingangskontrolle, während des Herstellungsprozesses und bei der Freigabe des pflanzlichen Fertigarzneimittels zu berücksichtigen. Die Arbeitsgruppe "Pflanzliche Arzneimittel" der europäischen Zulassungsbehörde EMEA erarbeitet seit 1997 Leitlinien zur Beurteilung von Qualität, Wirksamkeit und Unbedenklichkeit pflanzlicher Arzneimittel. Standardisierung bzw. Normierung des pflanzlichen Extraktes sind Kriterien für die Sicherstellung der Quantität des wirksamen Bestandteiles. Zusätzlich werden Anforderungen an die mikrobiologische Reinheit und an Höchstwerte für Pflanzenschutzmittel-Rückstände, Aflatoxine und Schwermetalle gestellt.

### **15.3. Das Arzneibuch**

Nach § 55 Abs. 8 des Arzneimittelgesetzes (AMG) dürfen Arzneimittel nur hergestellt und zur Abgabe an den Verbraucher in der Verkehr gebracht werden, wenn sie den "anerkannten pharmazeutischen Regeln" entsprechen. Eine solche Sammlung von Regelungen ist nach § 55 Abs. 1 AMG das Arzneibuch mit Vorschriften über die Qualität, Prüfung, Lagerung, Abgabe und Bezeichnung von Arzneimitteln und ihren Ausgangsstoffen. In Deutschland gelten das Europäische Arzneibuch (Ph.Eur.) in seiner Amtlichen deutschen Ausgabe und das Deutsche Arzneibuch (DAB), das aus rein nationalen Regelungen besteht.

Die Texte der Arzneibücher, beispielsweise Prüfvorschriften oder Monographien mit Qualitätsanforderungen für einzelne Ausgangsstoffe oder Arzneipflanzen bzw. Drogen werden, soweit es das Europäische Arzneibuch betrifft, von der Europäischen Arzneibuch-Kommission in Straßburg oder, soweit es den nationalen Teil betrifft, von der Deutschen Arzneibuch-Kommission, die beim BfArM als Sachverständigenkommission tagt, beschlossen. Die einzelnen Vorschriften wiederum werden von Fachausschüssen der Arzneibuch-Kommission erarbeitet, so beispielsweise die Monographien für Drogen als pflanzliches Ausgangsmaterial vom Ausschuss Pharmazeutische Biologie. Nach Fertigstellung der Texte vom betreffenden Ausschuss, Anhörung der Fachkreise (durch Vorpublikation in der Zeitschrift "Pharmeuropa") und Verabschiedung durch die Arzneibuch-Kommission werden die neuen bzw. geänderten Regelungen vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) als Arzneibuch bzw. dessen Ergänzungen bekannt gemacht.

Eine Arzneibuchmonographie für einen Ausgangsstoff enthält grundlegende Qualitätsanforderungen an diesen Stoff bzw. an diese Droge, insbesondere hinsichtlich des Vorhandenseins und/oder Gehaltes bestimmter wichtiger oder charakteristischer Inhaltsstoffe und einer weitestgehenden Abwesenheit von Verunreinigungen. Innerhalb der "Definition" sind die Stammpflanze und die Art der Zubereitung z.B. der Zerkleinerung angegeben. Der Abschnitt "Eigenschaften" beschreibt Aussehen, Geruch und Geschmack. Es folgen dann verschiedene Identitätsprüfungen, in der Regel eine makroskopische Beschreibung der Droge, eine mikroskopische Beschreibung der Pulverdroge und eine dünnschichtchromatographische Identifizierung charakteristischer Inhaltsstoffe. Die Reinheitsprüfungen können fremde Bestandteile, Wasser- und Aschegehalt umfassen. In der Gehaltsbestimmung schließlich wird die Menge an einer bestimmten Inhaltsstoffgruppe, z.B. an ätherischen Ölen, als Indiz für die Qualität der Droge bestimmt. Schließlich sind Hinweise zur Lagerung angegeben.

Das Europäische Arzneibuch enthält allgemeine Monographien zu Drogen, Drogenzubereitungen und Tees. Überarbeitete Monographien zu Extrakten und Tinkturen werden z.Zt. entwickelt.

#### **15.4. Die europäische Arbeitsgruppe "Pflanzliche Arzneimittel"**

Die Arbeitsgruppe "Pflanzliche Arzneimittel" der EMEA hat in jüngster Zeit einige qualitätsrelevante Dokumente erarbeitet, wie z.B. eine Leitlinie über Spezifikationen für pflanzliche Drogen, Drogenzubereitungen und Arzneimittel sowie eine Überarbeitung der Leitlinie "Qualität pflanzlicher Arzneimittel".

Basierend auf den Empfehlungen der Europam zur Guten Landwirtschaftlichen Praxis vom 05.08.1998 hat diese Arbeitsgruppe ein Arbeitspapier erstellt, das die Grundzüge der Praxis sowohl des Anbaus als auch der Wildsammlung von Arzneipflanzen beschreibt. Nach Abschluss der Diskussion in den Fachkreisen hat die EMEA vor, dieses Dokument als Empfehlung zu publizieren.

### 15.5. Normierung und Standardisierung

Bei den meisten Arzneipflanzen sind die eigentlichen wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffe nicht oder noch nicht bekannt. Man hat zwar relativ genaue Kenntnisse über die Wirkung und die Wirksamkeit von Arzneipflanzen und ihren Zubereitungen, wie auch die mehr als 300 Monographien der Kommission E zeigen, man weiß aber in vielen Fällen nicht exakt, welche Inhaltsstoffe oder Inhaltsstoffgruppen letztendlich konkret für die pharmakologische Wirkung und die therapeutische Wirksamkeit verantwortlich sind. Sind die wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffe bekannt, so legt man ihren Gehalt im Extrakt und damit ihre Dosierung im Fertigarzneimittel fest. Der Extrakt wird damit auf einen bestimmten Gehalt an wirksamkeitsbestimmendem Inhaltsstoff eingestellt, d.h. normiert. Dazu wird dem Nativextrakt pro Charge eine unterschiedliche Menge Normierungsmaterial (Stellmittel) zugesetzt, um in jeder Charge eine bestimmte Menge an wirksamkeitsbestimmendem Inhaltsstoff zu garantieren. Die zum Einsatz kommende Menge Nativextrakt kann damit variabel sein.

Sind die wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffe nicht bekannt, so kann zur analytischen Bestimmung der Menge des Nativextraktes, der in diesem Fall als ganzer wirksamer Bestandteil ist, stellvertretend eine Leitsubstanz gewählt werden, die analytisch gut erfassbar ist. Diese Leitsubstanz hat nichts mit der Wirksamkeit zu tun und kann vom Hersteller zur analytischen Bestimmung frei ausgewählt werden, sofern dazu keine Festlegungen in der entsprechenden Arzneibuchmonographie bestehen. So erfolgt eine Standardisierung, die sich auf die Ausgangsdroge, die Inprozesskontrollen und ein validiertes Herstellungsverfahren bezieht und sich aus der Spezifikation der Drogen- bzw. Extraktzubereitung, des sogenannten Standards, ergibt. Die Standardisierung ist damit die Grundvoraussetzung für die Reproduzierbarkeit der Wirksamkeit eines Phytopharmakons.

Das nachfolgende Beispiel verdeutlicht die Deklaration eines normierten und eines standardisierten Extraktes (s. Abb. 15.2).

#### **Deklaration von Drogenzubereitungen**

- 1 Einzeldosis enthält: Trockenextrakt aus Alexandriner-Sennesfrüchten (3,5-4,5:1) 0,133 - 0,267 g entsprechend 0,02 g Hydroxyanthracenderivaten berechnet als Sennosid B (Auszugsmittel Ethanol 60%)
- 1 Einzeldosis enthält: Trockenextrakt aus Sägepalmenfrüchten (9-12:1) 320 mg (Auszugsmittel Ethanol 95%)

Abb. 15.2: Deklaration wirksamer Bestandteile

### 15.6. Besondere Reinheitsprüfungen auf Kontaminationen

Für pflanzliche Arzneimittel als Produkte aus Rohmaterialien natürlichen Ursprungs sind zusätzlich besondere Reinheitskriterien zu berücksichtigen, die über die drogenspezifischen Qualitätsanforderungen der jeweiligen Arzneibuchmonographie hinausgehen. Zu nennen sind

hier die Prüfungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände, Aflatoxine, Schwermetalle, mikrobiologische Reinheit und ggf. auf Ethylenoxid und Radioaktivität.

### *Pflanzenschutzmittel-Rückstände*

Im Bereich der Beurteilung von Pflanzenschutzmittelrückständen in pflanzlichem Ausgangsmaterial gibt es seit einigen Jahren eigene Regelungen für den Arzneimittelbereich, die aus dem Europäischen Arzneibuch in nationale Vorschriften übernommen worden sind. Die Monographie des Europäischen Arzneibuches gibt für 34 Stoffe Grenzwerte an und beschreibt, auf welche Weise weitere verdächtige Substanzen anhand der akzeptablen täglichen Aufnahmemenge berechnet werden können. Zusätzlich ist eine Methode zur Bestimmung von Organochlor- und Organophosphorverbindungen sowie Pyrethroiden angegeben. Daneben wird für die Beurteilung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen die für den Lebensmittelbereich geltende Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) herangezogen, deren Neufassung am 1. September 1994 in Kraft getreten und bislang durch mehrere Änderungsverordnungen um weitere Substanzen sowie deren erlaubte Grenzwerte auf insgesamt über 400 in pflanzlichem Material potentiell vorkommende Stoffe ergänzt worden ist. Tabelle 15.1 gibt die Grenzwerte des Europäischen Arzneibuchs für Pestizid-Rückstände an.

Tab. 15.1: Regelungen der Ph.Eur., Abschnitt 2.8.13, für Pestizid-Rückstände

Substanz	Grenzwert (mg/kg)
Alachlor	0,02
Aldrin und Dieldrin (deren Summe)	0,05
Azinphos-methyl	1,0
Brompropylat	3,0
Chlordan (Summe aus cis-, trans- und Oxychlordan)	0,05
Chlorfenvinphos (Clofenvinfos)	0,5
Chlorpyrifos	0,2
Chlorpyrifos-methyl	0,1
Cypermethrin (und Isomere)	1,0
DDT (Summe aus p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE und p,p'-TDE) (Clofenotan)	1,0
Deltamethrin	0,5
Diazinon (Dimpylat)	0,5
Dichlorvos	1,0
Dithiocarbamate (als CS <sub>2</sub> )	2,0
Endosulfan (Summe aus den Isomeren und Endosulfansulfat)	3,0
Endrin	0,05
Ethion	2,0
Fenitrothion	0,5
Fenvalerat	1,5
Fonofos	0,05
Heptachlor (Summe aus Heptachlor und Heptachlorepoxyd)	0,05
Hexachlorbenzol	0,1
Hexachlorcyclohexan-Isomere (andere als die $\gamma$ -Form)	0,3
Lindan ( $\gamma$ -Hexachlorcyclohexan)	0,6
Malathion	1,0
Methidathion	0,2
Parathion	0,5
Parathion-methyl	0,2
Permethrin	1,0
Phosalon	0,1
Piperonylbutoxid	3,0
Pirimiphos-methyl	4,0
Pyrethrine (deren Summe)	3,0
Quintozen (Summe aus Quintozen, Pentachloranilin und Pentachlor(methylsulfanyl)benzol)	1,0

*Aflatoxine und Schwermetalle*

In Analogie zum Lebensmittelbereich sind die gesetzlichen Höchstmengen für Aflatoxin B1 von 2 µg/kg bzw. die Summe der Aflatoxine B1, B2, G1 und G2 (4 µg/kg) seit vielen Jahren auch für Arzneimittel angewendet worden. Die neue Aflatoxin-Verbotsverordnung für den Arzneimittelbereich schreibt ebenfalls diese Grenzwerte fest, zusätzlich einen Grenzwert für Aflatoxin M1 von 0,05 µg/kg.

Ende 1991 war den Fachkreisen vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) der Entwurf einer Bekanntmachung von Empfehlungen für Höchstmengen an Schwermetallen bei Arzneimitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft übersandt worden. Dieser Entwurf der "Kontaminanten-Empfehlung Schwermetalle" gibt Höchstmengen in Pflanzen, Pflanzenteilen, pflanzlichen Ölen, Fetten und Wachsen, daraus hergestellten Produkten sowie sonstigen Produkten pflanzlicher Herkunft folgende Grenzwerte bezogen auf das Trockengewicht an:

Blei	5 mg/kg
Cadmium	0,2 mg/kg
Quecksilber	0,1 mg/kg

Ausnahmen bei Cadmium:

Leinsamen	}	0,3 mg/kg
Weißdorn		
Schafgarbe		
Birkenblätter	}	0,5 mg/kg
Johanniskraut		
Weidenrinde		
Stechpalme		

Diese "Kontaminanten-Empfehlung" ist bislang nicht verabschiedet worden. Es ist jedoch gängige Praxis des BfArM, sie bei der Beurteilung von Zulassungs-/Nachzulassungsanträgen für pflanzliche Arzneimittel heranzuziehen. Da es bis heute keine verbindlich festgeschriebenen Grenz- oder Richtwerte gibt, wird vom BfArM eine tabellarische Auflistung der gefundenen Schwermetalle akzeptiert. Diese können in Ausnahmefällen die empfohlenen Werte dann überschreiten, wenn die Einhaltung der Werte im Extrakt belegt werden kann. Es zeigt sich dabei, dass einige Pflanzen wie beispielsweise Johanniskraut oder Weide zu den besagten "Cadmiumsammelern" gehören. Für die nahe Zukunft plant auch das Europäische Arzneibuch Regelungen für Schwermetall-Grenzwerte.

*Mikrobiologische Reinheit*

Das Europäische Arzneibuch teilt in seinen Empfehlungen für die mikrobiologische Reinheit alle Arzneimittel gemäß Darreichungsform und Art der Anwendung in vier Kategorien ein. Kategorie 1 betrifft sterile Arzneimittel und Kategorie 2 solche zur topischen Anwendung und zur Anwendung im Respirationstrakt. Für pflanzliche Arzneimittel kommen hauptsächlich die Kategorien 3 und 4 in Betracht. Kategorie 3A beschreibt Arzneimittel zur oralen und rektalen Anwendung, Kategorie 3B Arzneimittel zur oralen Anwendung aus Rohmaterialien natürlichen Ursprungs, z.B. solche, die Extrakte enthalten. Kategorie 4A enthält pflanzliche Arz-



neimittel, denen siedendes Wasser vor der Zubereitung zugesetzt wird (Teedrogen), Kategorie 4B „andere pflanzliche Arzneimittel“, z.B. Kapseln mit Drogenpulver. Nach der Verwaltungspraxis des BfArM werden Fertigarzneimittel, die Zubereitungen aus pflanzlichen Drogen enthalten, der Kategorie 3B zugeordnet; Kategorie 4 betrifft nur diejenigen Fertigarzneimittel, die Drogen enthalten. Tabelle 15.2 beschreibt die Empfehlungen des Europäischen Arzneibuchs für die mikrobiologische Qualität pflanzlicher Zubereitungen.

### **Kategorie 3**

#### **A.**

Zubereitungen zur oralen und zur rektalen Anwendung.

Keimzahl (2.6.12). Höchstens  $10^3$  koloniebildende aerobe Bakterien und höchstens  $10^2$  Pilze je Gramm oder Milliliter. Escherichia coli (2.6.13) darf nicht vorhanden sein (bestimmt mit 1 g oder 1 ml).

#### **B.**

Zubereitungen zur oralen Anwendung, die Rohmaterialien natürlicher (tierischer, pflanzlicher oder mineralischer) Herkunft enthalten, für die eine antimikrobielle Vorbehandlung nicht möglich ist und für die die zuständige Behörde eine Keimzahl des Rohmaterials von mehr als  $10^3$  vermehrungsfähigen Einheiten je Gramm oder je Milliliter zulässt. Die unter Kategorie 4 beschriebenen pflanzlichen Arzneimittel sind ausgenommen.

Keimzahl (2.6.12): Höchstens  $10^4$  koloniebildende aerobe Bakterien und höchstens  $10^2$  Pilze je Gramm oder Milliliter. Spezifische Mikroorganismen (2.6.13): Höchstens  $10^2$  Enterobakterien und bestimmte andere gramnegative Bakterien je Gramm oder Milliliter. Salmonellen dürfen nicht vorhanden sein (bestimmt mit 10 g oder 10 ml). Escherichia coli und Staphylococcus aureus dürfen nicht vorhanden sein (bestimmt mit 1 g oder 1 ml).

### **Kategorie 4**

Pflanzliche Arzneimittel, die lediglich aus einer pflanzlichen Droge oder aus mehreren pflanzlichen Drogen (als Ganzdroge, zerkleinert oder pulverisiert) bestehen.

#### **A.**

Pflanzliche Arzneimittel, denen vor der Anwendung siedendes Wasser zugesetzt wird.

Keimzahl (2.6.12): Höchstens  $10^7$  koloniebildende aerobe Bakterien und höchstens  $10^5$  Pilze je Gramm oder Milliliter.

Spezifische Mikroorganismen (2.6.13, unter Verwendung geeigneter Verdünnungen geprüft): Höchstens  $10^2$  Escherichia coli je Gramm oder Milliliter.

#### **B.**

Pflanzliche Arzneimittel, denen vor der Anwendung kein siedendes Wasser zugesetzt wird.

Keimzahl (2.6.12): Höchstens  $10^5$  koloniebildende aerobe Bakterien und höchstens  $10^4$  Pilze je Gramm oder Milliliter.

Spezifische Mikroorganismen (2.6.13): Höchstens  $10^3$  Enterobakterien und bestimmte andere gramnegative Bakterien je Gramm oder Milliliter. Escherichia coli darf nicht vorhanden sein (bestimmt mit 1 g oder 1 ml). Salmonellen dürfen nicht vorhanden sein (bestimmt mit 10 g oder 10 ml).

Abb.15.3: Empfehlungen der Ph.Eur. für die mikrobiologische Qualität pflanzlicher Zubereitungen, Kap. 5.1.4

Wenn die Grenzwerte nach Kategorie 4a bei der Droge nicht eingehalten werden können, müssen lt. BfArM eigene Spezifikationen und die mikrobiologischen Daten mehrerer Drogen-Chargen zur Beurteilung vorgelegt werden. Die bei der Extrakterstellung angewandten keimreduzierten Maßnahmen müssen angegeben und in ihrer Wirksamkeit belegt werden.

### *Ethylenoxid*

Mit der Verordnung über ein Verwendungsverbot von Ethylenoxid vom 11.08.1988 wurde das Verbot ausgesprochen, bei der Herstellung von Arzneimitteln, die aus Pflanzen oder Pflanzenteilen bestehen, Ethylenoxid zu verwenden und solche Arzneimittel in den Verkehr zu bringen. Eine damalige Ausnahmeregelung hatte vorgesehen, bei der Herstellung von Arzneimitteln, die aus getrockneten Pflanzen in unzerkleinerter oder grob geschnittener Form bestehen und die ausschließlich in unverändertem Zustand in Verkehr gebracht werden, die Verwendung von Ethylenoxid zur Reduzierung von Krankheitskeimen noch mit einer Verlängerung bis zum 30.12.1990 zuzulassen.

### *Radioaktivität*

Zur Prüfung auf Radioaktivität hatte die EG-Verordnung 737/90/EWG vom 22.03.1990 eine maximale kumulierte Radioaktivität von Cs 134 und 137 für Milch, Milcherzeugnisse und Lebensmittel für die Ernährung von Kleinkindern von 370 Bq/kg, für alle anderen betroffenen Erzeugnisse von 600 Bq/kg vorgeschrieben. Mit weiteren EG-Verordnungen aus den folgenden Jahren sind Arzneipflanzen wiederum ausgenommen worden. Da jedoch in wenigen Einzelfällen bei bestimmten Drogen noch eine radioaktive Belastung vorkommen kann, bleibt es der Eigenverantwortung des Herstellers überlassen, zur Absicherung hier eine Prüfung vorzunehmen.

## **15.7. Ausblick**

Anbau unter kontrollierten Bedingungen und sachgerechte Weiterverarbeitung führen zu einer reproduzierbaren Qualität der Droge und der daraus hergestellten Zubereitungen. Dazu gehören z.B.:

- Gehalt an wirksamkeits- oder anderen wertbestimmenden Inhaltsstoffen (Arzneibuch)
- Abwesenheit oder weitestmögliche Einschränkung von Kontaminationen (Keime, Pflanzenschutzmittelrückstände, Schwermetalle, etc.)
- Abwesenheit fremder Bestandteile (andere Pflanzenteile, andere Spezies)
- Abwesenheit unerwünschter Inhaltsstoffe (Züchtung von z.B. PA-freiem Huflattich)

Fazit:

Anbau und Weiterverarbeitungskette sowie die Züchtungsforschung können zur Qualitätsverbesserung pflanzlicher Ausgangsmaterialien und damit zur Erhaltung des hohen Qualitätsstandards beitragen.

## 16. Funktionelle Pflanzenstoffe in der Veterinärmedizin

O.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. habil. Chlodwig Franz; Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien;Wien; Österreich

### 16.1. Einleitung

„Funktionelle Pflanzenstoffe“ (bioaktive, pflanzliche Sekundärstoffe) spielen nicht nur in Ernährung, Gesundheit und Medizin, sondern zunehmend auch in der Veterinärmedizin und Tierhaltung eine bedeutende Rolle.

Die Lebensmittelkrisen der letzten Zeit haben deutlich aufgezeigt, dass die Qualitätssicherung unbedenklicher und gesunder Lebensmittel tierischer Herkunft neuer Forschungsansätze und Anstrengungen auf europäischer Ebene und in den unterschiedlichsten Disziplinen bedarf. Fehlentwicklungen in der Massentierhaltung und in der vorwiegend auf quantitative Leistung orientierten Tierproduktion haben das Bewusstsein sowohl der Erzeuger als auch der Verbraucher geschärft. Abgesehen von der biologischen (ökologischen) Landwirtschaft, in der nur sehr bedingt Arzneimittel eingesetzt werden können, nimmt auch für konventionell arbeitende Betriebe die Zahl zugelassener Arzneistoffe und Spezialitäten stetig ab. So ist in verschiedenen europäischen Ländern der Einsatz antibiotischer Leistungsförderer bereits verboten und auch insgesamt in der Europäischen Union auf nur noch wenige Stoffe beschränkt, ohne dass bereits ausreichend Alternativen entwickelt wären. Es gibt zwar in zunehmendem Maße Futterzusatzstoffe wie ätherische Öle oder exotische Kräutermischungen, nur mangelt es meist an wissenschaftlich fundierten Grundlagen zur Qualität, Wirksamkeit und Unbedenklichkeit. Auch die Aspekte der (unbedenklichen) Rückstände und die Auswirkungen auf die Ökologie wurden bisher so gut wie nicht bearbeitet.

Unverkennbar ist darüber hinaus, dass der aus der Humanmedizin bekannte, zum Teil kontrovers diskutierte Trend zu Naturstoffen, insbesondere Phytopharmaka, auch auf die Heimtier- und Sportpferdemedizin überschlägt. Die Gründe dafür liegen im Wunsch vieler Tierhalter, ihre Begleiter vorzugsweise mit Naturheilmitteln behandelt zu wissen. Mehrere Studien dazu haben klar gezeigt, dass die Mehrzahl der Patientenbesitzer und auch der jüngeren Tierärzte Phytopharmaka gegenüber positiv eingestellt ist, es jedoch an Grundlagen und gezielten Entwicklungen mangelt (SMITH-SCHALKWIJK 1999, TRULS 1999, REICHLING u. SALLER 2001).

### 16.2. Heim- und Kleintiere, Sportpferde

Eine Umfrage bei österreichischen Kleintierpraktikern hat ergeben, dass die überwiegende Mehrzahl der Tierbesitzer ein steigendes Interesse an der phytotherapeutischen Behandlung ihrer Hunde und Katzen, aber auch Nager und Ziervögel hat (Abb. 16.1).

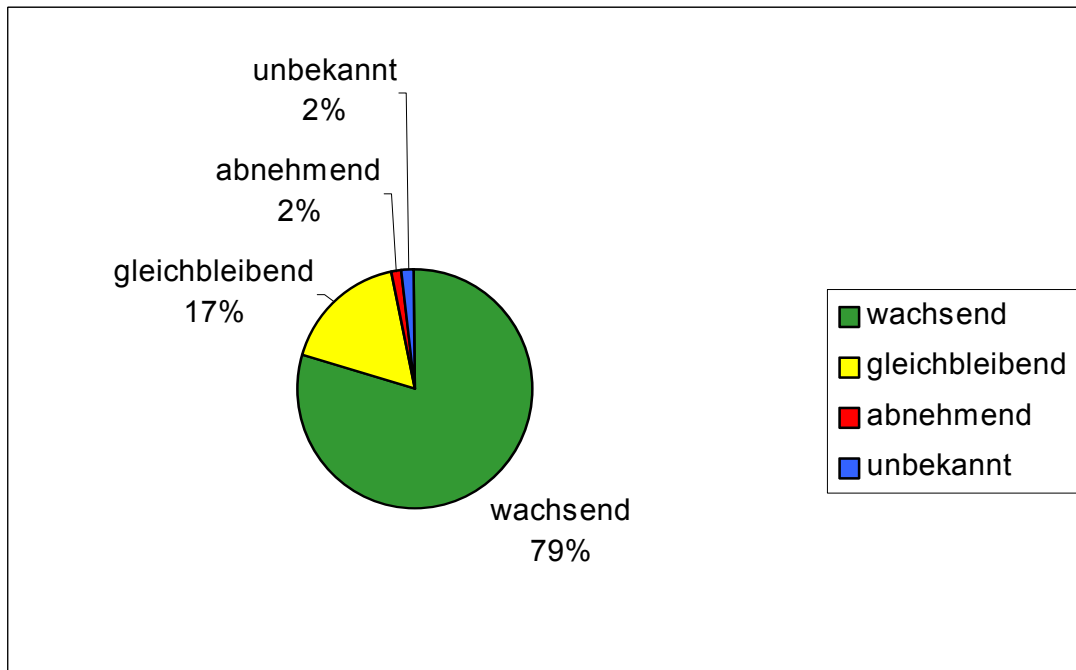


Abb. 16.1.: Interesse an der phytotherapeutischen Behandlung von Tieren

Die befragten Tierärzte selbst gaben an, dass sie bei Hunden, Katzen und Nagern häufig bis gelegentlich, bei Ziervögeln eher selten Phytopharmaka einsetzen (Abb. 16.2).

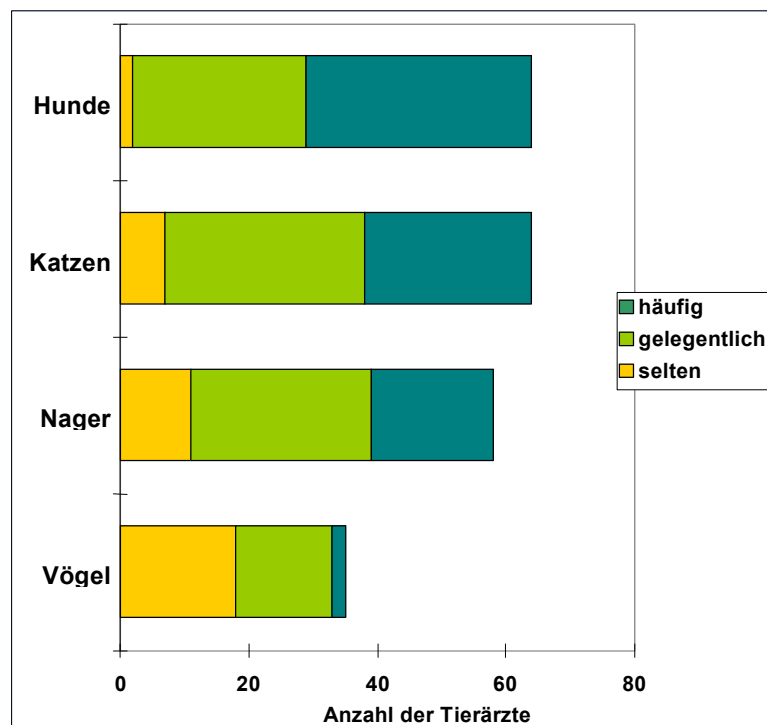


Abb. 16.2.: Einsatz von Phytopharmaka bei verschiedenen Tierarten

Wie aus Abb. 16.3 ersichtlich, gelten als wichtigste Indikationsgebiete Erkrankungen des Kreislaufs, des Gastrointestinaltrakts und der Haut, gefolgt von vier weiteren Problemfeldern, die allesamt den Hauptindikationsgebieten für Phytopharmaka in der Humanmedizin gleichen.

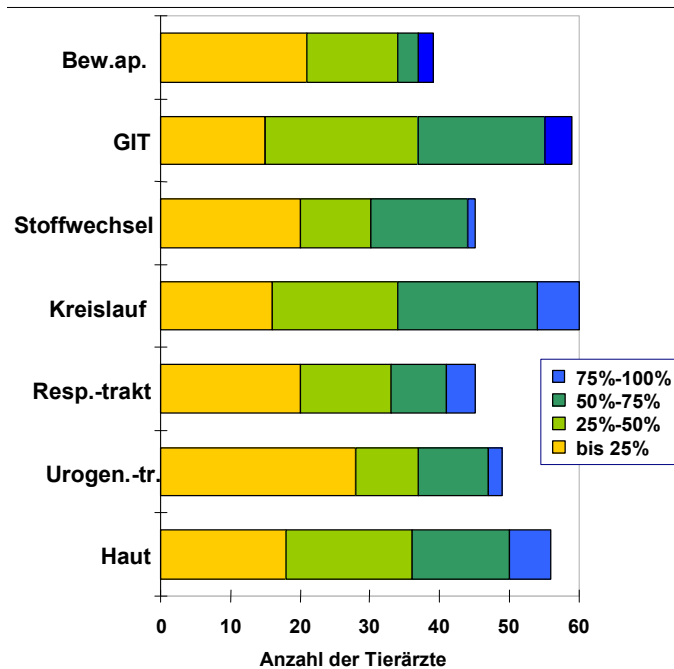


Abb. 16.3: Anteil pflanzlicher Therapien an den Behandlungen wichtiger Indikationen

Die Akzeptanz sowohl bei den Tierhaltern als auch bei den Tierärzten – vor allem den unter-40-jährigen – ist demnach sehr hoch, wobei jedoch die unzureichende wissenschaftliche Bearbeitung, die geringe Zahl der speziell für tiermedizinische Anwendungen zugelassenen Phyto-Produkte und daraus resultierend die mangelhafte Information kritisiert wurde (Tab. 16.1).

Tab. 16.1: Beurteilung der Phytopharmaka durch die Tierärzte

billig	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	teuer
gute Akzeptanz	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	schlechte Akzeptanz
Kurze Anwend.-dauer bis wirksam	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	lange Anwend.-dauer bis wirksam
große therap. Breite	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	geringe therap. Breite
bekannt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	unbekannt
gut informiert	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	schlecht informiert
sehr interessant	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	uninteressant
sehr wirksam	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	unwirksam
sehr zufrieden	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	unzufrieden
einfach zu dosieren	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	schwierig zu dosieren
sehr beliebt	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	unbeliebt

Bei der zunehmenden Haltung von Heimtieren („Pets“) in unserer Wohlstandsgesellschaft mit steiler werdender Alterspyramide sollte dieser Markt seitens der einschlägigen phytopharmazeutischen Industrie nicht vernachlässigt werden.

Eine ähnliche Situation liegt in der Pferdemedizin vor. Die heutigen Pferdebesitzer sind zunehmend daran interessiert, Kräuter als Futterzusatzstoffe zur Gesundheits- und Leistungssteigerung der Pferde einzusetzen. Die Anwendung ist größtenteils jedoch rein empirisch, ohne auf wissenschaftliche Studien zurückgreifen zu können.

Das seit 10.000 Jahren domestizierte Pferd ist heute mehr denn je in seiner Ernährung und seinem Wohlbefinden vom Menschen abhängig. Bei der Futterproduktion stehen ökonomische Aspekte im Vordergrund, wobei die quantitativen Parameter wie Energiedichte, Proteingehalt sowie Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelementgehalt ausführlich erforscht sind. Damit werden die Pferde relativ erfolgreich ernährt, doch gibt es noch viele Krankheiten und Befindensstörungen, die auf einseitige Fütterung zurückzuführen sind. Die heutigen Futterwiesen sind z.B. artenarm; man weiß aber, dass Pferde natürlicherweise viele Kräuter und damit deren Inhaltsstoffe aufnehmen. Diese pflanzlichen Sekundärstoffe üben möglicherweise eine modulierende Wirkung auf zelluläre Vorgänge und inter- sowie intrazelluläre Kommunikation aus, wobei es zu Modifizierungen im Verhalten, der Immunität, Verdauung, der Leber- und Nierenfunktion und auch der Fertilität kommen kann (VAN DEN HOVEN 2002). Die aus in-vitro-Versuchen bekannten Wirkungsweisen pflanzlicher Sekundärstoffe könnten also auch für die Pferdegesundheit von größter Bedeutung sein, die Effekte auf komplex-integrierte Systeme wie den tierischen Organismus sind jedoch größtenteils unbekannt.

In ersten klinischen Studien wurde der Einsatz von Thymian, Primelwurzel- bzw. Pestwurzextrakten bei COPD (Chronisch obstruktiver Lungenerkrankung, „Dämpfigkeit“) des Pferdes untersucht. Dabei zeigte sich, dass während einmonatiger Behandlung der Lungendruck und der Atemwegswiderstand signifikant verbessert wurden. Für Thymol konnte auch der Anstieg des Blutplasmaspiegels innerhalb der ersten 8 Stunden nach Applikation gemessen werden (Abb. 16.4, VAN DEN HOVEN et al. 2002), womit sichergestellt ist, dass Thymol auch an den Wirkungsort Lunge gelangt.

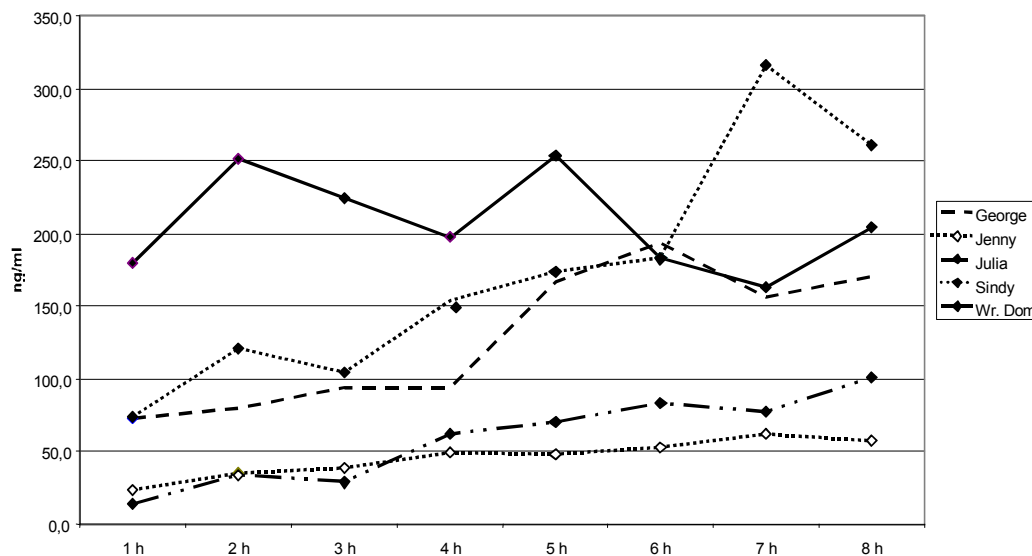


Abb. 16.4: Plasma-Thymol-Konzentration bei 5 Pferden über 8 Stunden, denen 15 Tabletten Bronchipret® (äquivalent zu 2,4 g Thymian-Extrakt) oral verabfolgt wurden

Weitere interessante Einsatzgebiete für Phytopharmaka in der Klein- und Heimtier- bzw. Pferdemedizin sind z.B. Störungen der Leberfunktion und des Fettstoffwechsels, die Behandlung beginnender Herzinsuffizienz (Klasse 1 nach ISAHC) sowie der benignen Prostatahyperplasie (BPH) beim alternden Hund, die Behandlungen von Trennungsängsten bei kleinen Heimtieren (Hund, Katze) oder auch die Verbesserung der arteriellen Durchblutung der Extremitäten des Pferde. Typische Anwendungsgebiete für Veterinärphytopharmaka sind darüber hinaus bei REICHLING & SALLER (2001), ZITTERL-EGLESEER et al. (1999a), ZITTERL-EGLESEER et al. (1999b) sowie STEINMASSL-WIRRER (1993) zu finden.

### 16.3. Lebensmittelliefernde landwirtschaftliche Nutztiere

Auswirkungen der arzneilichen Behandlung und Ernährung der Tiere einschließlich von Futterzusatzstoffen auf die tierische und menschliche Gesundheit, sichere Herstellungsverfahren für gesunde Lebensmittel und Auswirkungen der Ernährung und

funktioneller Nahrungsergänzung sind explizit vorrangige Ziele der europäischen Forschung und Entwicklung, wie das dem Entwurf zum 6. EU-Forschungs-Rahmenprogramm zu entnehmen ist. Die bisherige Praxis ist u.a. charakterisiert durch eine breite Verwendung antibiotischer Futterzusatzstoffe als sogenannte Leistungsförderer, was deren Wirkung sowohl auf den Gesundheitszustand als auch auf die Nährstoffausnutzung zusammenfasst. In den letzten Jahren ist die Skepsis gegenüber dem Einsatz solcher antibiotischer Leistungsförderer allerdings stark gestiegen, nachdem sich herausgestellt hat, dass sie an der zunehmenden Resistenzentwicklung pathogener Keime beteiligt sind (RICHTER et al. 1994). In einigen europäischen Ländern ist daher ihr Einsatz bereits verboten und insgesamt ist ein EU-weites Anwendungsverbot ab 1.1.2006 angekündigt. Bis dahin wird es notwendig sein, gesicherte Alternativen zu finden.

Ähnlich der Kinderheilkunde stellen auch in der Tiermedizin Durchfallerkrankungen bei Jungtieren (Ferkeln, Küken), aufgrund der kurzen Mastperiode aber auch bei Mastschweinen und Geflügel ein wesentliches Problem dar. Die Mikroflora des Darmes dieser Tiere hängt, wie Abb. 16.5 zeigt, von einer Vielzahl von Faktoren ab, weshalb die Gesunderhaltung der lebensmittelliefernden Tiere durch das Optimieren von Management, Fütterung, Hygiene und Impfprogrammen bestimmt wird.

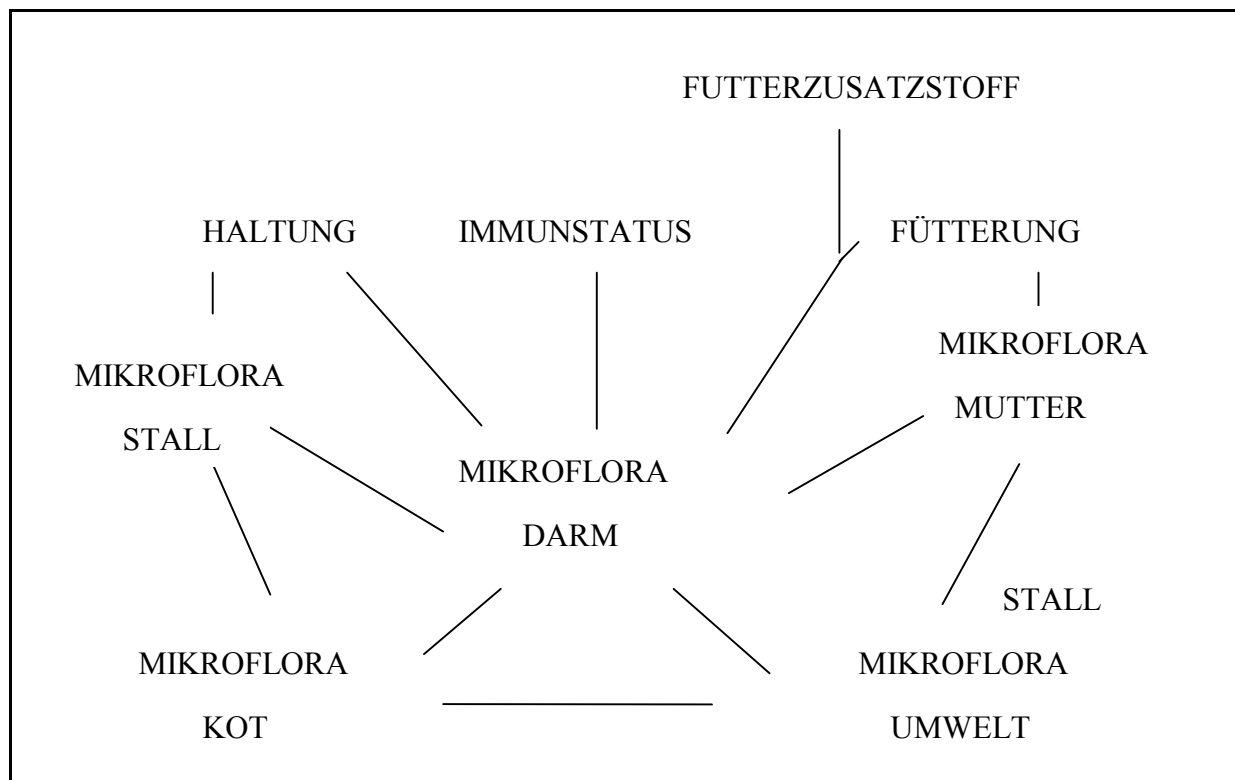


Abb. 16.5: Beeinflussung der Mikroflora des Darmes von Ferkel und Geflügel



Hierbei gewinnen Futterzusatzstoffe bzw. Pflanzenstoffe mit besonderen Eigenschaften und Wirkungen eine zunehmende Bedeutung. Beispiele von bereits erfolgreich eingesetzten Pflanzen oder ihren Inhaltsstoffen sind Thymian und Oregano bzw. das betreffende ätherische Öl, oder auch Karotten- und Apfelpektine.

Bei Durchfällen kommt es infolge von Dehydratation, Sepsis durch bakterielle Translokation und nachfolgende Peritonitis zu verminderter Gewichtszunahme der Tiere sowie zu nicht unerheblichen Zahlen von Todesfällen. Häufig sind an der Ursache nicht kommensale Escherichia-coli-Stämme, Salmonellen, Yersinien oder Enterobakterien, aber auch Corona- und Rotaviren beteiligt. Die Pathogenese hängt einerseits von der Bildung verschiedener Toxine, andererseits von der Adhärenz der Keime an den Darmepithelzellen ab.

Durch Zufütterung von Karottenpulver bzw. einer aus Karotten hergestellten Pektinfraktion konnte in neueren Studien gezeigt werden, dass die Pektine die Adhärenz bakterieller Mikroorganismen als Rezeptor-Analoga blockieren, dadurch Durchfälle beim Absatzferkel verhindern und auch erfolgreich in der Prävention von Sepsis bei Hühnern eingesetzt werden konnten (Tab. 16.2, JUGL et al. 2001, Tab. 16.3, GUGGENBICHLER et al. 2001).

Tab. 16.2: Fütterung von Karottenpektin an Absatzferkel (n=183)

	Durchfall	ohne Durchfall
Kontrollgruppe	50 %	50 %
Tylosinphosphat	24.6 %	75.4 %
Karottenpektin	14.7 %	85.3 %

Tab. 16.3: Klinische Studie: Peritonitis in einer Legehühnerbatterie

Problem: Peritonitis, Adnexitis in einer  
Legehühnerbatterie. 2100 Tiere

- Täglich 4 - 8 Todesfälle
- eitriger Ausfluß
- verminderte Legeleistung
- schlechte Eiqualität

Randomisierung auf 1120 Kontrollgruppe  
980 Galakturonidgruppe (1 % Galakturonide  
im Futter für 10 Tage)

- Verminderung der Todesfälle
- Steigerung der Legeleistung (+ 5 %)
- Steigerung der Eiqualität
- Bei Autopsie: Peritonitis bei 2/20 Tieren in der  
Galakturonidgruppe, vs. 14/20 Tieren in der Kontrollgruppe

Guggenbichler et al. 2001

Auch wurde bereits der Nachweis der Verhinderung einer bakteriellen Translokation aus dem Intestinaltrakt bei IL 6 knock out Mäusen nach Infektion mit *Enterobacter cloacae* erbracht. Der Einsatz dieser Kohlenhydrate (Galacturonide) ist gegenüber Antibiotika äußerst kosteneffizient, umweltverträglich und könnte wesentlich dazu beitragen, die Resistenzentwicklung bakterieller Mikroorganismen einzudämmen. Weitere klinische Studien sind daher dringend angezeigt.

Auch der Einsatz ätherischer Öle bzw. ätherisch-Öl-haltiger Drogen zeigte sich als sehr vielversprechend. Sowohl die Lebendmassezunahme als auch der relative Futteraufwand wurden durch Einsatz von Nelken- und Oregano-Öl in der Ferkelaufzucht positiv, wenn auch geringfügig beeinflusst (GOLLNISCH et al. 2001, Tab. 16.4).

Tab. 16.4: Lebendmassezunahme und Futteraufwand bei Einsatz ätherischer Öle in der Ferkelaufzucht (Gollnisch et al. 2001)

1. Teilversuch	Zusatz (100g/t)				
	Kontrolle	Cassia	Nelke	Oregano	Thymian
Lebendmassezunahme (g/d)	444±43	445±69	473±51	468±19	425±45
Relativ	100	100	107	105	96
Futteraufwand (kg/kg)	1,63±0,07	1,55±0,08	1,57±0,06	1,55±0,09	1,60±0,05
Relativ	100	95	96	95	98

Wesentlich bedeutender erscheint jedoch das Ergebnis von JUGL et al. (Abb. 16.6), dass durch 1 %igen Zusatz von Thymian zum Futter die Zahl der hämolysierenden E. coli in Kotproben sowohl gegenüber der Kontroll- als auch der Antibiotikagruppe (Flavophospholipol) deutlich reduziert wurde.

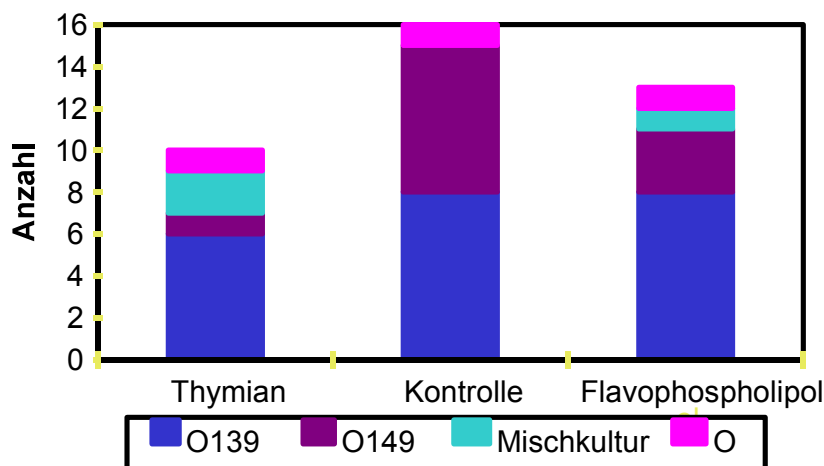


Abb. 16.6: Serotypisierung der hämolysierenden E. coli je Fütterungsgruppe

Die Leistungsparameter der Aufzuchtferkel waren darüber hinaus deutlich verbessert. KYRIAKIS et al. (1999) setzten in einem Schweinemast-Praxisbetrieb Oregano-Öl als Zusatzstoff ein und konnten damit eine Reduktion der Durchfälle um etwa 35 % sowie eine mehr als 20 %ige Leistungssteigerung erreichen.

Große Gesundheitsprobleme mit zunehmend auftretenden Therapienotständen gibt es beim Geflügel. Als Konsequenz zählen umfangreiche Impfprogramme zum heutigen Standard (Tab. 16.5), deren Effizienz jedoch schwere Lücken zeigt (HESS 2002).

Tab. 16.5: Impfprogramm für Geflügel

<b>Zeitpunkt</b>	<b>Legetiere</b>	<b>Zuchttiere</b>
1. Tag	Marek	
1. Tag	Salmonellen I	
1. Woche	-----	Reovirus I
2. Woche	Infektiöse Bronchitis I	
3. Woche	Newcastle I / Infektiöse Bursitis	
5. Woche	Newcastle II	
6. Woche	Infektiöse Bronchitis II / Salmonellen II	
9. Woche	Infektiöse Laryngotracheitis	
11. Woche	Newcastle III	
12. Woche	Aviäre Encephalomyelitis / Infektiöse Kükenanämie	
13. Woche	Infektiöse Bronchitis III	
14. Woche	-----	Reovirus II
15. Woche	Newcastle IV	
16. Woche	Salmonellen III	
17. Woche	Egg Drop Syndrom	
18. Woche		Infektiöse Bursitis III / Infektiöse Bronchitis IV / Reovirus III / Newcastle V
Alle 3-4 Monate Newcastle Wiederholungsimpfungen		

In Ergänzung gibt es eine Vielzahl von Futterzusatzstoffen auf dem Markt, deren Akzeptanz seitens der Verbraucher in Richtung Prophylaktika drastisch abnimmt (Tab. 16.6).

Tab.16.6: Futterzusatzstoffe beim Geflügel (Hess 2002)

**M**  
**a**  
**n**  
**g**  
**e**  
**i**  
**n**  
**d**  
**e**  
**A**  
**k**  
**z**  
**e**  
**p**  
**t**  
**a**  
**n**  
**z**



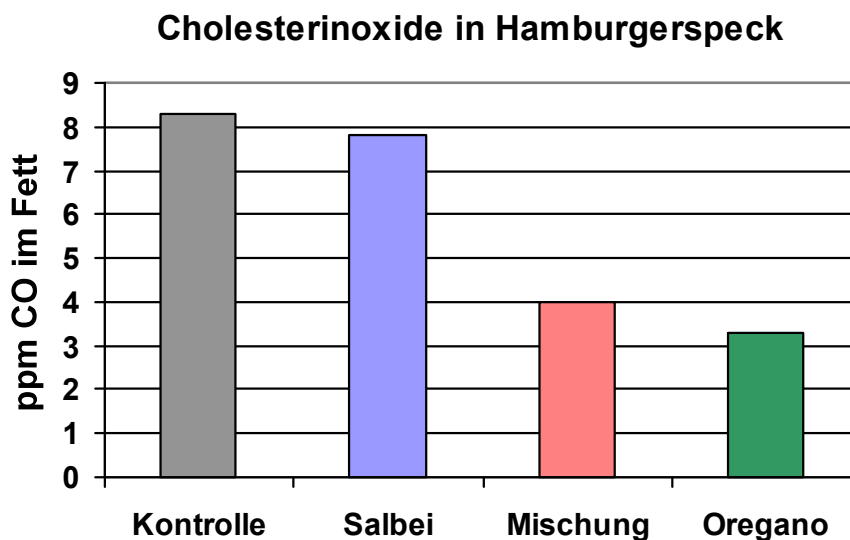
- **Verbesserung der technol. Beschaffenheit und Konservierfähigkeit**
  - Emulgatoren, Stabilisatoren, Preßhilfsmittel
- **Veränderung der Eidotterfarbe**
  - Carotinoide
- **Ernährungsphysiologische Aufwertung**
  - Spurenelemente, Vitamine, Aminosäuren, Enzyme
- **Stabilisierung der Darmflora**
  - Probiotika, “Competitive Exclusion“
- **Prophylaktika**
  - Kokzidiostatika, Amöbostatika
- **Verbesserung der Futtermittelverwertung und Prophylaxe**
  - Antibiotika, Wachstums- oder Leistungsförderer

Auch hier gelten einerseits Pektine, andererseits ätherische Öle als potentielle Alternativen (GUGGENBICHLER et al. 2001, LOSA & KÖHLER 2001). MITSCH et al. (2002) konnten erst jüngst zeigen, dass eine Mischung aus Thymian-, Oregano- und Nelkenöl als Futterzusatz zu einer deutlichen Reduktion von *Clostridium perfringens* im Darmtrakt von Masthühnern führte, verbunden mit geringeren Ausfallraten und verbesserten Leistungsdaten. Im Antibiogramm erzeugen die genannten Öle ähnlichen Hemmhöfe wie die gängigen Antibiotika.

#### 16.4. Qualität tierischer Lebensmittel

Der Einsatz von Kräutern und ätherischen Ölen als Antioxidantien und antimikrobielle Agenzien hat bei Fleischwaren schon eine lange Tradition und ergänzt sinnvoll den rein sensorischen Aspekt. Als Futterzusatzstoffe während der Mast gegeben war bisher sehr widersprüchlich im Bezug auf die Produktqualität beurteilt worden: meist waren im Schlachtkörper keine oder nur geringfügige Unterschiede festgestellt worden. In einem jüngst erfolgten Versuchsansatz wurde ein 1 %iger Kräuterzusatz während der Schweinemast ins Futter gegeben. Nach Ende der Mast wurde jedoch nicht nur der frische Schlachtkörper untersucht, sondern es wurden verschiedene Fleischwaren (Würste mit unterschiedlichem Fettgehalt sowie Hamburgerspeck) hergestellt und über 6 Monate gelagert. Dabei zeigte sich, dass bei Oregano als Futterzusatz über die gesamte Lagerdauer keine Erhöhung des Cholesterinoxidgehaltes zu beobachten war (Abb. 16.7, BAUER et al. 2001).

Abb. 16.7: Kräuter als Futterzusatz in der Schweinemast (1 % Kräuterzusatz, 6 Monate Lagerung)  
CO= Cholesterinoxide (Bauer et al. 2001)



Nachdem Cholesterinoxide einerseits als cytotoxisch, mutagen und cancerogen, andererseits als (Mit-) Verursacher von Atherosklerose gelten, ist ihre Reduktion bzw. die Verhinderung ihres Entstehens von gesundheitlicher Relevanz. Mit dieser Untersuchung konnte erstmals

gezeigt werden, dass pflanzliche Antioxidantien als Futterzusatzstoffe einen positiven Einfluss auf die Sicherheit und Qualität von Lebensmitteln tierischer Herkunft haben können.

## 16.5. Schlussfolgerungen

Auswirkungen der Tierernährung einschließlich der Futterzusatzstoffe und der eingesetzten Veterinär-Pharmazeutika auf die tierische und menschliche Gesundheit, sichere Herstellungsverfahren für gesunde Lebensmittel sowie Auswirkungen der Ernährung und funktioneller Nahrungsergänzung auf die Gesundheit sind explizit Ziele der Forschung und Entwicklung im 6. EU-Rahmenprogramm. Parallel dazu ist festzuhalten, dass in der Kleintier- und Sportpferdemedizin ein Trend zum Einsatz von Phytopharmaka besteht.

Wenn auch in zunehmendem Maße pflanzliche Futterzusatzstoffe („Phytogene Futteradditive“, MATHE 1996) und „Tierpflegemittel“ auf den Markt kommen, so arbeiten einer jüngst erfolgten Recherche zufolge nur vereinzelt veterinärmedizinische, pharmazeutische oder landwirtschaftliche Forschungseinrichtungen in Mittel- und Westeuropa an der Thematik Sekundäre Pflanzenstoffe in der Veterinärmedizin, Tierhaltung und Tierernährung.

Zwar ist selbst im Anhang I B5.4 der EU-Direktive 2092/91 festgehalten, dass vor allem in der ökologischen Tierproduktion phytotherapeutischen Erzeugnissen der Vorzug gegenüber chemisch-synthetischen, allopathischen Tierarzneimitteln zu geben ist; aus Mangel an registrierten Veterinär-Phytopharmaka ist das aber bisher in der Praxis schlecht umsetzbar und es besteht nachgewiesenermaßen hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Im Vorfeld zum 6. EU-Rahmenprogramm wurde deshalb in Österreich ein Forschungsschwerpunkt „Funktionelle Pflanzenstoffe in der Veterinär-/Medizin und Ernährung“ eingerichtet, an dem sich universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie die pharmazeutische und die Futtermittel-Industrie beteiligen. Inhaltlich ist ein integrativer Ansatz gegeben, der von grundlegenden Untersuchungen zur Immunologie und Bakteriologie, Stoff-Wirkungs-Beziehungen und analytischen Problemlösungen einerseits über tierexperimentelle Arbeiten und Feldstudien bis zu Produktentwicklung bzw. Qualitätsbeurteilung der erzeugten Lebensmittel tierischer Herkunft andererseits reichen soll. Der vernetzte Ansatz ist in Abb. 16.8 schematisch dargestellt.

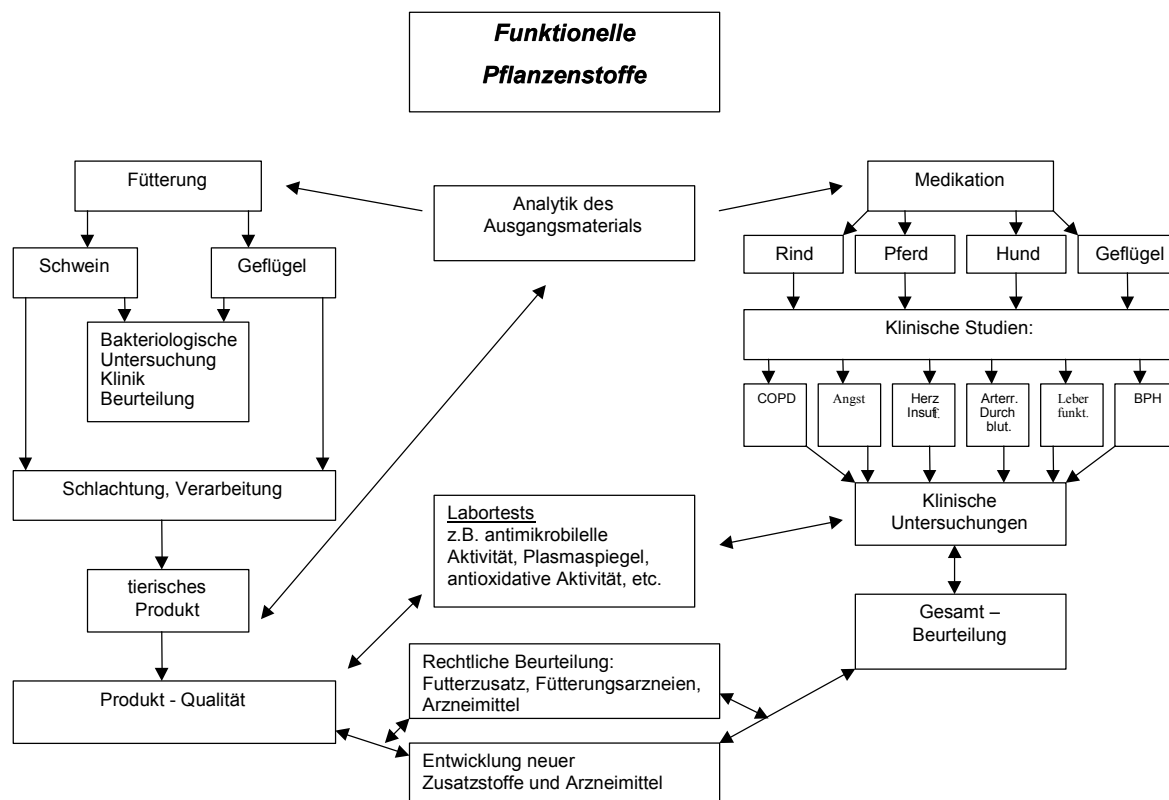


Abb. 16.8: Forschungsschwerpunkt „Funktionelle Pflanzenstoffe in der Veterinärmedizin“

Eine kritische Auseinandersetzung mit „funktionellen, bioaktiven Pflanzenstoffen muss die Analytik, die Resorption und Bioverfügbarkeit sowie die molekulare Wirkungsweise umfassen. Das neue Wissen um die Bedeutung dieser Stoffe erfordert für die Entwicklung und Qualitätssicherung neuer Produkte daher viel Forschungsvorleistung, die nur im multidisziplinären Ansatz erbracht werden kann. Der jedoch aus der Humanmedizin stammende Wissensvorsprung, den einige europäische Länder (insbesondere Österreich, Deutschland, Italien und die Schweiz) auf diesem Gebiet besitzen, muss erhalten, genutzt und ausgebaut werden, was zugleich zu einer Stärkung der einschlägigen Industrie führt.

In weiterer Folge wirkt sich dieser integrative Ansatz von Pflanzenproduktions-Alternativen über industrielle Verarbeitung bis zur Tierhaltung und Tiergesundheit, bei lebensmittelliefernden Tieren bis zur Produktqualität aus und ist somit vielschichtig mehrwertschöpfend.

Parallel dazu sind auch eine Reihe von Erkenntnissen zu erwarten, die für funktionelle Zusatzstoffe in der Humanernährung und für Phytopharmaka im allgemeinen von Bedeutung sein können.

Ein Erfolg dieses Ansatzes auf europäischer Ebene wird allerdings davon abhängen, wie viele Interessenten in den einzelnen Mitgliedsländern der Union sich an diesen Aktivitäten beteiligen. Sie sind jedenfalls herzlich dazu aufgefordert.

## 16.6. Literatur

BAUER, F., SILLER, D., KLEINEISEN, S., LUF, W. (2001): The Influence of feeding sage and Oregano on the oxidative stability of raw belly bacon. Eurofoodchem XI, Norwich, 26. - 28. 09.2001, 386-388

Gollisch, K., Halle, I., Flachowsky, G. (2001): Einsatz von Kräutern und ätherischen Ölen in der Tierernährung. Tagungsband der XXXVI. Vortragstagung der DGQ: Gewürz- und Heilpflanzen, Jena 19.-20.3.2001, S. 249-258

Guggenbichler, J.P., Fritsch, F., Pichler, J.: Schwerpunktpräsentation, 22.01.2002, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2002

Hess, M.: Schwerpunktpräsentation, 22.01.2002, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2002

Jugl, M., Zitterl-Eglseer, K., Beier, T., Schlicher, F., Gabler, C., Schuh, M., Kastner, U., Guggenbichler, J.P., Franz, Ch.: Experimentelle Feldstudie über den Einsatz von Karottenpektinen als Futterzusatz zur Durchfallprophylaxe in der Ferkelaufzucht. Tierärztl Prax, 29 (G), 308-312, 2001

Kyriakis S.C., Tsioloyiannis V.K., Vlemmas J., Sarris K. et al.: The effect of robitotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. Res Vet Sci 1999; 67: 223-8

Losa, R., Köhler, B.: Prevention of Colonisation of Clostridium perfringens in Broilers Intestine by Essential Oils. 13<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition, October 2001, Blankenberge, Belgium

Mathe, A.: Essential Oils as Phytogetic Feed Additives (PFA), Essential Oils Basic and Applied Research, Allured Publishing Corporation, 1997

Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Köhler, B., Losa, R., Gabler, C., Zimpernik, I.: The effect of two different blends of essential oil compounds on the proliferation of Clostridium perfringens in the intestine of broiler chicken. 2002 (eingereicht)

Reichling, J., Saller, R.: Pflanzliche Arzneimittel in der Veterinärphytotherapie, Schweiz.Arch.Tierheilk., Band 143, Heft 8, 395-403, 2001

Richter, A., Löscher, W., Witte, W. (1994): Leistungsförderer mit antibakterieller Wirkung: Probleme aus pharmakologisch – toxikologischer Sicht. Der praktische Tierarzt, 7, 603-624

Smith-Schalkwijk, M.J.: Veterinary phytotherapy: An overview. Can.Vet.J., 40, 891-892, 1999

Steinmassel-Wirrer: Phytotherapie beim Hund einst und jetzt – historische Befunde neu bewertet. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien 1993

Truls, C.: Der Einsatz von pflanzlichen Arzneien in der Kleintierpraxis. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien 1999

van den Hoven: Schwerpunktpräsentation, 22.01.2002, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2002



van den Hoven, R., Zappe, H., Zitterl-Eglseer, K., Jugl, M., Franz, Ch.: The effect of Bronchipret on lung functions of Austrian saddle horses suffering recurrent airway obstructions (heaves). *Vet. Rec.*, 2002 (im Druck)

Zitterl-Eglseer, K., Ludwig, M., Franz, Ch.: Phytotherapie beim Rind einst und jetzt – alte Indikationen ausgewählter Arzneipflanzen neu bewertet. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 85. 166-176, 1999a

Ziiterl-Eglseer, K., Franz, Ch.: Medicinal herbs of central Europe used in the therapy of different animal species, *Herbs, Humans and Animals*, 190-198, A. Pieroni ed., Experiences Verlag, Köln 1999b

## 17. Tabellenverzeichnis

	<u>Titel</u>	<u>Seite</u>
3.1.	Projekte zur Ermittlung des FuE-Bedarfes	13
8.1.	Nischenkulturen der Arznei- und Gewürzpflanzen ohne intensive Züchtungsaktivitäten	38
9.1.	Institutionen mit öffentlicher Forschung im Bereich „Arzneipflanzenanbau“ in Deutschland	54
9.2.	Öffentliche Forschungsprojekte zum „Arzneipflanzenbau“ in Deutschland	56
10.1.	Charakteristika molekularer Markersysteme (verändert nach Powell et al. 1996 sowie Mueller & Wolfenbarger 1999)	65
11.1.	Ökologischer Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen	75
11.2.	Erweiterte Qualitätsbegriffe (nach SAUER, 1988, KADE 1995)	79
11.3.	Für die ökologische Pflanzenzüchtung empfohlene Züchtungstechniken (nach: anonym, 1999, LAMMERTS VAN BUEREN 1999, LAMMERTS VAN BUEREN et al. 2000)	81
11.4.	Krankheiten und Schädlinge an einigen Heil- und Gewürzpflanzenkulturen (nach SCHNEIDER 1999)	84
11.5.	Preisdifferenz ausgewählter Waren aus ökologischen und konventionellem und/oder integriertem Anbau	90
11.6.	Preisdifferenz ausgewählter Waren zwischen deutschem Ursprung und Importen	92
12.1.	Spektrum an ernterelevanten Pflanzenorganen bei einigen Arznei- und Gewürzpflanzen	98
12.2.	Kennwerte der Kamilleernte	101
12.3.	Mähdreschereinstellung am Beispiel der Mariendistel	102
12.4.	Kennwerte der Mähdruschernte von Fenchel, Koriander und Senf	102
14.1.	Melissa officinalis L.; Untersuchung der <u>auf dem Feld</u> gezogenen Proben	125
14.2.	Melissa officinalis L.; Untersuchung <u>vor Trocknung</u> gezogener Proben	125
14.3.	Melissa officinalis L.; Untersuchung <u>nach Trocknung</u> gezogener Proben	126
14.4.	Melissa officinalis L.; Nachweise von E. coli.	126
14.5.	Petroselinum crispum Hill; Untersuchung der <u>auf dem Feld</u> gezogenen Proben	127
14.6.	Petroselinum crispum Hill; Untersuchung <u>vor Trocknung</u> gezogener Proben	128
14.7.	Petroselinum crispum Hill; Untersuchung <u>nach Trocknung</u> gezogener Proben	128
14.8.	Petroselinum crispum Hill; Nachweis von E. coli	129

14.9.	Valeriana officinalis L.; Untersuchung <u>auf dem Feld</u> gezogener Proben	129
14.10.	Valeriana officinalis L.; Untersuchung <u>vor der Trocknung</u> gezogener Proben	130
14.11.	Valeriana officinalis L.; Untersuchung <u>nach Trocknung</u> gezogener Proben	130
14.12.	Valeriana officinalis L.; E. coli – Nachweise	131
15.1.	Regelungen der Ph.Eur., Abschnitt 2.8.13, für Pestizid-Rückstände	142
16.1.	Beurteilung der Phytopharmaka durch die Tierärzte	149
16.2.	Fütterung von Karottenpektin an Absetzferkel	152
16.3.	Klinische Studie: Peritonitis in einer Legehühnerbatterie	153
16.4.	Lebendmassezunahme und Futteraufwand bei Einsatz ätherischer Öle in der Ferkelaufzucht (Gollnisch et al. 2001)	154
16.5.	Impfprogramm für Geflügel	155
16.6.	Futterzusatzstoffe beim Geflügel (Hess 2002)	155

## 18. Abbildungsverzeichnis

	<u>Titel</u>	<u>Seite</u>
3.1.	Fördermittelverteilung 1993-1996 und 2002	14
3.2.	Projekte zu Inkulturnahme von Arznei- und Gewürzpflanzen	16
3.3.	Projekte zur Anbauoptimierung	16
3.4.	Züchtungsprojekte zu Johanniskraut	17
3.5.	Züchtungsprojekte zu Fenchel	17
3.6.	Untersuchung sekundärer Inhaltsstoffe für Non-Food-Zwecke	18
3.7.	Verbundvorhaben: Gammalinolensäure - Anbau, Ernte und Produktentwicklung	18
3.8.	Züchtungsprojekte zu Brennnessel und Kamille	19
3.9.	Untersuchungen zur Optimierung von Erst- und Aufbereitungsanlagen	19
3.10.	Projekte zu Analytik und Beratung	20
8.1.	Veränderung der Reaktionsnorm von Populationen durch Züchtung	28
8.2.	Stand geschützter Arznei- und Gewürzpflanzensorten im März 2002	41
10.1.	Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung (Ordon & Friedt 1998)	61
10.2.	Schematischer Ablauf der Polymerase Chain Reaction (PCR)	62
10.3.	PCR-Amplifikationsschema nach Ordon & Friedt (1998)	63
10.4.	Genetische Beziehungen zwischen Kamillen-Genotypen basierend auf einer UPGMA-Clusteranalyse der genetischen Ähnlichkeit anhand von 18 RAPD-Primern (Abb. A) entsprechend 445 Fragmenten bzw. 16 AFLP-Primerkombinationen (Abb. B) entsprechend 1507 Fragmenten	67
11.1.	Anbauflächen (ha) in Deutschland (geschätzt, unter Verwendung von Daten von HOPPE 1999, SCHUBERT 2002)	74
11.2.	Preisentwicklung Öko- Hibiskus, Öko- Pfefferminze, Öko- Kamille	91
11.3.	Umsatzverhältnis Bioprodukte am Gesamtlebensmittelumsatz	93
12.1.	Pflückprinzip für Kamille nach Hege (links) und Martinov (rechts)	100
12.2.	Selbstfahrender Mähader bei der Ernte von Sonnenhut	103
15.1.	Abgrenzung von Arzneimitteln und Lebensmitteln	137
15.2.	Deklaration wirksamer Bestandteile	140
15.3.	Empfehlungen der Ph.Eur. für die mikrobiologische Qualität pflanzlicher Zubereitungen, Kap. 5.1.4	144
16.1.	Interesse an der phytotherapeutischen Behandlung von Tieren	147
16.2.	Einsatz von Phytopharmaka bei verschiedenen Tierarten	147
16.3.	Anteil pflanzlicher Therapien an den Behandlungen wichtiger Indikationen	148

16.4.	Plasma-Thymol-Konzentration bei 5 Pferden über 8 Stunden, denen 15 Tabletten Bronchipret® (äquivalent zu 2,4 g Thymian-Extrakt) oral verabfolgt wurden	150
16.5.	Beeinflussung der Mikroflora des Darmes von Ferkel und Geflügel	151
16.6.	Serotypisierung der hämolysierenden E. coli je Fütterungsgruppe	154
16.7.	Kräuter als Futterzusatz in der Schweinemast (1 % Kräuterzusatz, 6 Monate Lagerung) CO= Cholesterinoxide (Bauer et al. 2001)	156
16.8.	Forschungsschwerpunkt „Funktionelle Pflanzenstoffe in der Veterinärmedizin“	158

## 19. Adressverzeichnis der Referenten

PD Dr. Gudrun Abel  
Bionorica AG; Kerschensteiner Strasse 11-15; 92318 Neumarkt  
gudrun.abel@bionorica.de

Dr. Gero Beckmann  
Labor L+S AG; Mangelsfeld 4; 97708 Bad Bocklet  
gero.beckmann@labor-LS.de

Prof. Dr. Ulrich Bomme  
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP); Postfach 1641; 85316  
Freising  
Ulrich.bomme@lbp.bayern.de

Petra Becker  
Agrimedia GmbH; Sphal 4; 29468 Bergen/Dumme  
peanbecker@gmx.de

Margit Dehe  
Staatliche Lehr- und Versuchs- Anstalt Bad Neuenahr- Ahrweiler; Walporzheimer Straße 48;  
53474 Bad Neuenahr- Ahrweiler  
mdehe.SLV-AW@agrarinfor.rpl.de

Dr. sc. Rolf Franke  
Salus Haus Dr. med. Otto Greither Nachf. GmbH & Co. KG; Bahnhofstraße 24; 83052  
Bruckmühl (Obb.)  
rolf.franke@salus.de

O.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. habil. Chlodwig Franz  
Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien; Veterinärplatz  
1; A-1210 Wien  
Chlodwig.franz@vu-wien.ac.at

W. Friedt  
Justus-Liebig-Universität Gießen; Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I; Heinrich-  
Buff-Ring 26-32; 35392 Gießen

Dr.-Ing. Albert Heindl  
Heindl GmbH; Marktplatz 5; 84048 Mainburg  
heindl-gmbh@t-online.de

Dr. Ute Körner  
Labor L+S AG; Bad Bocklet; Mangelsfeld 4; 97708 Bad Bocklet

Dr. Elmar Kroth

Geschäftsführer der Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V. (FAH); Kranzweiherweg 10; 53489 Sinzig  
kroth@bah-bonn.de

Prof. Dr. Richard Marquard

Justus-Liebig-Universität Gießen; Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I; Ludwigstr. 23; 35390 Gießen  
richard.a.marquard@agrار.uni-giessen.de

Prof. Dr. Joachim Müller

Wageningen University and Research Centre; Agrotechnology and Food Science; Mansholtlaan 10-12 Building nr.127; NL-6708 PA Wageningen  
Joachim.Mueller@uder.aenf.wag-ur.nl

PD Dr. Frank Ordon

Justus-Liebig-Universität Gießen; Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I; Heinrich-Buff-Ring 26-32; 35392 Gießen,  
frank.ordon@agrار.uni-giessen.de

PD Dr. sc. nat. Friedrich Pank

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ); Institut für gartenbauliche Kulturen; Neuer Weg 22-23; 06484 Quedlinburg  
F.Pank@bafz.de

Dr. Erika Schubert

Agrimed Hessen w.V.; Oderstrasse 38; 65468 Trebur  
agrimed@t-online.de

Dr. Barbara Steinhoff

Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH); Ubierstr. 71 – 73; 53173 Bonn  
steinhoff@bah-bonn.de

Dipl.-Ing. agr. Henryk Stolte

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.; Hofplatz 1; 18276 Gülzow  
h.stolte@fnr.de

Dr. Hermann Stürmer

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft; Rochusstrasse 1; 53123 Bonn  
hermann.stuermer@bmvel.bund.de

Carola Wagner

Justus-Liebig-Universität Gießen; Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I; Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen; Ludwigstr. 23, 35390 Gießen

Dr. Erich Wolf

M.C.M. Klosterfrau GmbH & Co.; Gereonsmühlengasse 1-11; 50670 Köln  
dr.wolf@klosterfrau.de