

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart <b>Schlussbericht</b>
3a. Titel des Berichts <b>Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL); Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)</b>	
3b. Titel der Publikation  -Grohs, B.; Graf, T. Produktion von Arzneipflanzen in Deutschland – Nische mit Potenzial Neue Landwirtschaft, Jg. 2012, Heft 5, S. 58-61 -Grohs, B. Ist die Qualität des heute am Markt befindlichen Arzneipflanzensaatguts ausreichend für eine effektive Kulturetablierung? Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2012), 17, 145 -Grohs, B. Die Saatgutqualität ist wichtig für die Bestandsetablierung Gemüse, Jg. 2013, Heft 10, S. 49-51 -Grohs, B. Ist der einheimische Anbau von Heilpflanzen von wirtschaftlichem Interesse für die arzneipflanzenverarbeitende Industrie? Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen, Jg. 18, Heft 2, S. 57 -Grohs, B. Tagung „Arzneipflanzen in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, Jg. 19, Heft 3, S. 135-145	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n))  Dr. Jens Hoffmann	5. Abschlußdatum des Vorhabens  31.03.2021
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) s. oben	6. Veröffentlichungsdatum 22.07.2022
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V. (FAH) Dottendorfer Strasse 86 53129 Bonn	7. Form der Publikation
13. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) 11055 Berlin	9. Ber.Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen *)  22021311
	11a. Seitenzahl Bericht
	11b. Seitenzahl Publikation
	12. Literaturangaben
	14. Tabellen
	15. Abbildungen
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)  Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Hofplatz 1, 18276 Gülzow	
18. Kurzfassung: max. 2000 Zeichen Nachdem die Teilprojekte des Gesamtvorhabens „Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus am Beispiel der züchterischen und anbautechnologischen Optimierung von Kamille, Baldrian und Melisse“ in Phase I des Projektes erfolgreich konzipiert werden konnten, bestand die Notwendigkeit, die in der Folge in den einzelnen Teilprojekten erzielten und in den weiteren Jahren zu erzielenden Forschungsergebnisse hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Bedeutung und ihrer Projekt- und Marktrelevanz im Sinne eines Monitorings zu bewerten. Diese Aufgabe oblag den Expertenarbeitsgruppen und dem Wissenschaftlichen Beirat, wobei die Mitglieder der Expertenarbeitsgruppen aufgrund ihrer praxisnahen und spezifischen Kenntnisse Bewertungsempfehlungen für den Wissenschaftlichen Beirat erarbeiteten. Dieser wiederum beurteilte die Untersuchungsergebnisse insbesondere im Hinblick auf ihren Beitrag zum Ziel des Gesamtprojekts, das in der Stärkung des deutschen Arzneipflanzenanbaus besteht. Vor diesem Hintergrund bestand die Notwendigkeit, die Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen in einem vergleichbaren Umfang wie bei der Konzeption der Teilprojekte fortzusetzen. Dies wiederum beinhaltete die weitere Organisation des Gesamtvorhabens durch die FAH im Zuge des Vorhabens „Organisation des Demonstrationsvorhabens KAMEL (Betreuung des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen, Betreuung des Ergebnismonitorings, Organisation einer Informationsveranstaltung für die arzneipflanzenabnehmenden und -produzierenden Industriezweige) (Phase 2)“. Die Organisation des Gesamtvorhabens umfasste die regelmäßige Einberufung der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen zu den Sitzungen unter Er-stellung und Abstimmung der Tagesordnungen, die Erfassung der Sitzungsergebnisse sowie Abstimmung der Ergebnisnotizen. Alle Aktivitäten hatten das Ziel, die Ergebnisse der übrigen Teilprojekte des Demonstrationsvorhabens zu evaluieren und bei Erfolg an die arzneipflanzenabnehmende Hand zu übermitteln und somit die Nachfrage nach dem pflanzlichen Material zu stärken. Auf diese Weise sollte die Wettbewerbssituation des deutschen Arzneipflanzenanbaus auch im internationalen Wettbewerb verbessert werden.	
19. Schlagwörter  Arzneipflanzen, Arzneipflanzenanbau, Demonstrationsprojekt, Expertenarbeitsgruppen, Forschungskonzept, Matricaria recutita, Kamille, Melissa officinalis, Öffentlichkeitsarbeit, Organisation, Technologie, Valeriana officinalis, Wissenschaftlicher Beirat, Züchtung	
20. Verlag	21. Preis

\*) Auf das Förderkennzeichen des BMVEL soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

## **Schlussbericht**

### **zum Vorhaben**

Thema:

**Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL);  
Organisation des Gesamtprojektes (Phase II)**

Zuwendungsempfänger:

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

Förderkennzeichen:

**22021311**

Laufzeit:

**01.04.2012 bis 31.03.2021**

Monat der Erstellung:

**06/2021**

Gefördert durch:



Bundesministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm |Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

# I. Ziele

## 1. Aufgabenstellung

Nachdem die Teilprojekte des Gesamtvorhabens „Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus am Beispiel der züchterischen und anbautechnologischen Optimierung von Kamille, Baldrian und Melisse“ in Phase I des Projektes erfolgreich konzipiert werden konnten, bestand die Notwendigkeit, die in der Folge in den einzelnen Teilprojekten erzielten und in den weiteren Jahren zu erzielenden Forschungsergebnisse hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Bedeutung und ihrer Projekt- und Marktrelevanz im Sinne eines Monitorings zu bewerten. Diese Aufgabe oblag den Expertenarbeitsgruppen und dem Wissenschaftlichen Beirat, wobei die Mitglieder der Expertenarbeitsgruppen aufgrund ihrer praxisnahen und spezifischen Kenntnisse Bewertungsempfehlungen für den Wissenschaftlichen Beirat erarbeiteten. Dieser wiederum beurteilte die Untersuchungsergebnisse insbesondere im Hinblick auf ihren Beitrag zum Ziel des Gesamtprojekts, das in der Stärkung des deutschen Arzneipflanzenanbaus besteht. Diese Bewertungen wurden der FNR und dem BMELV im Zuge der Ergebnisnotizen zu den Sitzungen übermittelt.

Vor diesem Hintergrund bestand die Notwendigkeit, die Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen in einem vergleichbaren Umfang wie bei der Konzeption der Teilprojekte fortzusetzen. Dies wiederum beinhaltete die weitere Organisation des Gesamtvorhabens durch die FAH im Zuge des Vorhabens „Organisation des Demonstrationsvorhabens KAMEL (Betreuung des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen, Betreuung des Ergebnismonitorings, Organisation einer Informationsveranstaltung für die arzneipflanzenabnehmenden und –produzierenden Industriezweige) (Phase 2)“. Die Organisation des Gesamtvorhabens umfasste die regelmäßige Einberufung der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen zu den Sitzungen unter Erstellung und Abstimmung der Tagesordnungen, die Erfassung der Sitzungsergebnisse sowie Abstimmung der Ergebnisnotizen. Alle Aktivitäten hatten das Ziel, die Ergebnisse der übrigen Teilprojekte des Demonstrationsvorhabens zu evaluieren und bei Erfolg an die arzneipflanzenabnehmende Hand zu übermitteln und somit die Nachfrage nach dem pflanzlichen Material zu stärken. Auf diese Weise sollte die Wettbewerbssituation des deutschen Arzneipflanzenanbaus auch im internationalen Wettbewerb verbessert werden.

Mit der Organisation des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen sowie der Fortführung des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ wurden die Ziele des Vorhabens „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ in der geplanten Abfolge und in dem angestrebten Umfang erreicht. Zusätzlich konnten Aufgaben zur Bekanntmachung des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ übernommen werden. Es wurden sechs Publikationen erarbeitet.

## **2. Stand der Technik**

Im Zuge der von BMELV und FNR beauftragten „Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe“ hat sich die Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen für die Herstellung von Phytopharmaka als bedeutender und zukunftssträchtiger Bereich der nachwachsenden Rohstoffe erwiesen. Zwar wird durch die Produktion dieser Pflanzen nur eine geringe Fläche gebunden, auf der der Anbauer jedoch einen hohen Deckungsertrag erzielt. Die Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen erfolgt auf Basis von Angebot und Nachfrage und bedarf bis dato keiner finanziellen Förderung. Hervorzuheben ist, dass der Markt in den nächsten Jahrzehnten nach Ansicht aller führenden Experten aufgrund des anstehenden demographischen Wandels und dem steigenden Bewusstsein bezüglich eines gesunden Lebenswandels und einer nebenwirkungsarmen Medikation steigen wird.

Ausgehend von den Ergebnissen der Marktanalyse wurde in einem mehrstufigen Evaluationsprozess unter Beteiligung der national führenden Experten sowie Fachgremien ein Forschungskonzept entwickelt, mit dem aufgezeigt werden soll, dass bei ausreichender Förderung der Forschung durch die öffentliche Hand die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Deutschland verbessert werden kann. Beispielhaft wurde hierfür die züchterische sowie anbau-, ernte- und nacherntetechnologische Optimierung der Produktion der Modellpflanzen Kamille, Baldrian und Melisse gewählt. Dieses Konzept umfasste die Verbesserung der Arzneipflanzenproduktion entlang der gesamten Produktionskette einschließlich Züchtung, Bestandsetablierung und -pflege, Ernte und Trocknung.

Dieses Konzept wurde seit den Jahren 2008 und 2009 erfolgreich in Projekte umgesetzt, die seit spätestens August 2010 und bis zum Projektende im März 2021 seitens ausgewählter Forschungsstellen bearbeitet wurden. Dabei wurden die Projektideen seitens der Expertenarbeitsgruppen Züchtung (Leitung: Dr. Heidi Heuberger / Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Baldrianzüchtung), Dr. Frank Marthe / Julius-Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (Melissezüchtung), Dr. Andreas Plescher / Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH (Kamillezüchtung)), Bestandsetablierung (Leitung: Dipl.-Ing. agr. Margit Dehe / Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz), Erntetechnologie (Leitung: Dipl. agr. Ing. Frank Quaas / Burkersdorf) und Nacherntetechnologie (Leitung: Dr. Joachim Müller / Universität Hohenheim) zusammen mit den Forschungsstellen entwickelt und seitens des Wissenschaftlichen Beirats unter der Leitung von Prof. Ulrich Bomme / Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (bis Dezember 2009) und Dipl. agr. Ing. Torsten Graf / Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (ab Dezember 2009) unter wissenschaftlichen und Marktaspekten bewertet.

Die Koordination dieser Gremien sowie die Aufrechterhaltung der Kontakte zwischen den Forschungsstellen hatte die FAH im Zuge des Projekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase I und II)“ übernommen, da sie über langjährige Erfahrung im Bereich der Forschungsorganisation verfügt - spezifischer Fachkenntnisse und Informationen aus Informations- und Dokumentationsdiensten bedurfte es hierfür nicht. Von Bedeutungen war vielmehr das bereits bestehende Kommunikations- und Informationsnetzwerk.

## **3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Da das Ziel des Projekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ primär die Koordination der Einzelprojekte des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ und der hierzu gehörenden Gremien ist, besteht die Notwendigkeit, mit einer Vielzahl an Arzneipflanzenproduzenten, Forschungsstellen mit Schwerpunkt Arzneipflanzen und Unternehmen der phytopharmazeutischen Industrie zusammenzuarbeiten. Entsprechend komplex gestaltet sich das Beziehungsgeflecht, das sich aus den Tabellen in der Ergebnisdarstellung ableiten lässt.

## **II. Ergebnisse**

### **1. Erzielte Ergebnisse**

#### **1.1. Wahl der Modellpflanzen für das „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“**

Mit Hilfe des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ sollte anhand der züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion der Modellpflanzen Kamille (als Beispiel für eine Blütendroge), Baldrian (als Beispiel für eine Wurzel Droge) und Zitronenmelisse (als Beispiel für eine Krautdroge) gezeigt werden, dass sich durch eine ausreichende Förderung der Forschung entlang der gesamten landwirtschaftlichen Produktionskette (Züchtung, Bestandsetablierung, Ernte, Trocknung) durch die öffentliche Hand die internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Arzneipflanzenanbaus verbessern lässt. Diese Modellpflanzen wurden seitens des DFA und der FAH gemeinsam unter den Aspekten einer guten Etablierung der pflanzlichen Droge auf dem deutschen Markt (z.B. aufgrund von vorliegenden Monographien in den Arzneibüchern), der hohen Marktbedeutung der pflanzlichen Drogen in Deutschland sowie einer vernachlässigbaren Wahrscheinlichkeit von Einwänden gegen die pflanzlichen Drogen seitens der Arzneimittelsicherheit ausgewählt.

#### **1.2 Wissenschaftlicher Beirat und Expertenarbeitsgruppen**

Im Zuge des Projekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ im Kontext des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ konnten seitens der FAH ein Wissenschaftlicher Beirat - bestehend aus Vertretern des Arzneipflanzenanbaus, der Arzneipflanzenforschung, der phytopharmazeutischen Industrie sowie des BMELV und der FNR - und vier Expertenarbeitsgruppen in den Bereichen „Züchtung“, „Bestandsetablierung“, „Ernte“ und „Trocknung“ - bestehend aus ausgewiesenen nationalen Experten zu diesen Gebieten – etabliert bzw. fortgeführt werden. Dem Wissenschaftlichen Beirat fiel die Aufgabe zu, mögliche Einzelprojekte des Demonstrationsprojekts im Hinblick auf ihre wissenschaftliche Auslegung und die Ausrichtung auf die Ziele des Gesamtprojekts zu bewerten und der FNR zur Förderung zu empfehlen; desweiteren beurteilte der Wissenschaftliche Beirat die erzielten Forschungsergebnisse. Unterstützt wurde er durch die vier Expertenarbeitsgruppen, die die Einzelvorhaben in Hinblick auf die wissenschaftliche Auslegung und die erzielten Ergebnisse vertieft prüften.

Die Zusammensetzung dieser Gremien sowie eventuelle Gäste ist in den folgenden Tabellen aufgeführt.

## Zusammensetzung des Wissenschaftlichen Beirats

Leitung:

Dipl. agr. Ing. Torsten Graf / Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)

Dr. Albert, Hagen (zur Beratung)	SALUS Haus GmbH & Co. KG, Bruckmühl
Blum, Hanna	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Rheinbach
Prof. Dr. Blüthner, Wolf-Dieter	Erfurt
Fraas, Daniel (zur Beratung)	Dr. Willmar Schwabe GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Dr. Gabler, Jutta	Falkenstein/Harz OT Neuplatendorf
Graf, Torsten	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Dr. Heuberger, Heidi	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
Jungmichel, Gunnar	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Krafka, Oliver	Martin Bauer GmbH & Co. KG, Vestenbergsgreuth
Dr. Lutz-Röder, Andrea (zur Beratung)	Kneipp GmbH, Ochsenfurt
Dr. Marthe, Frank	Julius- Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Quedlinburg
Dr. agr. Matthes, Christian	agrimed Hessen w.V., Groß-Gerau/Wallerstädten
Prof. Dr. Müller, Joachim	Universität Hohenheim, Stuttgart
Dr. Oehme, Frithjof (zur Beratung)	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow-Prüzen
Stelter, Wenke (zur Beratung)	
Dr. Plescher, Andreas	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Quaas, Frank	Nöbdenitz / Burkersdorf
Raiser, Max (zur Beratung)	Dr. Willmar Schwabe Business Services GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Reichardt, Isolde	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg
Riedl, Peter (zur Beratung)	SALUS Haus GmbH & Co. KG, Bruckmühl
Dr. Schubert, Erika	Trebur
Dr. Steinhoff, Barbara	Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH), Bonn
Dr. Zänglein, Alfred (zur Beratung)	Klosterfrau Berlin GmbH, Berlin
Dr. Grohs, Birgit	Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V. (FAH), Bonn

## Zusammensetzung der Expertenarbeitsgruppe „Züchtung“

Leitung:

Dr. Heidi Heuberger / Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Züchtung Baldrian)  
 Dr. Frank Marthe / Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Quedlinburg (Züchtung Melisse)  
 Dr. Andreas Plescher / Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH (Züchtung Kamille)

Prof. Dr. Blüthner, Wolf-Dieter	Erfurt
Dick, Birgit	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Fraas, Daniel	Dr. Willmar Schwabe GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Dr. Gabler, Jutta	Falkenstein/Harz OT Neuplatendorf
Dr. Gärber, Ute	Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Kleinmachnow
Dr. Gerard, Dieter	Flavex Naturextrakte GmbH, Rehlingen
Graf, Torsten	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Dr. Heuberger, Heidi	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
Prof. Dr. Honermeier, Bernd	Justus-Liebig-Universität Giessen, Giessen
Jauß, Hendrik	Martin Bauer GmbH & Co. KG, Vestenbergsgreuth
Dr. Junghanns, Wolfram	Dr. Junghanns GmbH, Aschersleben OT Groß Schierstedt
Jungmichel, Gunnar	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Knötzsch, Gerald	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Krafka, Oliver	Martin Bauer GmbH & Co. KG, Vestenbergsgreuth
Lloyd, Dustin	SALUS Haus GmbH & Co. KG, Bruckmühl
Dr. Marthe, Frank	Julius- Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Quedlinburg
Materne, Norbert	Geratal Agrar GmbH & Co. KG, Andisleben
Dr. agr. Matthes, Christian	agrimed Hessen w.V., Groß-Gerau/Wallerstädten
Müller, Gerald	Sachsenland Öko-Landbau GbR Linz, Lampertswalde
Neye, Oliver	Flavex Naturextrakte GmbH, Rehlingen
Nuß, Philipp	Dr. Willmar Schwabe GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Peißker, Christian	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Dr. Plescher, Andreas	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Plocharski, Bartolome	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Quaas, Frank	Nöbdenitz / Burkersdorf
Quaas, Ulrich	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Raiser, Max	Dr. Willmar Schwabe Business Services GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Riedl, Peter	SALUS Haus GmbH & Co. KG, Bruckmühl
Schmutzler, Daniel	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Torres Londoño, Paula	Kräuter Mix GmbH, Abtswind
Wahl, Susanne	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern

Versuchsansteller im Kontext der Projekte der Expertenarbeitsgruppe „Züchtung“ und Gäste der Arbeitsgruppe

Albrecht, Sebastian	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH Artern
Dr. Fähnrich, Bettina	Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien
em. O. Univ. Prof. Dr. Franz, Chlodwig	Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien
Prof. Dr. Grunewaldt, Jürgen	Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Hannover
Dr. Kästner, Ute	Julius- Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Quedlinburg

Ao.Univ.-Prof. Dr. Novak, Johannes	Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien
Dr. Oehme, Frithjof Stelter, Wenke	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow-Prüzen
Dr. Otto, Lars-Gernot	Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben
Penzkofer, Michael	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
Pietro, Nemaz	Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien
Dr. Ruzicka, Joana	Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien
Sommerfeld, Katja	Julius- Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Kleinmachnow

## Zusammensetzung der Expertenarbeitsgruppe „Bestandsetablierung“

Leitung: N.N.

Aedtner, Dirk	Pharmasaat GmbH, Artern
Biertümpfel, Andrea	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Blum, Hanna	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Rheinbach
Prof. Dr. Blüthner, Wolf-Dieter	Erfurt
Dick, Birgit	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Graf, Torsten	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Dr. Junghanns, Wolfram	Dr. Junghanns GmbH, Aschersleben OT Groß Schierstedt
Jungmichel, Gunnar	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Knötzsch, Gerald	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG
Krafka, Oliver	Martin Bauer GmbH & Co. KG, Vestenbergsgreuth
Dr. Marthe, Frank	Julius- Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Quedlinburg
Dr. agr. Matthes, Christian	agrimed Hessen w.V., Groß-Gerau/Wallerstädten
Müller, Gerald	Sachsenland Öko-Landbau GbR Linz, Lampertswalde
Peißker, Christian	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Dr. Plescher, Andreas	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Prof. Pude, Ralf	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Rheinbach
Quaas, Frank	Nöbdenitz / Burkersdorf
Quaas, Ulrich	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Rehse, Claudia	N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt, Erfurt
Reichardt, Isolde	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg
Schäkel, Christine	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Dr. Steinhoff, Barbara	Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH), Bonn
Vogt, Thomas	Hofgut Dilshofen, Reinheim-Dilshofen
Wahl, Susanne	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern

Versuchsansteller im Kontext der Projekte der Expertenarbeitsgruppe „Bestandsetablierung“ und Gäste der Arbeitsgruppe

Dr.-Ing. Damerow, Lutz	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn
Dr. Oehme, Frithjof Stelter, Wenke	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow

## Zusammensetzung der Expertenarbeitsgruppe „Erntetechnologie“

Leitung: Dipl. agr. Ing. Frank Quaas / Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG

Albrecht, Sebastian	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Biertümpfel, Andrea	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Dick, Birgit	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Dr.-Ing. Fröhlich, Georg	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
Graf, Torsten	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
Dr. Hoffmann, Thomas	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam
Jungmichel, Gunnar	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Knötzsch, Gerald	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG
Materne, Norbert	Geratal Agrar GmbH & Co. KG, Andisleben
Müller, Gerald	Sachsenland Öko-Landbau GbR Linz, Lampertswalde
Dr. Plescher, Andreas	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern
Quaas, Frank	Nöbdenitz / Burkersdorf
Schnelle, Matthias	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Vogt, Thomas	Hofgut Dilshofen, Reinheim-Dilshofen

## Gäste der Arbeitsgruppe „Bestandsetablierung“

Stelter, Wenke	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow
----------------	--

## Zusammensetzung der Expertenarbeitsgruppe „Nacherntetechnologie“

Leitung: Prof. Joachim Müller / Universität Hohenheim

Dr. Argyropoulos, Dimitrios	Universität Hohenheim, Stuttgart
Böhm, Heinrich	Kräuter Böhm, Schwebheim
Böhm, Frank	
Dick, Birgit	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Funke, Wilfried	Kräuterhof, Adelsdorf-Neuhaus
Graf, Carsten	Hofgut Georgenhausen, Reinheim-Georgenhausen
Graf vom Hagen-Plettenberg, Moritz	Sandfort GmbH & Co. KG, Olfen
Heinrich, Ludwig	Schwebheim
Hennings, Christian	Schwebheim
Jungmichel, Gunnar	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Knötzsch, Gerald	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG
Dr.-Ing. Mellmann, Jochen	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam
Prof. Dr. Müller, Joachim	Universität Hohenheim, Stuttgart
Ochs, Hans-Wolfgang	Lonnerstadt
Ochs, Martin	
Peißker, Christian	Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ranis
Pfeiffer, Karl	Lonnerstadt
Pfeiffer, Thomas	
Quaas, Ulrich	Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Lohma
Schiele, Erhard	ESG Kräuter GmbH, Bäumenheim-Hamlar
Vogt, Thomas	Hofgut Dilshofen, Reinheim-Dilshofen
Winter, Klaus-Dieter	HEGEMA Heil- und Gewürzpflanzen Magstadt GmbH, Magstadt
Dr.-Ing. Ziegler, Thomas	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam

## Gäste der Expertenarbeitsgruppe „Nacherntetechnologie“

Stelter, Wenke	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow
----------------	--

### **1.3 Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen**

Seit Start des Projektes wurden die im Folgenden gelisteten Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen zum Aufbau des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ mit seinen Einzelprojekten, zum Monitoring der erzielten Untersuchungsergebnisse sowie zur Bewertung der Ergebnisse durchgeführt.

#### **Wissenschaftlicher Beirat**

- 12. Dezember 2007 in Bonn
- 14. Mai 2008 in Bad Hersfeld
- 1. und 2. Juli 2008 in Vestenbergsgreuth
- 10. Dezember 2008 in Gülzow
- 19. März 2009 in Bad Hersfeld
- 9. Dezember 2009 in Bonn
- 21. Juni 2010 in Freising
- 28. und 29. Juni 2011 in Artern
- 26. und 27. September 2012 in Erfurt
- 18. und 19. Juni 2013 in Ranis
- 20. und 21. Mai 2014 in Klein-Altendorf
- 20. Mai 2015 in Quedlinburg
- 11. Mai 2016 in Ingelheim
- 21. Juni 2017 in Schweinfurt
- 5. Juni 2018 in Freising

#### **Expertenarbeitsgruppe „Züchtung“**

- 20. Februar 2008 in Bernburg
- 26. März 2008 in Bad Hersfeld
- 23. Februar 2011 in Bernburg
- 22. Februar 2012 in Bernburg
- 26. September 2012 in Erfurt
- 20. Februar 2013 in Bernburg
- 19. Februar 2014 in Bernburg
- 14. September 2014 in Wien
- 18. Februar 2015 in Bernburg
- 24. Februar 2016 in Bernburg
- 20. Februar 2017 in Bernburg
- 19. Februar 2018 in Bernburg
- 18. Februar 2019 in Bernburg
- 19. Februar 2020 in Bernburg
- 17. März 2021 Online

#### **Expertenarbeitsgruppe „Bestandsetablierung“**

- 30. Januar 2008 in Jena
- 20. Februar 2008 in Bernburg
- 6. März 2008 in Bad Hersfeld
- 29. April 2008 in Bad Hersfeld
- 19. Oktober 2011 in Bad Hersfeld
- 27. November 2012 in Bad Hersfeld
- 24. Oktober 2013 in Bad Hersfeld

### **Expertenarbeitsgruppe „Erntetechnologie“**

- 19. und 20. Februar 2008 in Bernburg
- 2. Mai 2008 in Nöbdenitz
- 12. September 2008 in Jena
- 9. November 2008 in Jena
- 29. Juni 2010 in Jena
- 12. November 2010 - 22. November 2010 (schriftliche Abstimmung und Bestätigung des Aufbaus der Erntemaschine für Baldrian)
- 13. März 2012 in Potsdam
- 27. November 2012 in Bad Hersfeld
- 22. März 2013 in Lampertswalde
- 9. August 2013 in Burkersdorf
- 22. Juli 2015 in Potsdam-Bornim

### **Expertenarbeitsgruppe „Trocknung“**

- 16. April 2008 in Stuttgart
- 13. Dezember 2011 in Stuttgart
- 13. Dezember 2012 in Hohenheim

### **Expertenarbeitsgruppe „Ausdehnung des Anbauumfanges von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland“**

- 18. Juli 2013 in Quedlinburg

Zu den Sitzungen wurden Einladungen versandt und im Anschluss die wichtigsten Ergebnisse in Form von Notizen festgehalten; diese Unterlagen liegen der FAH vor.

Neben diesen Sitzungen fanden zahlreiche Projektbesprechungen statt, an denen sich die FAH teilweise beteiligt hat.

## **1.4 Zusammenfassung der Aufgabenstellungen/Ergebnisse der Teilprojekte des „Demonstrationsprojektes Arzneipflanzen (KAMEL)“**

Im Zuge des Projekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ konnte das „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ fortgeführt werden, dass sich aus verschiedenen Einzelprojekten aus den Bereichen „Züchtung“, „Bestandsetablierung und Bestandsführung“, „Erntetechnologie“ und „Trocknung“ zusammensetzt; diese Projekte wurden im Wesentlichen aus Mitteln des BMELV unter Beteiligung von Arzneipflanzenanbauorganisationen und unternehmen sowie Unternehmen der phytopharmazeutischen Industrie finanziert. Die Projekte sind bereits abgeschlossen. Die Projekte sind thematisch und unter Zusammenfassung einiger inhaltlich zusammengehörender Vorhaben - im Folgenden gelistet:

### **1.4.1 Projekte aus dem Bereich „Züchtung“**

#### **1.4.1.1 Züchterische Verbesserung von Baldrian zur Erhöhung der Rentabilität und Drogenqualität**

- Laufzeit:** 01.11.2008 - 31.12.2019
- Forschungsstelle:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Arbeitsgruppe Heil- und Gewürzpflanzen  
Vöttinger Straße 38  
85354 Freising
- Projektleitung:** Dr. Heidi Heuberger
- Förderung:** Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 22015008 (Phase I), 220214111 (Phase II) und 22003015 (Phase III) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### **Problemstellung/Zielsetzung**

Das Projekt ist Teil des Demonstrationsvorhabens zur züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion von Kamille, Baldrian und Melisse. Das Verbundvorhaben hat das Ziel zu zeigen, dass es durch entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung gelingen kann, die Rentabilität und Produktqualität zu verbessern und dadurch den Anbau dieser Arten in Deutschland zu intensivieren sowie den Absatz zu international üblichen Preisen zu steigern.

Das Teilprojekt zur Züchtung von Baldrian, *Valeriana officinalis* L., hat das Ziel, durch Auslese und Kreuzungszüchtung eine oder mehrere Baldriansorten mit gröberen und weniger verzweigten Wurzelstöcken mit hohem Ertrag und gutem Inhaltsstoffgehalt zu entwickeln. Dadurch sollen Ernte- und Aufbereitungsverluste reduziert, der Ertrag erhöht und die Reinigung der Wurzeln vereinfacht werden. Gleichzeitig wird im Hinblick auf ein zu entwickelndes Direktsaatverfahren Wert auf gute Saatgutkeimfähigkeit und Triebkraft sowie eine geringe Schossneigung im 1. Kultivierungsjahr gelegt. Auf diese Weise sollen insgesamt die Rentabilität der Kultur und die Drogenqualität verbessert werden.

## Ergebnisse

### Charakterisierung und Aufbau des Zuchtmaterials

Der Grundstein für die züchterische Bearbeitung wurde 2008-2010 mit der **Beurteilung einer großen Herkunftesammlung** mit einhergehender **Selektion** von Individuen gelegt. Die selektierten Einzelpflanzen (Eliten) erwiesen sich als besonders interessant in ihrem morphologischen Wurzelbau und/oder in ihrem Gehalt an Inhaltsstoffen.

Aus **Kreuzungen** von Eliten mit gegensätzlichen Eigenschaften, die Wurzelmorphologie und Inhaltsstoffe betreffend, gingen mehrere F<sub>1</sub>-Populationen hervor. Durch offenes Abblühen (*open pollination*) an Isolationsstandorten entstanden daraus 30 F<sub>2</sub>-Bestände, aus denen 2013 Einzelpflanzen mit kombinierten Eigenschaften selektiert wurden. Von diesen wurde 2014, nach Abstammung getrennt in Blühgruppen, die F<sub>3</sub>-Generation erzeugt. Mit durchschnittlich 94% zeigte das Saatgut eine sehr gute Keimfähigkeit, sodass alle zehn F<sub>3</sub>-Blühgruppen-Populationen am Baumannshof auf ihre Leistung geprüft werden konnten. Drei Populationen wurden selektiert, die eine bestmögliche Kombination züchtungsrelevanter Merkmale zeigen. In 2016 wurden diese drei Populationen zusammen mit einem Standard für Inhaltsstoffe und einem Standard für grobe Wurzelstruktur in einer vierortigen Feldleistungsprüfung unter Praxisbedingungen angebaut. Bei gesamtheitlicher Betrachtung mehrerer Merkmale hat sich eine Kreuzungspopulation aufgrund ihrer Eigenschaften als guter Sortenkandidat erwiesen und wurden 2017-2018 zur Absicherung der Ergebnisse mehrortig geprüft. Parallel zu den Prüfungen wurden die Saatgutvermehrungsbestände aufgebaut. Die gute Leistung dieses Sortenkandidats hat sich bestätigt. Daher wurde dieser unter der markenrechtlich geschützten Bezeichnung Weila®riana 2019 zur kommerziellen Vermehrung an Fa. Pharmasaat übergeben und 2021 in den Markt eingeführt.

Aus ursprünglich 21 Elitepflanzen, selektiert aufgrund grober Wurzelstruktur und guter Inhaltsstoffe, wurden im Gewächshaus durch Isolation der Blütenstände **Inzuchtlinien** erzeugt.

Die Erzeugung der nächsten Inzuchtgeneration bedarf im Normalfall mindestens zwei Jahre, weil zur Blütenbildung ein Kältereiz notwendig ist. Um den Zyklus zu beschleunigen wurde bereits 2009/2010 eine Methode, die die Anlage von Blüten durch eine künstlich herbeigeführte Kälteeinwirkung oder durch die Anwendung von Phytohormonen einleitet, erarbeitet. Dadurch war es möglich, bis einschließlich 2016 insgesamt 434 Inzuchtlinien zu erzeugen und 196 Inzuchtlinien der Inzuchtstufen I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, und I<sub>4</sub> auf ihre Leistung im Feld zu prüfen. Aus den geprüften Inzuchtlinien wurden bis einschließlich 2016 insgesamt 249 Individuen mit guten, dem Zuchtziel entsprechenden Eigenschaften selektiert. Die wichtigen Eigenschaften Vitalität und Wüchsigkeit sowie die Anzahl der Inzuchtlinien gingen tendenziell mit zunehmender Inzuchtstufe zurück. Dies sind deutliche Zeichen einer Inzuchtdepression. Besonders ausgeprägt war der Effekt schließlich beim Übergang von der Inzuchtstufe I<sub>3</sub> zur I<sub>4</sub>. Deshalb ist die I<sub>3</sub>-Generation auch jene, die für weitere Züchtungsschritte maßgeblich herangezogen wird.

Im Vordergrund steht bei der Inzuchtlinienentwicklung das Interesse der Homogenisierung von Morphologie und Genetik des Zuchtmaterials, um diese Linien im zweiten Schritt als Kreuzungskomponenten zu verwenden.

Die Leistung von Nachkommen (F<sub>1</sub>) aus Einzelpflanzenkreuzungen wurden 2016-2018 im Feld geprüft, um die **Kombinationseignung** abzuschätzen und eine aussichtsreiche Kombination für eine Sorteneinführung zu finden. Es konnten 15 Kreuzungen selektiert werden, die eine gute Leistungskombination der geforderten Zuchtziele zeigen. Eine erste mehrortige Feldprüfung mit drei Sortenkandidaten erfolgte 2019. Mittels *in vitro* Vermehrung wurden bis Projektende und darüber hinaus noch vorhandene Elternkomponenten vervielfältigt, um damit Saatgutvermehrungsbestände aufzubauen. Dadurch kann genügend Saatgut für weitere, auch mehrortige, Prüfungen der Leistung im Feld erzeugt werden. Sobald von allen reproduzierbaren F<sub>1</sub>- und F<sub>2</sub>-Generationen der Sortenkandidaten ausreichend Saatgut vorliegt, werden nach Abschluss des Projekts mehrortige Leistungsprüfungen durchgeführt. Das Ziel ist, eine weitere Sorte in den Markt einzuführen oder Weila®riana zu ersetzen.

Zur Ermittlung der **Auskreuzungsrate** (% Fremdbefruchtung) wurden auf der Genomebene auftretende Polymorphismen (AFLP's) herangezogen und die I<sub>1</sub>-Generation potenzieller Paarungskandidaten untersucht. Dazu wurde die DNA von je 20 Individuen von 16 Inzuchtlinien und deren Ausgangspflanze isoliert, und es wurden homozygot vorliegende polymorphe Banden gesucht. Parallel dazu wurden alle 16 Ausgangspflanzen verklont. Drei geeignete Paarungen wurden im Frühjahr 2013 an zwei Standorten aufgepflanzt und die auftretenden Auskreuzungsraten aus zwei Jahren bestimmt. Die molekulargenetischen Untersuchungen ergaben eine Auskreuzungsrate von 78 bis 98%.

### **Gewebekulturtechniken**

Bei der Etablierung einer **Methode zur Gewinnung von Hapliden** wurden 2011 und 2012 zahlreiche Untersuchungen mit tetraploiden Spenderpflanzen durchgeführt. Die Versuche, durch variierende Kälte- oder Wärme-Stressbehandlung der Knospen über Mikrosporen haploide Pflanzen zu erzeugen, lieferten zuerst erfolgsversprechende Erkenntnisse, sind jedoch fehlgeschlagen. Es entwickelte sich eine größere Anzahl von Kalli, aus denen sich auch einige Regenerate ausbildeten. Die ersten Auswertungen von Blattmaterial im Flow-Cytometer ergaben, dass auch scheinbar diploide, also mit halbiertem Chromosomensatz ausgestattete, Pflanzen entstanden waren. Bei späteren Messungen konnte die Halbierung des Chromosomensatzes allerdings nicht mehr nachgewiesen werden.

Dem Ansatz, mit Hilfe von **Reizbefruchtung** haploide Pflanzen über das Gynözeum zu gewinnen, wurde nachgegangen, indem ausgewählte Mutterpflanzen kastriert und mit Pollen des nah verwandten Feldsalats und mit Baldrian einer niedrigeren Ploidiestufe bestäubt wurden. Es konnten keine lebensfähigen Regenerate beziehungsweise keine Pflanzen mit reduziertem Chromosomensatz erzeugt werden.

Im Anschluss an eine Haplonten-Gewinnung erfolgt für die Erzeugung von dihaploiden Pflanzen eine **Wiederaufdopplung des Chromosomensatzes**. Untersuchungen mit 0,01 bis 0,6%igen Colchizininlösungen an tetraploiden Sämlingen ergab eine steigende Aufdoppelungsrate mit zunehmender Colchizinkonzentration. Eindeutig oktaploide Individuen konnten ab einer Behandlung mit einer 0,1%igen Colchizininlösung gefunden werden. Im weiteren Verlauf wurde ersichtlich, dass eine Aufdopplung nicht in der gesamten Pflanze erfolgt war und dass in der I<sub>1</sub>-Nachkommenschaft von oktaploiden Individuen verschiedenste Ploidiestufen auftraten (Mixoploidie). Bei einer erneuten Selbstung oktaploider I<sub>1</sub>-Pflanzen wurden abermals unterschiedliche Ploidiestufen ermittelt. Es bleibt weiterhin fraglich, welche Ursache hierfür angeführt werden kann. Denkbar ist eine unvollständige somatische Aufdoppelung der Elternpflanze oder eine Störung während der Reifeteilung.

### **Kreuzung zwischen verschiedenen Cytotypen**

Die unterschiedlichen Cytotypen, die es bei Baldrian natürlicherweise gibt, eröffnen Möglichkeiten der Kombination und dadurch die Entstehung neuer Variabilität und vielleicht auch neuer Pflanzeigenschaften. Des Weiteren sind zur Erstellung einer **polyploiden Serie** Kreuzungen unterschiedlicher Ploidiestufen notwendig. In den Nachkommen, die durch solche Kreuzungen entstanden sind, wurden 2011 nicht plausible Ploidieniveaus ermittelt. Ob dies am Pflanzenmaterial lag oder durch die Messmethode bedingt war, wurde 2013 in einer Studienabschlussarbeit untersucht. Die Ploidieniveaus der Elternherkünfte und deren F<sub>1</sub>-Nachkommen wurden hierfür sowohl flow-cytometrisch als auch durch Chromosomenzählung ermittelt und verglichen. Die flow-cytometrischen Untersuchungen wurden insoweit adaptiert, als dass in jeder Probe ein in seiner Genomgröße (diploid) definierter Standard mit untersucht wurde. Dadurch war es möglich, sowohl die absoluten Genomgrößen der Proben zu bestimmen als auch deren Genomgröße relativ zum Standard.

Der Ploidiegrad, der für die jeweilige Herkunft angenommen wurde, konnte durch die Chromosomenzählung bestätigt werden. Dies galt allerdings nicht für die Kreuzungsnachkommen. Bei zwei Kreuzungen wurden gänzlich andere Ploidiegrade ermittelt. Bei einer weiteren Kreuzung konnten in den Nachkommen verschiedene Ploidieniveaus ermittelt werden. Die Flow-Cytometrie und die Chromosomenzählung ergaben fünf sich entsprechende Ploidieniveaus, deren Genomgrößen sich jedoch nicht additiv verhalten.

Da die Kreuzungsnachkommen nicht erwartete Ploidiegrade und innerhalb einer Nachkommenschaft auch unterschiedliche Ploidiegrade aufwiesen, ist die Realisierbarkeit einer polyploiden Serie bei einem vertretbaren Aufwand nur schwer möglich.

### **Einfluss der Wurzelmorphologie auf Inhaltsstoffe**

Ein Züchtungsschwerpunkt ist die Reduzierung des Seitenwurzelanteils mit einhergehender Selektion auf dicke Adventivwurzeln. Es wurde befürchtet, dass ein negativer Zusammenhang zwischen der Selektion in Richtung grober Wurzelstruktur und den Inhaltsstoffgehalten (Valerensäure und Ätherisches Öl) existiert. 2012/2013 wurden Untersuchungen durchgeführt, die eine Abschätzung diesbezüglich zulassen sollten.

Nach einer praxisüblichen Kultivierung erfolgte an vier aus Klon-Pflanzen bestehenden Beständen eine schonende Ernte mit anschließender Auftrennung der Wurzeln in vier verschiedene Durchmesser und in zwei Wurzelordnungen (Adventivwurzel, Seitenwurzel) sowie Rhizom. Unterschiede im Gehalt an Inhaltsstoffen zwischen Adventiv-, Seitenwurzeln und Rhizom waren deutlich vorhanden. Dabei zeigten die untersuchten Inhaltsstoffe und Bestände unterschiedliche Verteilungsmuster. Die Inhaltsstoffgehalte zwischen den Wurzeldurchmessern unterschieden sich kaum, waren mit zunehmendem Durchmesser sogar leicht steigend.

Unter Berücksichtigung der Inhaltsstoffgehalte in den einzelnen Fraktionen und deren Anteil am gesamten Drogengewicht kann davon ausgegangen werden, dass eine Selektion auf Grobwurzeligkeit keine negative Auswirkung auf die Gehalte an Ätherischem Öl und Valerensäuren hat.

Zudem wurde das Pflanzenmaterial mittels bildgebender und bildanalytischer Verfahren untersucht, um die Verteilung des ätherischen Öls im Wurzelquerschnitt näher zu beleuchten. Im gesamten Wurzelquerschnitt waren Öltröpfchen vorhanden, wobei die Anzahl und Dichte zur Wurzeloberfläche hin zunahm und die vier Klone eine unterschiedliche Verteilung der Öltröpfchendichte über den Wurzelquerschnitt zeigten. Die oberflächennahe Lokalisation der Öltröpfchen verdeutlicht, wie wichtig eine schonende Wurzelernte und -aufbereitung ist, wohingegen die Verteilung der Öltröpfchendichte als Hilfsmittel bei der züchterischen Selektion herangezogen werden könnte.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Penzkofer, M.; Heuberger, H. *Valeriana officinalis* L. s.l.: Valerian. Chapter 19 in: W. Blüthner, J. Novak (eds.). Medicinal, Aromatic and Stimulants Plants, Series „Handbook of Plant Breeding“, Volume 12; Springer, 559-603, 2020.

Penzkofer, M.; Baron, A.; Naumann, A.; Krämer, A.; Schulz, H.; Heuberger, H. Characterization of essential oil distribution in the root cross-section of *Valeriana officinalis* L. s.l. by using histological imaging techniques.

Plant Methods, 2018, 14, 41, <https://doi.org/10.1186/s13007-018-0309-4>

Penzkofer, M.; Heuberger, H.; Steinhauer, B.; Nießen, C.; Müller, M.

Erkenntnisse zur *in-vitro* Etablierung und Vermehrung über direkte Adventivsprossbildung aus unreifen Infloreszenzen bei *Valeriana officinalis* L. s.l.

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 2018, 22, 33-39

Penzkofer, M.; Seefelder, S.; Heuberger, H.

Estimation of outcrossing rates using genomic marker and determination of seed quality parameters in *Valeriana officinalis* L. s.l. under field conditions.

Euphytica, 2018, 214:81, <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2164-9>

Heuberger, H.; Penzkofer, M.

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen: Züchterische Verbesserung von Baldrian

2. Kongress „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“, 3.-4. April 2017, Berlin, Gölzower Fachgespräche Band 55, S. 67-81, 2017

Penzkofer, M.; Seefelder, S.; Heuberger, H.  
Hybrid-breeding of medicinally used valerian (*Valeriana officinalis* L.) – A possible concept developing new varieties?  
2. Kongress „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“, 3.-4. April 2017, Berlin, Gülzower Fachgespräche Band 55, S. 134, 2017

Penzkofer, M., Seefelder, S., Heuberger, H.  
Hybridzüchtung bei Baldrian (*Valeriana officinalis* L. s.l.) – ein mögliches Konzept zur Entwicklung neuer Sorten?  
27. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2017, Bernburg, S. 35-36

Penzkofer, M.  
Breeding and research on valerian (*Valeriana officinalis* L. s.l.)  
Vortrag. 2<sup>nd</sup> EUROPAM Workshop Medicinal and Aromatic Plants: Pyrrolizidine Alkaloids, GACP, Breeding and Harvesting, 7.7.2016, Krems, Austria

Penzkofer, M.; Seefelder, S.; Heuberger, H.  
Hybrid-breeding of medicinally used valerian (*Valeriana officinalis* L. s.l.). A possible concept developing new varieties?  
In: Marthe, F.; Riegler, H. (eds.), 6<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants (BREEDMAP 6), June 19-23, 2016, Quedlinburg, Germany, Julius-Kühn-Archiv, 453, 157-160, 2016

Penzkofer, M.; Ziegler, E.; Heuberger, H.  
Contents of essential oil, valerenic acids and extractives in different parts of the rootstock of medicinal valerian (*Valeriana officinalis* L. s.l.)  
Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 2014, 1, 98-106, Doi: 10.1016/j.jarmap.2014.08.002

Penzkofer, M.; Heuberger, H.; Geyer, M.; Müller, M.  
Karyologische Variabilität in Kreuzungsnachkommen - eine Herausforderung bei der Züchtung neuer Baldriansorten (*Valeriana officinalis* L. s.l.)  
In: Schmiderer, C.; Novak, J.; Marthe, F. (Hrsg.), 7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, 14.-17.09.2014, Wien, Julius-Kühn-Archiv, 446, 47-51, 2014

Penzkofer, M.; Heuberger, H., Geyer, M., Killermann, B., Konnert M.  
Die Verwendung von Isoenzym-Polymorphismen - eine Herausforderungen bei der Züchtung neuer Baldriansorten (*Valeriana officinalis* L. s.l.)  
In: Schmiderer, C.; Novak, J.; Marthe, F. (Hrsg.), 7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, 14.-17.09.2014, Wien, Julius-Kühn-Archiv, 446, 47-51, 2014

Argyropoulos, D.; Biertümpfel, A.; Blum, H.; Blüthner, W.-D.; Hammer, M.; Heuberger, H.; Jubaer, H.; Junghanns, W.; Meinhold, T.; Müller, J.; Neumaier, G.; Paladey, E.; Penzkofer, M.; Plescher, A.; Reichardt, I.; Wahl, S.; Ziegler, T.  
Baldrianwurzeln – effiziente Produktion eines hochwertigen Rohstoffs  
In: FNR (Hrsg): Gülzower Fachgespräche, Tagung Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 2. Tagung, 16./17.Oktober 2013, Bad Blankenburg (Thüringen), Band 44, 87-103, 2014

Penzkofer, M.; Ziegler, E.; Heuberger, H.  
Konsequenzen aus der Verteilung relevanter Inhaltsstoffe in Baldrianwurzeln  
Vortrag und Kurzfassung. Tagungsband 24. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 18.-19.02.2014, Bernburg, 28-30

Heuberger, H.; Penzkofer, M.

Züchtung von Baldriansorten (*Valeriana officinalis* L. s.l.) mit groben und inhaltsstoffreichen Wurzeln

Abstract und Posterpräsentation. 23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-20.02.2013, Bernburg, 38-39

#### 1.4.1.2 Züchterische Verbesserung von Melisse

##### 1.4.1.2.1 Phase I: Entwicklung generativ vermehrbare Hochleistungslinien von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) durch konventionelle Erzeugung homozygoter Linien als Voraussetzung für Synthetiks oder Hybridsorten

sowie

##### Phase II: Aufbau, Selektion und Prüfung von Zuchtstämmen der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) mit verbesserter Winterhärte, höherer Ertragsleistung und höherem Gehalt an ätherischem Öl

<b>Laufzeit</b>	Phase I: 01.04.2010 - 31.12.2013 Phase II: 01.08.2014 - 30.06.2018
<b>Forschungsstelle 1</b>	Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz Erwin-Baur-Straße 27 06484 Quedlinburg
<b>Projektleitung</b>	Dr. Frank Marthe
<b>Forschungsstelle 2</b>	N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Witterdaer Weg 6 99016 Erfurt
<b>Projektleitung</b>	Prof. Dr. Wolf Dieter Blüthner
<b>Forschungsstelle 3</b>	Dr. Junghanns GmbH Aue 182 06449 Aschersleben, OT Groß Schierstedt
<b>Projektleitung</b>	Dr. Wolfram Junghanns
<b>Forschungsstelle 4</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Vöttinger Straße 38 85354 Freising
<b>Projektleitung</b>	Dr. Heidi Heuberger
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 22019708, 22019808, 22019908 in Phase I sowie 22001513, 22001613 und 22001713 in Phase II aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

## **Problemstellung/Zielsetzung**

Von Melisse werden die getrockneten Laubblätter (*Melissae folium*), das ätherische Öl (*Melissae aetheroleum*) und der Melissenblättertrockenextrakt (*Melissae folii extractum siccum*) arzneilich genutzt. Für die Produktion der in Deutschland verarbeiteten 1.500 t Melissedroge (2011) wird bei einem Ertrag von 2,5 t/ha eine Anbaufläche von ca. 600 ha benötigt. Im Jahr 2011 lag der deutsche Anteil an der Anbaufläche bei lediglich 113 ha. Der überwiegende Anteil der in Deutschland verarbeiteten Droge stammt aus Importen. Seitens der Verarbeiter besteht Interesse, verstärkt auf Droge aus deutschem Anbau zurückzugreifen. Ursächlich hierfür sind der hohe Qualitätsstandard und die gute Rückverfolgbarkeit einzelner Partien. Für die gewünschte Steigerung der Produktion in Deutschland stehen Sortenmaterial auf dem Niveau inhomogener Landsorten und einige Zuchtsorten zur Verfügung, die aufgrund des Leistungspotentials jedoch die Landsorten bislang nicht verdrängen konnten. Ausschlaggebend für eine produktivere Sorte sind Verbesserungen im erzielbaren Gesamtertrag während der mehrjährigen Nutzungsphase mit den Problempunkten Winterhärte, Blattertrag, Gehalt an ätherischem Öl und aufrechter Wuchs. Bezüglich der Inhaltsstoffe wird ein Rosmarinsäuregehalt von mindestens 1,5% (HPLC-Methode) und ein Ätherischölgehalt von 0,4% angestrebt. Eine mittels konventioneller Züchtung verbesserte Liniensorte wird zur Ertragssteigerung, der Erhöhung der Qualität, der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und damit auch zur Ausdehnung des deutschen Anbaus beitragen.

## **Ergebnisse**

### **Ergebnisse des abgeschlossenen Projekts (Phase I)**

**„Entwicklung generativ vermehrbare Hochleistungslinien von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) durch konventionelle Erzeugung homozygoter Linien als Voraussetzung für Synthetiks oder Hybridsorten“**

#### **Winterhärte im Grundbeet**

Da die Winterhärte das wichtigste Zuchtziel darstellte, wurden die langjährigen Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) genutzt, um möglichst winterharte Akzessionen für eine Leistungsprüfung auszuwählen. Die Evaluierungen der Winterhärte wurden in den Jahren 2010/11, 2011/12 und 2012/13 an den Standorten Quedlinburg, Erfurt und Groß Schierstedt durchgeführt. Generell war in Erfurt eine stärkere Auswinterung zu beobachten als in Quedlinburg und Groß Schierstedt. In den Untersuchungen konnten Akzessionen mit verbesserter Winterhärte ermittelt werden.

#### **Gehalt an ätherischem Öl**

Die Genbanksammlungen der LfL und des Leibniz-Instituts für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Gatersleben zeigten große Variabilität im Ätherischölgehalt. Für die Melisseakzessionen des IPK lagen die Mittelwerte zwischen 0,01% und 0,52%, für die der LfL bei 0,04% bis 0,3%.

#### **Zusammensetzung des ätherischen Öles**

Der überwiegende Teil der Melisseakzessionen der LfL und des IPK enthielt als Hauptkomponente des ätherischen Öles Gesamtcitral, berechnet als Summe aus Citral a, Citral b und Citronellal. In beiden Sammlungen fanden sich aber auch Akzessionen, die nicht Gesamtcitral als Hauptkomponente aufwiesen. Zu nennen sind sechs Akzessionen der LfL mit  $\beta$ -Caryophyllen als Hauptbestandteil, zehn Akzessionen des IPK mit Germacren D als Hauptkomponente und drei Akzessionen des IPK als Mischtypen ohne eindeutige Hauptkomponente. Unter den untersuchten Akzessionen des N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR) in Petersburg fanden sich nur Citraltypen.

#### **Rosmarinsäuregehalt**

Der Rosmarinsäuregehalt der Melisseakzessionen der LfL und des IPK wurde 2010 spektroskopisch bestimmt. Die Akzessionen zeigten eine große Spannbreite für den Rosmarinsäuregehalt, jedoch wurde der Mindestrosmarinsäuregehalt von 1% laut

Europäischem Arzneibuch (Ph. Eur.) in keinem Fall unterschritten. Somit bestand bezüglich des Merkmals „Rosmarinsäuregehalt“ kein Selektionsbedarf.

### **Frischmasseertrag**

Der Frischmasseertrag der Melisseakzessionen der LfL, des IPK und des VIR variierten deutlich.

### **Inzuchtentwicklung und Kreuzungen**

Im Rahmen des Projekts wurden aus den selektierten Melisseakzessionen Inzuchtlinien bis in die dritte Generation mit dem Ziel entwickelt, möglichst homozygote Hochleistungsstämme für spätere Kreuzungen zu erzeugen. Diese Inzuchtlinien unterschieden sich bezüglich Frischmasseertrag, Ätherischölgehalt und Winterfestigkeit an den drei Standorten Quedlinburg, Erfurt und Groß Schierstedt. Eine Inzuchtdepression war nicht feststellbar.

Um die Basis für die Meliseselektion zu verbreitern, wurden 2011 drei Kreuzungen von je einer sehr winterharten und einer sehr ätherischölreichen Akzession durchgeführt, die sich genetisch deutlich unterschieden. Die Nachkommenschaften variierten bezüglich Frischmasseertrag, Ätherischölgehalt und Winterfestigkeit an den drei Standorten Quedlinburg, Erfurt und Groß Schierstedt bis in die zweite Generation.

### **Ergebnisse des (Phase II)**

#### **„Aufbau, Selektion und Prüfung von Zuchtstämmen der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) mit verbesserter Winterhärte, höherer Ertragsleistung und höherem Gehalt an ätherischem Öl“**

Aufbauend auf dem Material, das im Projekt „Entwicklung generativ vermehrbare Hochleistungslinien von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) durch konventionelle Erzeugung homozygoter Linien als Voraussetzung für Synthetiks oder Hybridsorten“ entwickelt und evaluiert wurde, standen ingezüchtete Linien aus aussichtsreichen Herkünften und Kreuzungsnachkommenschaften zur Kombination sehr guter Winterhärte mit einem sehr hohen Gehalt an ätherischem Öl zur Verfügung.

### **Charakterisierung der Inzuchtlinien**

Im Jahr 2015 wurden die Inzuchtlinien der Stufe I<sub>3</sub> für die drei Standorte Quedlinburg, Erfurt und Groß Schierstedt im zweiten Vollertragsjahr und die I<sub>4</sub>-Linien im ersten Vollertagsjahr bewertet. Im Jahr 2016 wurden die I<sub>4</sub>-Linien im zweiten Vollertagsjahr und Nachzüglerlinien, die im ersten Jahr nicht zur Blüte gekommen waren, im ersten Vollertragsjahr geprüft. Nach der Selektion auf Winterhärte, Ertrag und Ätherischölgehalt wurde Saatgut von vier der I<sub>4</sub>-Linien zur Aussaat für den I<sub>5</sub>-Versuch 2017 genutzt. Der I<sub>5</sub>-Versuch (VMo16/46/QLB/GS/BA) wurde im Mai 2017 gepflanzt. Da der Standort Erfurt für eine zweijährige Evaluierung des Versuches nicht mehr zur Verfügung stand, wurde das Material am Versuchsstandort Baumannshof (BA) der LfL Bayern aufgepflanzt. Dieser Standort wurde als vielversprechend angesehen, da die Bedingungen sehr deutlich von denen des mitteldeutschen Raums unterscheiden: stark grundwasserbeeinflusster Sandboden und hohe durchschnittliche Jahresniederschlagsmengen (680 mm).

### **Inzuchtlinien: Frischmasseerträge**

Ende August 2017 konnte im Versuch VMo16/46/QLB/GS/BA I<sub>5</sub> an allen drei Standorten ein erster Schnitt durchgeführt werden. Für die Frischmasse zeigten die Prüfglieder 25 bis 28 schlechtere Erträge als die restlichen Prüfglieder. Sie sind die Nachkommen eines niederliegenden aber ölreichen Prüfgliedes aus VMo15/44/QLB/GS/ER I<sub>4</sub>. Im Frischmasseertrag lagen 16 Prüfglieder zwischen 'Erfurter Aufrechte' und 'Lorelei'. Prüfglied 22 übertraf 'Lorelei' geringfügig ohne statistische Signifikanz (Abbildung 1).

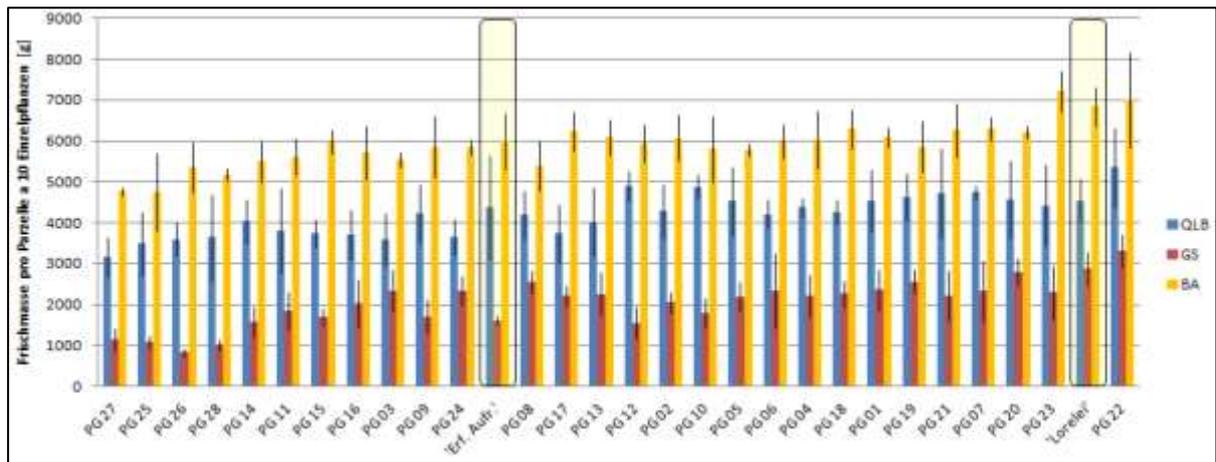


Abb. 1: Frischmasseerträge (durchschnittlicher Ertrag hochgerechnet auf Parzelle mit 10 Pflanzen) von Inzuchtlinien I<sub>5</sub> (VMo16/46/QLB/GS/BA I<sub>5</sub>) im Anbaujahr 2017; 28 Prüfglieder in vier Wiederholungen an drei Standorten und zwei Standards 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); Mittelwerte aus Wiederholungen und zugehörige Standardabweichungen; Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

### Inzuchtlinien: Ätherischölgehalt

Insgesamt wurden am Baumannshof die höchsten Ätherischölwerte erreicht. Besser als der beste Standard 'Erfurter Aufrechte' waren 14 Prüfglieder. Acht Prüfglieder (PG01-08) lagen im Mittel über alle drei Versuchsstandorte über der als Zuchtziel gesetzten Marke von 0,4 % (Abbildung 2).

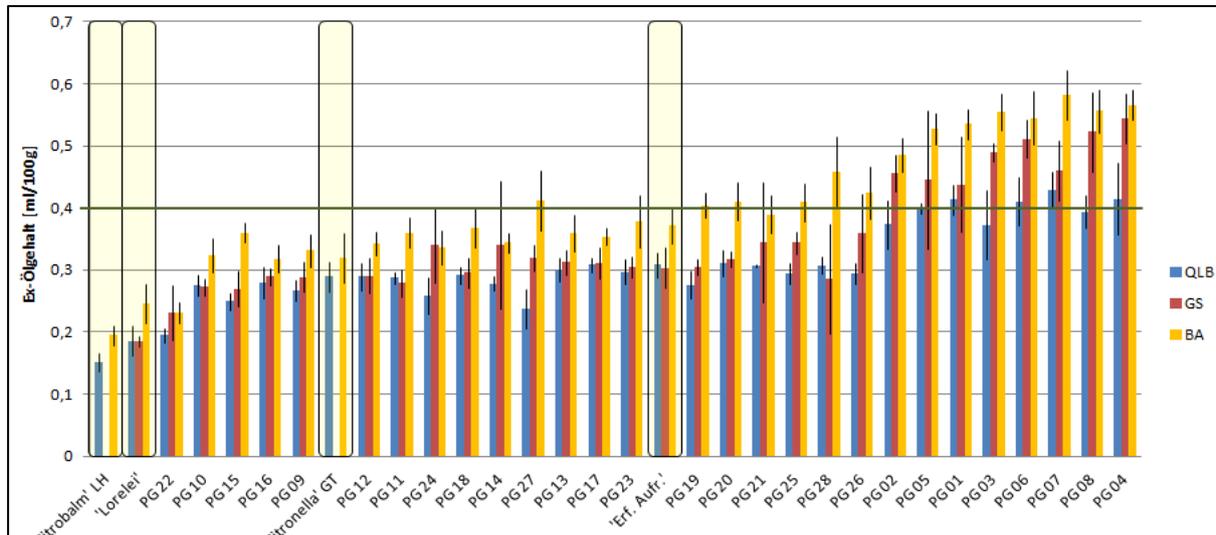


Abb. 2: Ätherischölgehalt nach Extraktion [% in der Blattdroge] von Inzuchtlinien I<sub>5</sub> (VMo16/46/QLB/GS/BA I<sub>5</sub>) im Anbaujahr 2017; 28 Prüfglieder in vier Wiederholungen an drei Standorten und vier Standards 'Citrobalm' (Praxisstandort LH), 'Citronella' (Praxisstandort GT), 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); Mittelwerte aus Wiederholungen und zugehörige Standardabweichungen; gestelltes Zuchtziel von 0,4 % Ätherischölgehalt (grüne Linie); Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

### Inzuchtlinien: Winterhärte

Der Winter 2017/2018 zeichnete sich durch späte Kahlfröste mit Temperaturen von -20 °C aus. Es war eine Auswinterung bei den Inzuchtlinien feststellbar, die jedoch im Vergleich zur Auswinterung der Kreuzungsnachkommenschaften geringer war. Entsprechend war die Winterhärte der Inzuchtlinien höher als die der Kreuzungsnachkommenschaften.

### Charakterisierung der Kreuzungsnachkommenschaften aus spaltenden F<sub>2</sub>-Populationen der Kombination winterhart x sehr ätherischölreich

Zur Erstellung eines neuen Genpools für Melisse wurden verschiedene als winterhart evaluierte Linien mit einer sehr ätherischölreichen Herkunft gekreuzt. Der Versuch der Nachkommensstufe F<sub>2</sub> VMo13/41/QLB/GS/ER stand im Jahr 2015 im zweiten Vollertragsjahr. Die Prüfglieder wurden bonitiert und Mischproben des zweiten Schnittes zur Analytik aufbereitet. Bereits 2014 wurden auf der Basis des Gehaltes an ätherischem Öl 78 Prüfglieder für den Versuch VMo15/43/QLB/GS/ER F<sub>3</sub> selektiert. Für das Merkmal Winterhärte standen 2013/2014 nach mildem Winter keine belastbaren Werte für das Merkmal Winterhärte zur Verfügung. Die Frischmasseerträge konnten ebenfalls nicht als Selektionskriterium herangezogen werden, da das spaltende F<sub>2</sub>-Material mit vielen Einzelpflanzen ohne Wiederholung angebaut wurde. Deshalb wurde der 2015 neu angelegte Versuch VMo15/43/QLB/GS/ER F<sub>3</sub> mit einer großen Anzahl von 78 weiterhin spaltenden F<sub>3</sub>-Familien geprüft. Der Versuch bestand aus 80 Prüfgliedern, den 78 F<sub>3</sub>-Familien und zwei Standards und wurde dreierortig in Quedlinburg, Groß Schierstedt und Erfurt aufgepflanzt. Der Versuch wurde ohne Wiederholung ausgeführt. Erst im F<sub>4</sub>-Versuch VMo16/47/QLB/GS/BA in 2017 und bei Einbeziehung des Versuchsstandorts Baumannshof der LfL Bayern wurden Wiederholungen angelegt.

### Kreuzungsnachkommenschaften: Frischmasseerträge

Die Frischmasseerträge für den Versuch VMo16/47/QLB/GS/BA F<sub>4</sub> im Anbaujahr 2017 waren am Baumannshof in Manching und in Quedlinburg höher als in Groß Schierstedt (Abbildung 3). Zehn Prüfglieder waren besser als der beste Standard 'Lorelei'. Die insgesamt hohen Frischmasseerträge können auf die hohen Niederschläge zurückgeführt werden. In Abbildung 4 sind die Mittelwerte der Standorte in Abhängigkeit von der ursprünglichen Kreuzung dargestellt.

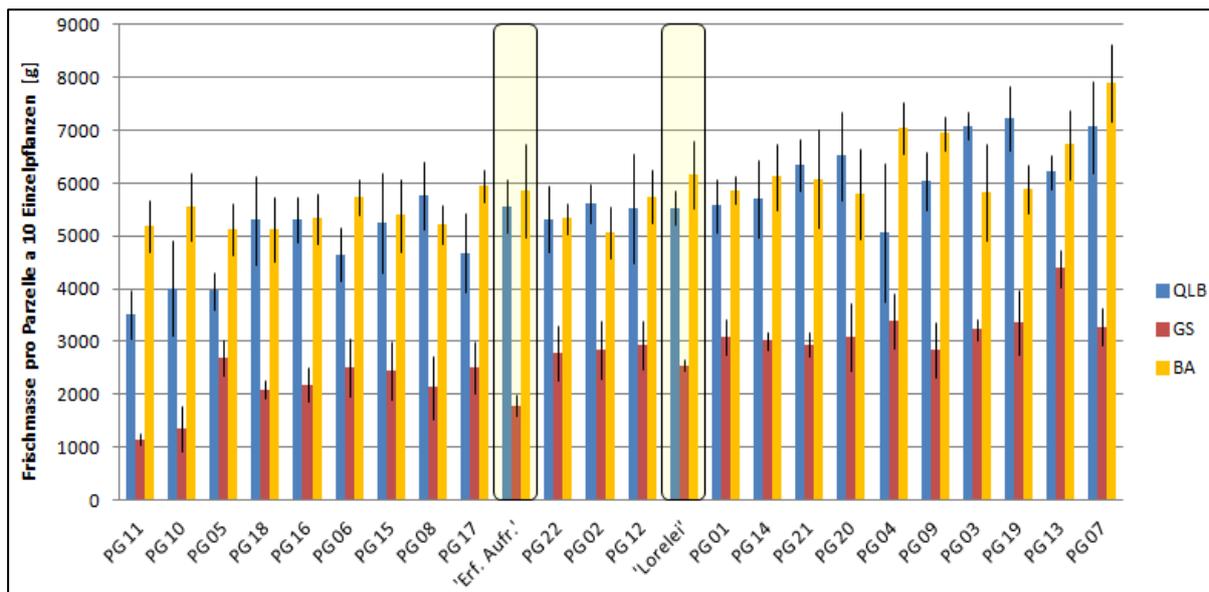


Abb. 3: Frischmasseerträge (durchschnittlicher Ertrag hochgerechnet auf Parzelle mit 10 Pflanzen) von Kreuzungsnachkommenschaften F<sub>4</sub> (VMo16/47/QLB/GS/BA F<sub>4</sub>) vom Anbaujahr 2017; 22 Prüfglieder, zwei Standards 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); vier Wiederholungen an drei Standorten (QLB, GS, BA) und zugehörige Standardabweichungen; Säulenfarben markieren die Zugehörigkeit zu

unterschiedlichen ursprünglichen Kreuzungen; Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

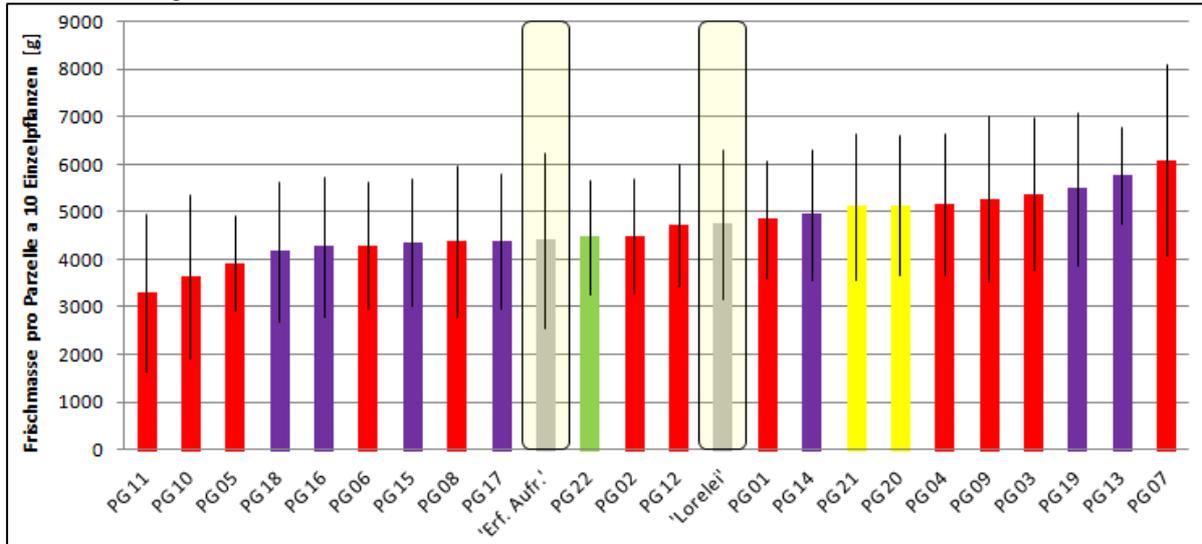


Abb. 4: Frischmasseerträge (durchschnittlicher Ertrag hochgerechnet auf Parzelle mit 10 Pflanzen) von Kreuzungsnachkommenschaften F<sub>4</sub> (VMo16/47/QLB/GS/BA F<sub>4</sub>) vom Anbaujahr 2017; 22 Prüfglieder, zwei Standards 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); vier Wiederholungen an drei Standorten; Mittelwerte aus Standorten (QLB, GS, BA) und zugehörige Standardabweichungen; Säulenfarben markieren die Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Kreuzungsnachkommenschaften; Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

### Kreuzungsnachkommenschaften: Ätherischölgehalt

Die Ätherischölerträge der Kreuzungsnachkommen im Anpflanzjahr 2017 waren am Standort Baumannshof am höchsten, gefolgt von denen am Standort Quedlinburg. Besser als der beste Standard 'Erfurter Aufrechte' waren 15 Prüfglieder im Mittel der Standorte. Diese 15 Prüfglieder überschritten auch an mindestens einem Standort die als Zuchtziel gesetzte Marke von 0,4 % (Abbildung 5). Betrachtet man die Mittelwerte der Prüfglieder an den Versuchsstandorten in Bezug zur ursprünglichen Kreuzung wird deutlich, dass noch immer vier unterschiedliche Kreuzungskombinationen im Feld der besten 15 Prüfglieder vorhanden sind. (Abbildung 6).

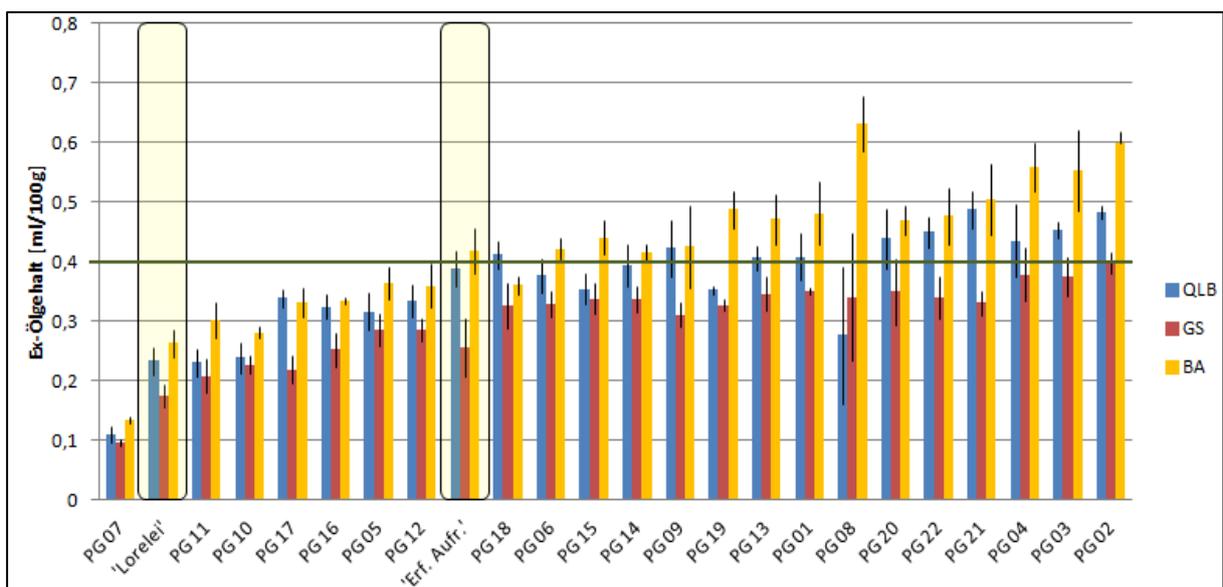


Abb. 5: Ätherischölgehalte nach Extraktion [% in der Blattdroge] von Kreuzungsnachkommenschaften F<sub>4</sub> (VMo16/47/QLB/GS/BA F<sub>4</sub>) vom Anbaujahr 2017; 22 Prüfglieder, zwei Standards 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); vier Wiederholungen an drei Standorten (QLB, GS, BA) und zugehörige

Standardabweichungen; gestelltes Zuchtziel von 0,4 % Ätherischölgehalt (grüne Linie); Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

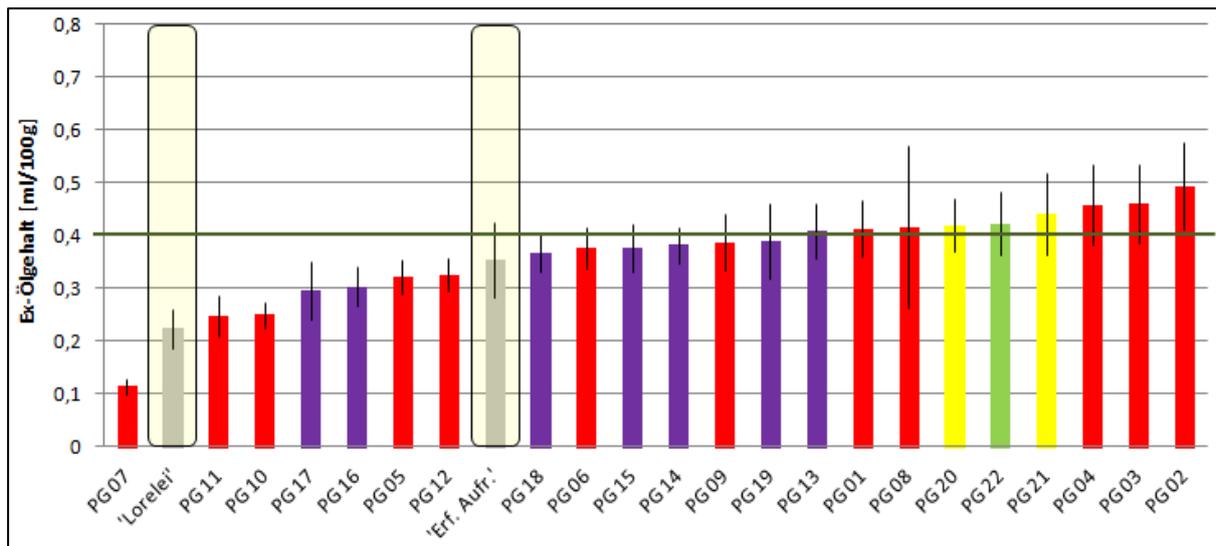


Abb. 6: Ätherischölgehalt nach Extraktion [% in der Blattdroge] von Kreuzungsnachkommenschaften F<sub>4</sub> (VMo16/47/QLB/GS/BA F<sub>4</sub>) vom zweiten Schnitt im ersten Vollertragsjahr 2017; 22 Prüfglieder, zwei Standards 'Lorelei' und 'Erfurter Aufrechte' (gelb hinterlegt); Mittelwert und zugehörige Standardabweichungen aus vier Wiederholungen an drei Standorten (QLB, GS, BA); Säulenfarben markieren die Zugehörigkeit zu ursprünglichen Kreuzungen; gestelltes Zuchtziel von 0,4 % Ätherischöl (grüne Linie); Prüfglieder nach Mittelwerten aus den Standorten aufsteigend sortiert

### Kreuzungsnachkommenschaften: Winterhärte

Der Winter 2017/2018 zeichnete sich durch späte Kahlfröste mit Temperaturen von -20 °C aus. Hierbei kam es zur deutlichen Auswinterung der Kreuzungsnachkommenschaften; diese wiesen eine geringe Winterhärte auf. Damit lag bei den Kreuzungsnachkommenschaften keine Kombination von gutem Ätherisch-Öl-Gehalt und Winterhärte vor. Eine neue Kreuzung ist daher zu erwägen.

### Praxisversuche zur Leistungsfähigkeit von Linien

Der Anbau von jeweils vier Melisselinien in zwei Serien an den Praxisstandorten Agrarprodukte Ludwigshof e.G. Ranis (LH) und Geratal Agrar GmbH & Co. KG Andisleben (GT) im Vergleich zu den dort angebauten Standardsorten (LH 'Citrobalm', GT 'Citronella') sollte Aufschluss über die Leistungsfähigkeit der entwickelten Linien geben. Die erste Serie startete 2012, die zweite Serie wurde mit weiterentwickeltem Material 2017 an den beiden Standorten aufgepflanzt.

### Praxisversuche: Praxisversuch II (VMo17/Prax2/LH/GT) - Flächenbedeckung

Der Praxisversuch II wurde im Jahr 2017 gepflanzt. An beiden Standorten Geratal Agrar GmbH, Andisleben (GT) und Agrarprodukte Ludwigshof e.G., Ranis (LH) wurden zu einem Zeitpunkt Proben geschnitten. Der Zuwachs der Vegetation wurde durch die Firma RUCON mittels Befliegungen mit der Drohne im August und September 2017 ermittelt. Die Einzelfotos der Überfliegungen in Andisleben (Abbildung 7) und Ranis (Abbildung 8) wurden zu Karten zusammengesetzt und die Bedeckungen der Flächen ermittelt.

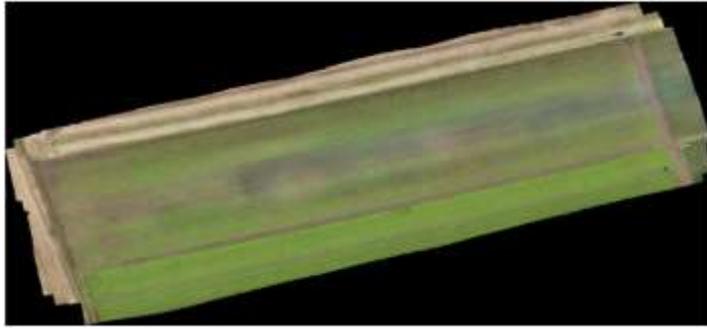


Abb. 7: Vegetationsbedeckung des Praxisversuches II (VMo17/Prax2/LH/GT) ermittelt durch die Befliegung des Versuches am 14.08.2017 am Standort Geratal Agrar GmbH, Andisleben durch die Firma RUCON



Abb. 8: Vegetationsbedeckung des Praxisversuches II (VMo17/Prax2/LH/GT) ermittelt durch die Befliegung des Versuches am 14.08.2017 am Standort Agrarprodukte Ludwigshof e.G., Ranis durch die Firma RUCON

### Praxisversuche: Praxisversuch II (VMo17/Prax2/LH/GT) - Ätherischölgehalt

Proben der vier Prüfglieder und der jeweiligen Sorte der beiden Anbaubetriebe wurden in vier Wiederholungen hinsichtlich ihres Ätherischölgehaltes bewertet (Abbildung 9). Im Durchschnitt beider Standorte zeigte die Sorte 'Citrobalm', die in Ranis angebaut wird, die höchsten Werte. Prüfglied 1 folgte mit geringem Abstand. Das Zuchtziel von 0,4 % ätherisches Öl wurde im Jahr der Pflanzung nicht erreicht.

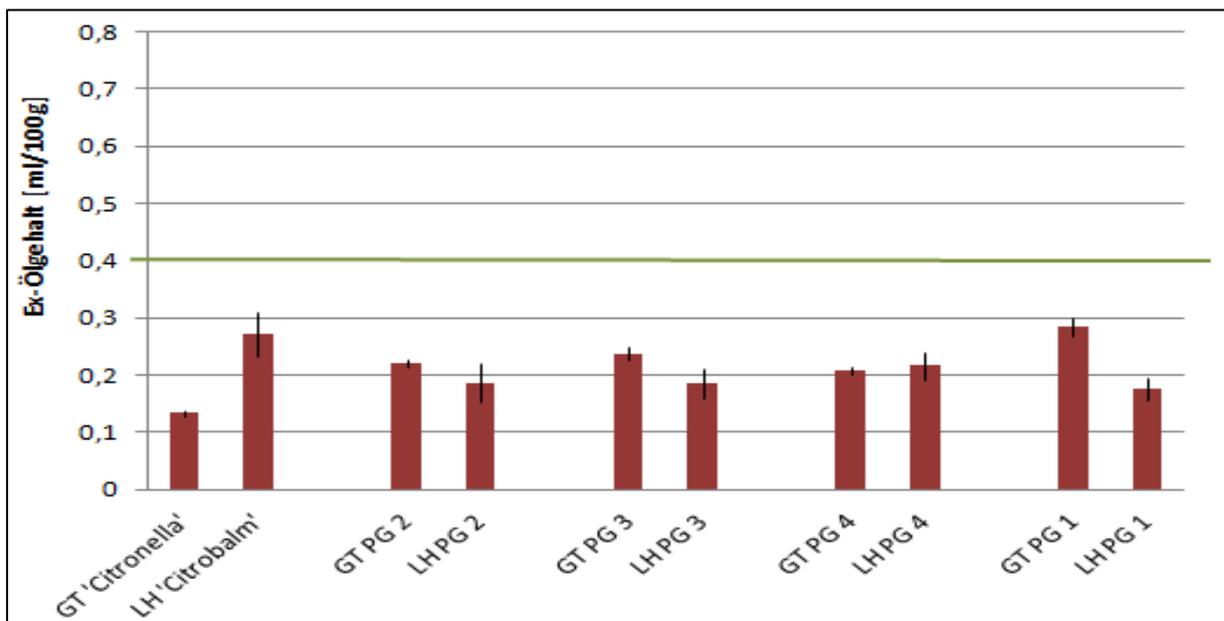


Abb. 9: Ätherischölwerte nach Extraktion [% in der Blattdroge] der vier Linien und zwei Sorten des Praxisversuches II (VMo17/Prax2/LH/GT) von einer Probenahme im Jahr der Pflanzung 2017 (Mittelwerte aus vier Wiederholungen und dazugehörige Standardabweichungen) von den Standorten Geratal Agrar, Andisleben (GT) und Agrarprodukte Ludwigshof, Ranis (LH); aufsteigend sortiert nach Mittelwerten an den Standorten

### **Praxisversuche: Praxisversuch II (VMo17/Prax2/LH/GT) - Winterhärte**

Die in 2017 angebauten Melisselinien waren wie die Kreuzungsnachkommen und Inzuchtlinien in den Parzellenversuchen von Kahlfrösten im Winter 2017/2018 betroffen, es kam zu deutlichen Frostschäden. Lediglich Prüfglied 1 war nicht abgestorben. Generell ist anzumerken, dass im Winter 2017/2018 auch Melissealtbestände in der Anbaupraxis abstarben.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Krüger, H.; Schütze, W.; Lohwasser, U.; Marthe, F.

Qualität bei Melisse – gestern und heute: Hydroxymethylsäurederivate versus Rosmarinsäure, vergleichende Untersuchungen an einer Melissenkollektion (*Melissa officinalis* L.)

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2010), 15(1), 31-32

Bomme, U.; Honermeier, B.; Hoppe, B.; Kittler, J.; Lohwasser, U.; Marthe, F.

Melisse (*Melissa officinalis* L.)

In: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus, Band 5, Arznei- und Gewürzpflanzen von L - Z, Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen Saluplanta e.V., Bernburg, Deutschland, S. 151-173, 2013

Kittler, J.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Marthe, F.; Blüthner, W.D.

Entwicklung von Hochleistungslinien in Melisse (*Melissa officinalis*)

Poster auf der Tagung Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 25.-26.10.2010, Neustadt an der Weinstraße, Deutschland

Abstract in: Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg, S. 199

Kittler, J.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Marthe, F.; Blüthner, W.D. (vorgetragen von Kittler, J.)

Entwicklung generativ vermehrbare Hochleistungslinien von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) durch konventionelle Erzeugung homozygoter Linien als Voraussetzung für Synthetiks oder Hybridsorten

Vortrag auf dem 3. Nachwuchswissenschaftlerforum des JKI, 23.-25.11.2010, Quedlinburg, Deutschland

Abstract in: Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, Drittes Nachwuchswissenschaftlerforum 2010, Abstracts, 157, 22

Marthe, F.

Anbau und Züchtung von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)

Tagung der AG Arznei- und Gewürzpflanzen der GPZ gemeinsam mit der AG Heil- und Gewürzpflanzen der GPW 2009. 06.10.2009

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2010), 15 (1), 38

Kittler, J.; Krüger, H.; Schütze, W.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Lohwasser, U.; Marthe, F. (vorgetragen von Kittler, J.)

Nutzung der intraspezifischen Variabilität der Melisse (*Melissa officinalis*) für die Erzeugung züchterisch nutzbarer Genpools

Vortrag auf dem Vierten Nachwuchswissenschaftlerforum des Julius Kühn-Institutes 2011, 29.11.-1.12.2011, Quedlinburg

Abstract in: Usage of intraspecific variability of lemon balm (*Melissa officinalis*), for the generation of new gene pools for plant breeding. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, Abstracts, 162: 16

Gudi, G.; Schütze, W.; Marthe, F.; Schulz, H.

Schnelle Analyse des Rosmarinsäuregehaltes in Melisse (*Melissa officinalis* L.)

Poster auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22.9.2011, Berlin, Deutschland  
Abstract in: Innovation, Vielfalt und Nutzen, Kurzfassung der Vorträge und Poster, S. 70-72

Kittler, J.; Krüger, H.; Schütze, W.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Lohwasser, U.; Marthe, F. (vorgetragen von Kittler, J.)

Charakterisierung unterschiedlicher Genpools der Melisse (*Melissa officinalis*) als Basis für die Entwicklung von züchterisch wertvollem Ausgangsmaterial

Vortrag auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22.9.2011 (21.9.2011), Berlin, Deutschland

Abstract in: Innovation, Vielfalt und Nutzen, Kurzfassung der Vorträge und Poster, S. 93-96

Kittler, J.; Krüger, H.; Marthe, F.; Junghanns, W.; Blüthner, W.-D. (vorgetragen von Kittler, J.)

Züchterische Verbesserung von Melisse

Vortrag auf dem 22. Bernburger Winterseminar, 21.-22.2.2012, Bernburg, Deutschland

Abstract in: Tagungsband 22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, S. 31-32

Kittler, J.; Krüger, H.; Junghanns, W.; Marthe, F.

Essential oil content during different stages of development in lemon balm (*Melissa officinalis*)

Poster auf der 11. GPZ-Haupttagung 2012, Breeding crops for sustainable agricultural production, 28.2.-1.3.2012, Giessen, Deutschland

Abstract in: Breeding crops for sustainable agricultural production, Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e.V., P30

Kittler, J.; Kästner, U.; Budahn, H.; Krüger, H.; Schütze, W.; Fiedler, A.; Lohwasser, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Marthe, F. (vorgetragen von Kittler, J.)

Variability in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) characterized by phylogenetic distances and phenotypic data as a basis for new breeding gene pools

Vortrag auf dem 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18.-20.6.2012, University of Veterinary Medicine, Vienna, Austria

Abstract in: 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18.-20.6.2012, Veterinärmedizinische Universität Wien, S. 30

Kittler, J., Kästner, U., Junghanns, W., Marthe, F., Blüthner, W.D. (vorgetragen von Kittler, J.)  
Entwicklung generativ vermehrbare Hochleistungslinien von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) durch konventionelle Erzeugung homozygoter Linien als Voraussetzung für Synthetiks oder Hybridsorten.

Vortrag auf dem Standortkolloquium des Julius Kühn-Institutes, 12.07.2012, Quedlinburg, Deutschland

Kittler, J.

Was kann Melisse? Auf dem Weg zu winterharten Hochleistungssorten

Vortrag auf dem Gemeinsamen Workshop 2012 der AG Arznei- und Gewürzpflanzen AG 17 der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 9.10.2012, Quedlinburg, Deutschland

Abstract in: Gemeinsamer Workshop 2012, Saatgutqualität, Trocknung und züchterische Verbesserung von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*), S.14

Kittler, J.; Kästner, U.; Marthe, F.; Krüger, H.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Paladey, E. (vorgetragen von Kittler, J.)

Entwicklung von züchterisch wertvollen Linien bei Melisse (*Melissa officinalis*)

Vortrag auf dem 23. Bernburger Winterseminar, 19.-20.2.2013, Bernburg, Deutschland

Abstract in: Tagungsband 23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, S. 26-27

Marthe, F.

Workshop „Saatgutqualität, Trocknung und züchterische Verbesserung von Melisse (*Melissa officinalis*)“ in Quedlinburg

Tagung der AG 17 Arznei- und Gewürzpflanzen der GPZ gemeinsam mit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 9.10.2012

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2013), 18 (1), 52-56

Argyropoulos, D.; Barfuss, I.; Biertümpfel, A.; Blüthner, W.D.; Blum, H.; Böhner, M.; Budde, M.; Damerow, L.; Dehe, M.; Graf, T.; Junghanns, W.; Kästner, U.; Kittler, J.; Mahlberg, B.; Marthe, F.; Meinhold, T.; Mellmann, J.; Müller, J.; Paladey, E.; Pietzsch, K.; Plescher, A.; Pude, R.; Reichardt, I.; Schockert, K.; Wahl, S.; Ziegler, Th.

Melisse – eine Alte Arzneipflanze fit für die Zukunft

In: 2. Tagung Arzneipflanzen, Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 16.-17.10.2013, Gülzower Fachgespräche 44: 80-86

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe <http://mediathek.fnr.de/arzneipflanzenanbau-in-deutschland-mit-koordinierter-forschung-zum-erfolg-1.html>

Marthe, F.; Kittler, J.; Kästner, U.; Ulrich, D.; Krähmer, A.; Krüger, H.; Paladey, E.; Lohwasser, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D. (vorgetragen von Marthe, F.)

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen: Entwicklung von Hochleistungslinien bei Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)

Vortrag auf dem Kongress der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“, 9.-10.9.2014 (10.9.2014), Berlin

In: Kongress „Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg“ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow. S. 164-172

Kittler, J.; Kästner, U.; Krüger, H.; Krähmer, A.; Böttcher, C.; Paladey, E.; Junghanns, W.; Lohwasser, U.; Blüthner, W.D.; Marthe, F. (vorgetragen von Kittler, J.)

Strategien für die Melissezüchtung (*Melissa officinalis*)

Vortrag auf der 7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, 14.-17.09.2014, Wien, Österreich

In: Schmiderer, C.; Novak, J.; Marthe, F. (Eds.), Julius-Kühn-Archiv (2014) 446, 44-46

Kittler, J.; Schrader, O.; Kästner, U.; Marthe, F.

Chromosome number and ploidy level of balm (*Melissa officinalis*)

Molecular Cytogenetics (2015), 8, 61

<http://www.molecularcytogenetics.org/content/8/1/61>

Kästner, U.; Krüger, H.; Krähmer, A.; Böttcher, Ch.; Rose-Rehse, C.; Kittler, J.; Blüthner, W.D.; Junghanns, W.; Marthe, F. (vorgetragen von Kästner, U.)

Züchterische Bearbeitung von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)

Vortrag auf dem 26. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen 2016, 23.-24.2.2016, Bernburg, Deutschland

Abstract in: Tagungsband 26. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, S. 26-28

Kästner, U.; Kittler, J.; Marthe, F.

Comparison of in vitro haploid induction in balm (*Melissa officinalis*)

Plant Cell, Tissue and Organ Culture (2016), 126(3), 561-566, DOI: 10.1007/s11240-016-1007-4, <http://link.springer.com/article/10.1007/s11240-016-1007-4>

Kittler, J.; Schrader, O.; Kästner, U.; Lohwasser, U.; Heuberger, H.; Zvereva, O.; Blüthner, W.D.; Marthe, F.

Ploidy level of balm collection (*Melissa officinalis*)

Poster auf der Hauptversammlung der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e.V. (GPZ), 08.10.03.2016, Bonn, Deutschland

Kittler, J.; Krüger, H.; Ulrich, D.; Schrader, O.; Zeiger, B.; Kästner, U.; Schütze, W.; Lohwasser, U.; Gudi, G.; Krämer, A.; Böttcher, C.; Marthe, F. (vorgetragen von Kittler, J.)  
Evaluation of lemon balm (*Melissa officinalis*) collections  
Vortrag auf dem 6<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants (Breedmap 6), Quedlinburg, Germany, June 19-23, 2016  
Abstract in Marthe, F.; Riegler, H.: Julius-Kühn-Archiv 453, DOI 10.5073/jka.2016.453.030

#### **1.4.1.2.2 Entwicklung eines Verfahrens für die Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) zur Erzeugung von Doppelhaploiden und Suche nach Elementen für die Schaffung eines Systems zur Befruchtungsregulation auf der Grundlage männlicher Sterilität**

<b>Laufzeit</b>	01.04.2010 - 15.01.2014
<b>Forschungsstelle</b>	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen (ZG) Erwin-Baur-Straße 27 06484 Quedlinburg
<b>Projektleitung</b>	Dr. Frank Marthe Dr. Ute Kästner
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22020008 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### **Problemstellung/Zielsetzung**

Nur ein geringer Anteil der in Deutschland verarbeiteten Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) stammt aus heimischem Anbau. Das für den deutschen Anbau genutzte Sortenmaterial befindet sich auf dem Niveau von inhomogenen Landsorten geringer Leistung und Zuchtsorten mit geringem Anbauumfang. Begrenzende Faktoren für eine Anbauausdehnung in Deutschland sind der gegenwärtig erzielbare Gesamtertrag mit den Problempunkten: Nutzung im ersten Standjahr, Winterhärte und Gesamtnutzungsdauer. Eine verbesserte Linien- oder Synthetiksorte wird zu einer Ertragssteigerung, der Erhöhung der Qualität sowie der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit beitragen und damit auch zur Vergrößerung des deutschen Anbaus als einem Hauptziel des Demonstrationsprojektes „Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus am Beispiel der züchterischen und anbautechnologischen Optimierung von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse“.

Für die Beschleunigung der Schaffung homozygoter Linien von Melisse wird eine Technik zur Erzeugung doppelhaploider Pflanzen benötigt. Die Methodik zur Haploidenerzeugung und zur anschließenden Diploidisierung als Voraussetzung für die Erzeugung doppelhaploider Pflanzen war im Rahmen des Projektes zu entwickeln. Da Erfahrungen für die Haploidenerzeugung bei Melisse international nicht vorliegen, wurden alle einschlägigen Verfahren auf ihre Adaptierbarkeit untersucht. Die Suche nach männlicher Sterilität war ebenfalls Bestandteil des Projektes.

#### **Ergebnisse**

International liegen keine Erfahrungen zur Haploidenerzeugung von Melisse vor. Deshalb wurden Erfahrungen bei anderen Kulturarten genutzt. Die recherchierten Ergebnisse bei Lippenblütengewächsen (*Lamiaceae* Lindl.) und anderen Kulturarten wurden in die Arbeiten einbezogen.

### **Etablierung der *In-vitro*-Kultivierung von Melisse**

Zu Beginn des Projektes wurde die Eignung verschiedener Nährmedien und Kulturbedingungen für eventuell entstehende Regeneratpflanzen und deren Bewurzelung durch Etablierung von Melissepflanzen *in vitro* getestet. Aus der Sammlung von Melisseherkünften der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden 10 Pflanzen nach der im Vorfeld beobachteten Überwinterungsfähigkeit und den analysierten Ätherisch-Öl-Werten ausgesucht. Sprossspitzen und Stängelstücke wurden von Gewächshauspflanzen entnommen, mit Natriumhypochlorit oberflächensterilisiert und auf agarverfestigte Nährmedien gesetzt. Die Inkultur-nahme erwies sich als erfolgreich und unkompliziert. Unterschiede zeigten sich bei der Bewurzelung und Bestockung der Pflanzen in Abhängigkeit von den getesteten Nährmedien. Von jedem Genotyp konnten problemlos Pflanzen im Gewächshaus in Erde überführt werden. Diese Pflanzen aus *In-vitro*-Kultur wurden nach Blühinduktion als Ausgangspflanzen für die Gewinnung von Gameten genutzt.

### **Pflanzenanzucht in der Klimakammer für die Entnahme von Antheren**

In den Versuchen zur Haploidenkultur wurden Pflanzen aus der Klimakammer, dem Gewächshaus und vom Versuchsfeld als Ausgangsmaterial für die Haploidenkultur genutzt. Die Anzucht von Pflanzen an allen drei Standorten sollte die Verfügbarkeit von Knospen über das Jahr gestaffelt ermöglichen. Aus diesem Grund wurde Pflanzenmaterial in Gewächshaus und Klimakammer überführt. Die anfänglich fehlende Blühbereitschaft konnte durch eine zwölfwöchige Vernalisation der Pflanzen überwunden werden. Blühinduktion durch Gibberellinsäurebehandlung konnte nicht erreicht werden.

### **Antheren-, Mikrosporen- und Ovarienkultur**

Insgesamt wurden 53 verschiedene Akzessionen in die Versuche zur Haploidenkultur einbezogen: 24 Akzessionen der Melisse-Sammlung der LfL, 20 Akzessionen der Bundeszentralen *Ex-situ*-Genbank des Leibniz-Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben, 7 Akzessionen der russischen Genbank des N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry (VIR) in St. Petersburg und zwei Sorten.

Es wurden verschiedene Temperatur- und Medienvarianten in allen Haploidenkulturen getestet, beginnend mit der Antherenkultur. Dafür wurde die Pollenentwicklung im Verhältnis zu Blütenentwicklung und Kelchlänge bzw. Knospenlänge untersucht. Knospen mit Pollen im für die Antheren- bzw. Mikrosporenkultur günstigen späten Einkernstadium wurden ab Blühbeginn von den Pflanzen entnommen, mit Natriumhypochlorit oberflächensterilisiert und unter dem Mikroskop in der sterilen Werkbank präpariert. Die Antheren wurden auf künstliches Nährmedium übertragen. Zur Kontrolle erfolgte die Entnahme von Antheren jeder Versuchsvariante, die fixiert, mit Karminessigsäure gefärbt und unter dem Mikroskop auf Teilungsstadien untersucht wurden. Die Versuche wurden unter dem Stereomikroskop und dem Umkehrmikroskop ausgewertet. Die sporophytischen Teilungen konnten bis zu Mikrokalli verfolgt werden. Kallus oder Embryoide wurden nicht beobachtet. Insgesamt wurden 69.760 Antheren aufgelegt.

In den einzelnen Versuchsserien wurde versucht, die Bedingungen zu optimieren. Das gestaltete sich schwierig, da nur wenige Veränderungen an den Antheren zu beobachten waren. Auf flüssigen und agarverfestigten Nährmedien sahen die Antheren anfangs gleich aus, aber auf festen Medien verbräunten die Antheren dann schneller. Deshalb wurden in weiteren Versuchen flüssige Nährmedien verwendet.

Für die Mikrosporenkultur wurden verschiedene Varianten getestet. Entweder wurden die Antheren präpariert und vorkultiviert oder direkt die Mikrosporen aus den Antheren isoliert und in flüssigem Medium kultiviert. Für die Mikrosporenkultur wurden insgesamt 24.020 Antheren präpariert und vorkultiviert bzw. isolierte Mikrosporen in flüssigem Medium mit Kälte vorbehandelt. Zu Beginn wurde die Größe der Mikrosporen ermittelt. Sie lag zwischen 30 und

35 µm Durchmesser. Die Isolation der Mikrosporen erfolgte durch Zerschlagen der Antheren mittels Magnetrührer, Abgießen durch einen Filter (40 µm) und zweimaliges Waschen und Zentrifugieren in mannitolhaltigem Nährmedium. Kultiviert wurde in maltosehaltigem Nährmedium mit einer Dichte von 100.000 - 150.000 Mikrosporen/ml. Eine Medienkonditionierung erfolgte bei späteren Versuchsvarianten mit Weizenfruchtknoten. Nach 14 Tagen Kultur bei 27 °C in Dunkelheit wurden die Kulturen einem 16stündigen Lichtrhythmus ausgesetzt. In den meisten Mikrosporen war eine Stärkeanreicherung zu beobachten. In der Mikrosporenkultur wurde vereinzelt eine von der Mikrosporogenese abweichende sporophytische Entwicklung des Pollens beobachtet. Verschiedene Strukturen, von zweikernigen über mehrzellige bis hin zu Mikrokalli, konnten gefunden werden. Bislang ist es nicht gelungen, aus diesen Mikrokalli makroskopisch sichtbare Kalli, Embryoide oder Pflanzen zu regenerieren.

Fruchtknoten und Samenanlagen wurden auf agarverfestigten Medien kultiviert. Unbefruchtete Samenanlagen, insgesamt 7.100, wurden auf Nährmedium übertragen und in Kultur genommen. Das Präparieren der Samenanlagen erwies sich als zeitaufwendig. Außer kallusartigen Schwellungen an der Schnittstelle einiger Samenanlagen erfolgten keine Entwicklungen. Mit dem Auflegen ganzer Fruchtknoten im Gegensatz zu Samenanlagen wird der Anteil somatischen Gewebes weiter erhöht. Bei der Kultur zeigte sich bei einem Teil der Fruchtknoten eine Schwellung der darauf sitzenden Samenanlagen, aber diese verbräunten nach ca. 14 Tagen und starben wie die isolierten Samenanlagen ab. Sowohl bei den kultivierten Samenanlagen als auch den aufgelegten Fruchtknoten (3.685) gab es keine Entwicklung haploider Strukturen.

### **Diploidisierung von Melissepflanzen**

Um bei erfolgreicher Erzeugung haploider Pflanzen einen Vorlauf zu haben und um tetraploide citralhaltige Pflanzen zu charakterisieren, wurde im Vorfeld eine Polyploidisierung diploider Pflanzen vorgenommen. Ein Teil der *in vitro* etablierten Pflanzen wurde dafür vermehrt. Die Polyploidisierung wurde nicht nur mit Kolchizin in verschiedenen Konzentrationen getestet, sondern auch mit Oryzalin und Trifluralin, die eine gleiche Wirkung erzielen. Aufgrund der abzusehenden chimärischen Struktur der Pflanzen mussten alle frisch ausgetriebenen Sprosse als Einzelpflanzen behandelt werden. Insgesamt überlebten 34% der Pflanzen die Behandlung. Erste durchflusszytometrischer Untersuchungen zeigen Veränderungen in der Genomgröße. Um Chimären auszuschließen, müssen Selbstungsnachkommen hergestellt und untersucht werden.

### **Screening auf männliche Sterilität**

Das Screening auf männliche Sterilität wurde in den Feldversuchen durchgeführt. Es konnten in den 120 getesteten Akzessionen keine männlich sterilen Pflanzen gefunden werden. Das betrifft 68 Akzessionen der bayerischen Sammlung des LFL, 28 Akzessionen der Genbank des IPK Gatersleben und 24 Akzessionen des VIR St. Petersburg.

### **Erzeugung haploider Pflanzen nach Scheinbefruchtung**

Da aus Antheren, Mikrosporen, Samenanlagen und Fruchtknoten keine haploiden Pflanzen hervorgegangen sind, sollte eine siebenmonatige Projektverlängerung dafür genutzt werden, durch Scheinbefruchtung von Melissepflanzen mit Pollen anderer Arten der Lamiaceae oder bestrahltem Pollen von Melisse und anschließender Embryokultur Haploide zu generieren. Die Scheinbefruchtung von Melissepflanzen erfolgte im Versuchsfeld. Bestäubt wurde mit Pollen von Agastache (*Agastache rugosa* x *foeniculum*), Bergbohnenkraut (*Satureja montana*), Dost (*Origanum vulgare*) oder Ysop (*Hyssopus officinalis*). Außerdem wurde mit röntgenbestrahltem Pollen von Melisse bestäubt. Prozentual entwickelten sich die meisten Embryonen nach einer Scheinbefruchtung mit Bohnenkraut oder Dost.

Die bestäubten Blüten wurden durch Tüten isoliert. Nach drei Wochen wurden die Knospen entnommen, sterilisiert und unter dem Stereomikroskop präpariert. Der größte Teil der Samenanlagen und Embryonen war abgestorben. Die lebenden Embryonen wurden auf künstlichem Nährmedium im Klimaschrank kultiviert.

Zu Beginn der Versuche zur Scheinbefruchtung mit bestrahltem Melissepollen wurde der Einfluss verschiedener Röntgenbestrahlungsdosen auf die Lebensfähigkeit des Pollens durch die Variierung der Bestrahlungszeit getestet. Bestrahlt wurde mit 20, 35 bzw. 50 Gray. Nach Bestrahlung mit 20 Gray waren noch ca. 20% der Pollen, bei 35 Gray noch einzelne Pollen lebensfähig. Bei Bestrahlung mit 50 Gray waren alle Pollenkörner abgestorben. Nur aus Bestäubungen mit Pollen nach Bestrahlung mit 20 Gray gingen Pflanzen hervor. Embryoide aus Bestäubungen mit Pollen nach Bestrahlung mit 35 und 50 Gray entwickelten sich nicht zu Pflanzen.

Insgesamt entwickelten sich 39 Pflanzen aus der Embryokultur nach Scheinbefruchtung. Diese wurden in Kulturgläser überführt und *in vitro* vermehrt. Die Pflanzen wurden in das Versuchsfeld gepflanzt. In ersten durchflusszytometrischen Untersuchungen zeigten sich Peaks unterschiedlicher Größe für diploides bzw. triploides Ploidieniveau oder mehrere Peaks für chimerische Verhältnisse.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Krüger, H.; Schütze, W.; Lohwasser, U.; Marthe, F.

Qualität bei Melisse – gestern und heute: Hydroxyzimtsäurederivate versus Rosmarinsäure, vergleichende Untersuchungen an einer Melissenkollektion (*Melissa officinalis* L.)

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2010), 15(1), 31-32

Kittler, J.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Marthe, F.; Blüthner, W.D.

Entwicklung von Hochleistungslinien in Melisse (*Melissa officinalis*). Poster.

Poster auf der Tagung Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 25.-26.10.2010, Neustadt an der Weinstraße, Deutschland

Abstract in: Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 199

Kästner, U.; Kittler, J.; Marthe, F.

Gelingt die Erzeugung doppelt-haploider Pflanzen in Melisse (*Melissa officinalis* L.)?

Poster auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22.9.2011, Berlin, Deutschland

Abstract in: Innovation, Vielfalt und Nutzen, Kurzfassung der Vorträge und Poster, 105-107

Kästner, U.; Kittler, J.; Marthe, F.

Experiments on *in vitro* production of haploids via anther, microspore and ovule culture in lemon balm (*Melissa officinalis* L.).

Poster auf dem 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18.-20.6.2012, University of Veterinary Medicine, Vienna, Austria

Abstract in: 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18.-20.6.2012, Veterinärmedizinische Universität Wien, P 37, 81

Kittler, J.; Krüger, H.; Schütze, W.; Kästner, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Lohwasser, U.; Marthe, F.

Charakterisierung unterschiedlicher Genpools der Melisse (*Melissa officinalis*) als Basis für die Entwicklung von züchterisch wertvollem Ausgangsmaterial.

Vortrag (Kittler, J.) auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22.9.2011, Berlin, Deutschland

Abstract in: Innovation, Vielfalt und Nutzen, Kurzfassung der Vorträge und Poster, 93-96

Kittler, J.; Kästner, U.; Budahn, H.; Krüger, H.; Schütze, W.; Fiedler, A.; Lohwasser, U.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.; Marthe, F.

Variability in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) characterized by phylogenetic distances and phenotypic data as a basis for new breeding gene pools

Vortrag (Kittler, J.) auf dem 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18.-20.6.2012, University of Veterinary Medicine, Vienna, Austria

Abstract in 5<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, 18. - 20.6.2012, Veterinärmedizinische Universität Wien, 30

Kästner, U.

Sporophytische Entwicklung bei Melisse (*Melissa officinalis* L.)

Vortrag auf dem Gemeinsamen Workshop 2012 der AG Arznei- und Gewürzpflanzen (AG 17) der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 09.10.2012, Quedlinburg, Deutschland

Abstract in: Gemeinsamer Workshop 2012, Saatgutqualität, Trocknung und züchterische Verbesserung von Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*), 12-13

Kittler, J.; Kästner, U.; Krüger, H.; Paladay E.; Marthe, F.; Junghanns, W.; Blüthner, W.D.

Entwicklung von züchterisch wertvollen Linien bei Melisse (*Melissa officinalis*)

Vortrag (Kittler, J.) zum 23. Bernburger Winterseminar, 19.-20.02.2013, Bernburg, Deutschland

Tagungsbroschüre 26-27

Argyropoulos, D.; Barfuss, I.; Biertümpfel, A.; Blüthner, W.D.; Blum, H.; Böhner, M.; Budde, M.; Damerow, L.; Dehe, M.; Graf, T.; Junghanns, W.; Kästner, U.; Kittler, J.; Mahlberg, B.; Marthe, F.; Meinhold, T.; Mellmann, J.; Müller, J.; Paladey, E.; Pietzsch, K.; Plescher, A.; Pude, R.; Reichardt, I.; Schockert, K.; Wahl, S.; Ziegler, T.

Melisse – eine alte Arzneipflanze fit für die Zukunft

Vortrag (Marthe, F.) auf der 2. Tagung Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 16.-17.10.2013, Bad Blankenburg, Deutschland

Short Paper in: Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg, 19-23

Kästner, U., Kittler, J., Marthe, F.

Comparison of in vitro haploid induction in balm (*Melissa officinalis*)

Plant Cell, Tissue and Organ Culture 2016, DOI: 10.1007/s11240-016-1007-4

### 1.4.1.3 Züchterische Verbesserung von Kamille

#### 1.4.1.3.1 Züchtung einer Qualitätssorte von Kamille mit hoher Ertragsfähigkeit bei maschineller Ernte

<b>Laufzeit</b>	16.02.2010 - 14.05.2020
<b>Forschungsstelle</b>	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH Straße am Westbahnhof 4 06556 Artern
<b>Projektleitung</b>	Dr. Andreas Plescher
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 22020608 (Phase I), 22032012 (Phase II) und 22017116 (Phase III) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Das Teilprojekt ‚Kamillezüchtung I bis III‘ beinhaltet die Neuzüchtung einer/mehrerer Sorte/n von Kamille (*Matricaria recutita* L. Rauschert), die die hohen Ertragsanforderungen für einen konkurrenzfähigen, großflächigen landwirtschaftlichen Anbau in Deutschland bei arzneibuchkonformer Qualität erfüllen; d.h. durch entsprechende Sorteneigenschaften wird die Reduktion der Anbaukosten im Wesentlichen durch Erhöhung der maschinell erfassbaren Blütenmengen pro Flächeneinheit erreicht. Das Ertragsziel ist auf min. 600 kg/ha Blütendroge bei 2 bis 3 Pflücken festgelegt. Derzeitige Anbausorten erreichen durchschnittlich 75% dieser Ertragsmenge. Durch Sorteneigenschaften wie Reichblütigkeit, homogener, gedrungener Blühhorizont, einheitlicher Blühzeitpunkt und großer Blütendurchmesser ist eine deutliche Steigerung der derzeitigen Erträge im Kamilleanbau Deutschlands durchaus erreichbar.

#### Ergebnisse

Die Neuzüchtung von Kamille ist Teil des Verbundvorhabens „Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus am Beispiel der züchterischen und anbautechnologischen Optimierung von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse“.

Das Projekt „Züchtung einer Qualitätssorte von Kamille (*Matricaria recutita* L.) mit hoher Ertragsfähigkeit bei maschineller Ernte“ war in drei Dreijahresphasen gestaffelt. Es zielte auf die Neuzüchtung einer/mehrerer Sorte/n von Kamille, welche die hohen Ertragsanforderungen für einen konkurrenzfähigen, großflächigen landwirtschaftlichen Anbau in Deutschland bei arzneibuchkonformer Qualität erfüllen. Eine leistungsfähigere Kamillesorte, die sich durch verbesserte maschinelle Beerntbarkeit auszeichnet, indem sie einen höheren Anteil an maschinell erfassbaren Blüten im Pflückhorizont bildet, stellt einen entscheidenden Baustein zur Verbesserung der Rentabilität des Kamilleanbaus dar.

Das Teilvorhaben „Kamillezüchtung Phase III“ baute auf den in den Projektphasen I und II erarbeiteten Grundlagen für die Züchtung einer/mehrerer neuer Kamillesorte/n auf, die sich durch einen höheren Blütendrogenenertrag von den derzeitigen Anbausorten abheben soll/en. Der Züchtungsschwerpunkt lag ausschließlich auf den ertragsbildenden Merkmalen, welche die maschinelle Beerntbarkeit entscheidend verbessern. Die folgenden Zuchtziele waren und sind maßgeblich für die Projektbearbeitung:

Steigerung des Blütendrogenertrages auf mind. 600 kg/ha Verkaufsware bei maschineller Ernte mit 2 bis 3 Pflücken durch:

- Blütenreichtum und einem engen Verhältnis von Kraut:Blüten
- homogener Blühhorizont, horizontal, gedrungen
- einheitliche Blüte  $\pm$  2 Tage
- große Blüten, d.h. Durchmesser Röhrenblütenkorb von 1,0 bis 1,3 cm
- gute Zerfallsfestigkeit der Blüten

Inhaltsstoffliche Ziele:

- Gehalt ätherisches Öl („Blauöl“) mind. 0,8 ml/100 g LTM
- Matzingehalt / Chamazulengehalt mind. 25% im Öl
- Apigeningehalt (mind. 0,25% entsprechend Forderung Ph.Eur.)
- arzneibuchkonforme Zusammensetzung des ätherischen Öls
- gute Sensorik

Weitere Zuchtziele:

- geringe Anfälligkeit gegenüber Echtem und Falschem Mehltau
- geringe Anfälligkeit gegenüber pilzlichen Blatt- und Stängelerkrankungen.

Ziel der züchterischen Bearbeitung von Kamille war es auch, ‚frühblühende‘ sowie ‚spätblühende‘ Zuchtlinien mit diesen Qualitätseigenschaften zu entwickeln, das Hauptaugenmerk liegt dabei auf einer hohen Regenerationsfreudigkeit nach jeder Pflücke bei 1 bis 2 starken Blühphasen.

In Projektphase I wurden Populationen selektiert, die sich durch einzelne, besonders positiv ausgeprägte, ertragsbestimmende Merkmale auszeichnen, z.B. durch besonders große Blütenköpfe, sehr einheitlichen Blühhorizont, starke Blütenbildung zur ersten Pflücke, besonders gute Regenerationsfähigkeit und relative Krankheitstoleranz. Die Züchtungsarbeiten der Projektphase II umfassten die Entwicklung von Inzuchtlinien der zweiten, dritten und vierten Generation ( $I_2$ ,  $I_3$  und  $I_4$ ) mit dem Ziel der Verbesserung und Stabilisierung der Merkmale Homogenität, Blühhorizont, Blütengröße und Blühzeitpunkt durch geeignete züchterische Arbeit (z.B. Selektion von Einzelpflanzen, Zusammenführung von besten Auslesen) sowie die Saatgutgewinnung der weitergeführten Linien. Die Prüfung, Bewertung und Auswahl der  $I_2$ -Generation wurde 2015, die Bewertung der  $I_3$ -Generation in 2016 durchgeführt. Die Prüfung umfasste die agronomischen Eigenschaften Ertragspotential, Blühzeitpunkt, Pflanzenhöhe, Blühhorizont, Blütengröße, Homogenität und Krankheitstoleranz sowie die pflanzeninhaltsstoffliche Analyse nach Maßgaben des Ph.Eur. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Prüfungen wurden ausgewählte Linien weitergeführt und dazu in 2016 erste Kreuzungsgruppen erstellt, deren Kreuzungssaatgut (Nachkommen) weiter bearbeitet wird. Darüber hinaus wurde in 2016 eine weitere Generation durch Selbstung ( $I_4$ -Saatgut) erzeugt, deren Saatgut für weitere Linienprüfungen genutzt wird. In der Projektphase III kommt

der Untersuchung und Bewertung der Kombinationseignung der Kreuzungsnachkommen und der Prüfung der Ertragsleistung in 2018 und 2019 besondere Bedeutung zu, da sie die Grundlage der Voraussage der Leistung der in 2016 und 2017 erzeugten synthetischen Sorten bilden. Eine solche Ertragsprüfung wird auch für die besten selektierten Zuchtlinien durchgeführt. In Phase III werden ausserdem die Erhaltung und Vermehrung der aus dem Projekt hervorgegangen besten Linien und Populationen realisiert.

Um die maschinelle Beerntbarkeit ausgewählter Zuchtlinien zu bestimmen, wurde in 2016 eine Parzellenprüfung von ausgewählten Linien der I<sub>2</sub>-Generation im Vergleich zu Standardsorten durchgeführt. Die Prüfung orientierte sich in ihrer Anlage an Produktionsmaßstäben. Dabei kam eine Parzellenpflückmaschine der Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG zum Einsatz, welche im weiteren Verlauf der Züchtungsarbeiten speziell zur Ertragsbestimmung bei Parzellenprüfungen genutzt wird. Die erfolgte praxisnahe Ertragsbewertung der ersten und zweiten Pflücke von geprüften Linien soll dabei die Bewertung der Nachkommenschaften (I-Linien als auch der Kreuzungsnachkommen, die sog. Syn-Populationen) unterstützen.

Ein Teilprojekt in Phase II stellte die Aufklärung der Fremdbefruchtungsrate bei Echter Kamille (*Matricaria recutita* L.) dar. Die Analyse der Fremdbefruchtungsrate bei Kamille ist die Grundlage für jede weitere Züchtungstätigkeit; entsprechend war der zu erwartende Anteil an Selbst- und Fremdbefruchtung entscheidend für den einzuschlagenden Züchtungsweg. Die molekulargenetischen Analysen wurden in Fremdleistung durch das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK) durchgeführt. Im Mittel aus 25 getesteten Kreuzungsnachkommenschaften an drei Standorten in zwei Jahren ergab sich eine Fremdbefruchtungsrate von 70%, d.h. die Echte Kamille wurde im Weiteren als vorwiegender Fremdbefruchter behandelt. Eine Züchtung von Synthetik-Sorten war daher schlussfolgernd.

## **Ablauf**

In den ersten drei Vegetationsjahren wurde das Ausgangsmaterial für die Sortenzüchtung geschaffen. Zu diesem Zweck wurden in zwei Prüffahren 30 Handelssorten und Anbaupopulationen unterschiedlicher Herkunft auf ihre wertbestimmenden, ertragsbildenden Merkmale getestet und es wurde ihre Eignung für die züchterische Bearbeitung entsprechend den gestellten Züchtungszielen bewertet.

Die Ergebnisse aus dem ersten Sortenscreening in 2010/2011 zeigten, dass keine der geprüften Sorten die gesamten Züchtungsziele in sich vereint, was die Notwendigkeit einer Kombinationszüchtung bestätigte. Acht Prüfglieder waren auffällig, die aufgrund ihrer ertragsbestimmenden Merkmale als positives Ausgangsmaterial für die Züchtungsarbeit geeignet waren. Auf dieser Grundlage folgten Individualauslesen und die Gewinnung von I<sub>1</sub>-Saatgut durch Tütenisolierung. Die Pflanzenauswahl wurde mit dem Ziel vorgenommen, möglichst viele Züchtungsziele in jeder Einzelpflanzenauslese zu vereinen.

Die züchterische Weiterbearbeitung des geschaffenen Ausgangsmaterials erfolgte seit 2014 in Projektphase II. Es standen 60 I<sub>1</sub>-Linien in Parzellenprüfung. Von 50% dieser Linien wurden Einzelpflanzenselektionen durchgeführt und es wurde I<sub>2</sub>-Saatgut aus isolierter Abblüte gewonnen. Entsprechend ihrer qualitätsbestimmenden Merkmale wurden die Linien in Ertragstypen, Öltypen, Typen mit optimalem Blühhorizont sowie Typen mit guter Krankheitstoleranz gruppiert. Die Ertragstypen umfassten 19 Einzelpflanzenauslesen, die sich durch eine sehr gute Wüchsigkeit und einen sehr guten Blütendrogenenertrag auszeichneten. In sieben Fällen waren hoher Blütenertrag mit hohen Ölgehalten, die zwischen 0,83 und 1,05% ätherischem Öl lagen, gepaart. Den angestrebten Blühhorizont von sechs bis acht Zentimeter Stängeltiefe erreichten sieben Einzelpflanzenauslesen, weitere 24 Selektionen zeichneten sich ebenfalls einen gedrungenen Blühhorizont aus, der jedoch bis 12 cm Stängeltiefe reichte. Die Parzellenprüfung der ersten Inzuchtgeneration in 2014 zeigte, dass eine weitere Selektion auf Homogenität der entstandenen Zuchtlinien durch fortgesetzte Selbstung erforderlich ist.

In 2015 folgte eine vergleichende Parzellenprüfung von ausgewählten 50 I<sub>2</sub>-Linien der unterschiedlichen Merkmalstypen. Die Linien wurden erneut bezüglich der agronomischen Merkmale Blühhorizont, Erntereife, Wuchshöhe und Ertragspotential sowie Krankheitstoleranz bewertet und die besten Kombinationen wurden zur weiteren Prüfung ausgewählt. Dabei zeigten 19 Linien einen sehr guten Blütenbesatz in Kombination mit einem optimalen Blühhorizont. Drei Linien davon wiesen außerdem einen Gehalt über dem angestrebten Zuchtziel von 0,8% an ätherischem Öl auf. Die Wuchshöhen lagen im Bereich von 45 - 55 cm bei gleichzeitiger Bewertung der Homogenität der Prüfparzellen von gut bis sehr gut. Es zeigten sich auch in dieser Parzellenprüfung Linien mit gewünschtem Inhaltsstoffmuster und gewünschten Inhaltsstoffgehalten. 33 Linien zeigten einen Gehalt an ätherischem Öl von über 0,8%, davon acht Linien mit Chamazulengehalten von  $\geq 25\%$  im Öl. Außerdem wurden sieben Linien identifiziert, welche das Zuchtziel an Apigenin-7-glucosid von 0,25% Mindestgehalt i.d.TS erreichten.

Die Bearbeitung in 2016 umfasste weitere Individualauslesen mit dem Ziel, auch die Homogenität der Linien zu verbessern. Dazu wurde erneut isoliert geselbstet und I<sub>3</sub>-Saatgut erzeugt. Im Weiteren wurde 9 Testkreuzungen angelegt, welche darauf zielten, zeitgleich reifende Zuchtlinien mit relativ gleicher Pflanzenhöhe jedoch verschiedenartigem Inhaltsstoffmuster und Ertragspotential miteinander zu kombinieren. Die Kreuzungsprodukte sowie die Selektionslinien wurden seit 2017 in der Phase III des Kamillezüchtungsprojekts in Frühjahrs- und Herbstausatprüfungen untersucht.

Das Teilvorhaben „Kamillezüchtung Phase III“ baute auf den in Projektphase I und II erarbeiteten Grundlagen für die Züchtung einer/mehrerer neuer Kamillesorten auf, die sich durch einen höheren Blütendrogenertrag von den derzeitigen Anbausorten abheben. Der Züchtungsschwerpunkt lag auf den ertragsbildenden Merkmalen, welche die maschinelle Beerntbarkeit entscheidend verbessern.

In Projektphase I wurden Populationen selektiert, die sich durch einzelne, besonders positiv ausgeprägte, ertragsbestimmende Merkmale auszeichnen, z.B. besonders große Blütenköpfe, sehr einheitlichen Blühhorizont, starke Blütenbildung zur ersten Pflücke, besonders gute Regenerationsfähigkeit und relative Krankheitstoleranz.

Die Züchtungsarbeiten der Projektphase II umfassten die Entwicklung von Inzuchtlinien der zweiten, dritten und vierten Generation (I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> und I<sub>4</sub>) mit Ziel der Verbesserung und Stabilisierung des Merkmals Homogenität, Verbesserung von Blühhorizont, Blütengröße und Blühzeitpunkt durch geeignete züchterische Arbeit (z.B. Selektion von Einzelpflanzen, Zusammenführung von besten Auslesen) sowie die Saatgutgewinnung der weitergeführten Linien. Die Prüfung, Bewertung und Auswahl der I<sub>2</sub>-Generation wurden 2015, die Bewertung der I<sub>3</sub>-Generation in 2016 durchgeführt. Die Prüfung umfasste die agronomischen Eigenschaften Ertragspotential, Blühzeitpunkt, Pflanzenhöhe, Blühhorizont, Blütengröße, Homogenität und Krankheitstoleranz sowie die pflanzeninhaltsstoffliche Analyse nach Maßgaben des Ph. Eur. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Prüfungen wurden ausgewählte Linien weitergeführt und dazu in 2016 und 2017 Kreuzungsgruppen erstellt, deren Kreuzungssaatgut (Nachkommen) weiterbearbeitet wurde. Des Weiteren wurde in 2016 eine weitere, nächste Generation durch Selbstung (I<sub>4</sub>-Saatgut) erzeugt deren Saatgut für weitere Linienprüfungen zur Verfügung steht. Ein Teilprojekt in Phase II stellte die Aufklärung der Fremdbefruchtungsrate bei Echter Kamille (*Matricaria recutita* L.) dar. Die Analyse der Fremdbefruchtungsrate bei Kamille war eine Grundlagenerarbeitung für jede weitere gesicherte Züchtungstätigkeit. Der zu erwartende Anteil an Selbst- und Fremdbefruchtung war entscheidend über den weiteren Züchtungsweg, der Richtung für Fremdbefruchter-Züchtung weitergeführt wurde. Die molekulargenetischen Analysen wurden in Fremdleistung durch das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben, IPK durchgeführt. Im Mittel der getesteten Kreuzungs-Nachkommenschaften an drei Standorten in zwei Jahren ergab sich eine Fremdbefruchtungsrate von 70%, d. h. die Echte Kamille wurde im Weiteren als vorwiegender Fremdbefruchter behandelt. Im Ergebnis der Phase II standen somit erzeugte Kreuzungsnachkommenschaften von insgesamt 9 Kreuzungen aus 2016 zur

Verfügung. Diese Erzeugung der sog. Synthetiks hatte Ziel, die gewünschten agronomischen Eigenschaften von Einzellinien in Ausprägungen oder gänzlich zu kombinieren und in einer Nachkommenschaft (Synthetikpopulation) zu vereinen. Aus Phase II stand eine Vielzahl von Einzellinien und Synthetiks zur Verfügung. Im Rahmen der Bewertung des Ernteertrags der Zuchtlinien in ersten Parzellenprüfungen konnte in 2016 eine Pflücktechnik genutzt werden, welche die Erfassung von Blütendrogenerträgen, vergleichbar zum konventionellen Kamillenanbau ermöglicht und auch für die Weiterbearbeitung in Phase III zur Verfügung stand. In Phase III wurde daran gearbeitet, die Nachkommenschaften umfangreich und vor allem praxisorientiert auf Ihre agronomische Leistung und wertgebenden Eigenschaften in Parzellenversuchen zu prüfen. In Herbst- und Frühljahrsaussaat wurden insgesamt 5 Feldprüfungen im Parzellenmaßstab und eine einjährige Praxisprüfung an zwei Standorten in Thüringen mit Erntejahr 2020 angelegt und bewertet. Die 4 Prüfglieder K16-03, K16-05, K16-06 und K16-08 zeigten mehrfach höhere Erträge, gute Vitalität und Regeneration und hohe Inhaltsstoffgehalte in der Vergleichsprüfung auch gegenüber den am Markt genutzten Sorten MABAMILLE, MANZANA und BODEGOLD. In den Praxisprüfungen 2019/20 zeigten v.a. die Prüfglieder 16-03 und 16-06 eine gute und hohe Leistung. Durch die Unterschiedlichkeit der Standorte, der Aussaatzeitpunkte, der Art der Aussaattechnik (Feldversuchstechnik vs. Praxistechnik) und der Saatgutchargen konnte leider keine Eindeutigkeit gegenüber der umgebenden Standardsorte MABAMILLE in diesem einzelnen Prüffahr bewertet werden. An einem von zwei Prüfstandorten zeigten sich 3 von 4 Sortenanwärtern mit bis >20% überlegenem Blütendrogenertrag im Vergleich zur MABAMILLE. Nichtsdestotrotz waren alle Prüfglieder am Standort Nöbdenitz der angebauten Saatgutcharge von MABAMILLE unterlegen. Hervorzuheben ist dennoch, dass die relative Performance innerhalb der Sortenanwärter hinsichtlich einer Vielzahl von Merkmalen und vor allem bei dem Merkmal Blütendrogenertrag stabil war. Es stehen nach Projektende zur Vergleichssorte konkurrenzfähige, frei verfügbare Sortenanwärter für weitere Prüfungen und/oder den landwirtschaftlichen Anbau von Echter Kamille zur Verfügung. Laut Kooperationsvertrag ist eine Abforderung von Züchtungsmaterial oder die Abwicklung geeigneter Saatgutvermehrungsschritte über die Projektdurchführende Einheit PHARMAPLANT GmbH vorgesehen.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Sonnenschein, M.; Plescher, A.

Leistungsprüfung von Anbaupopulationen und Sorten der Echten Kamille (*Matricaria recutita* L.)

Vortrag auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22. September 2011, Berlin, Tagungsband S. 97-100

Albrecht, S.; Sonnenschein, M.; Plescher, A.

Breeding of a high yielding chamomile variety (*Matricaria recutita* L.) with improved traits for machine harvesting

Abstract und Poster auf dem 6th International Symposium Breeding Research in Medicinal and Aromatic Plants 2016, Quedlinburg

In: Marthe, F.; Riegler, H. (eds.): 6th International Symposium Breeding Research in Medicinal and Aromatic Plants (BREEDMAP 6), June 19 - 23, 2016, Quedlinburg, Germany, Julius-Kühn-Archiv (2016), 453, 135-138

Dobscinski, S.

Untersuchungen zur Ertragsbildung und umfassende Phänotypisierung eines Diversitätssets von Kamille (*Matricaria chamomilla* L.) im Rahmen von Züchtungsarbeiten mit maschineller Ertragsprüfung

Masterarbeit an der Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachgebiet Allgemeiner Pflanzenbau, Fachbereich Pflanzenproduktionssysteme, Stuttgart 02/2017

Albrecht, S.; Sonnenschein, M.; Plescher, A.  
Züchtung einer Qualitätssorte von Echter Kamille (*Matricaria recutita* L.) mit hoher Ertragsfähigkeit bei maschineller Ernte  
Poster auf dem 2. FNR-Kongress "Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg", 3.-4. April 2017, Berlin, Tagungsband S. 130

Albrecht, S.; Otto, L.-G. (2020):  
Buchkapitel „*Matricaria recutita* L.: True Chamomile“ In: Blüthner, W.; Novak, J. (eds.).  
Medicinal, Aromatic and Stimulants Plants, Series „Handbook of Plant Breeding“, Volume 12;  
Springer Nature Switzerland AG 2020

#### 1.4.1.3.2 Erkrankungen im Kamilleanbau – Erforschung der Ursachen und erste Lösungsansätze zur Bekämpfung

<b>Laufzeit</b>	01.03.2016 - 28.02.2019 (Verlängerung: 01.03.2019 – 29.02.2020)
<b>Forschungsstelle</b>	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Außenstelle Kleinmachnow Stahnsdorfer Damm 81 14531 Kleinmachnow
<b>Projektleitung</b>	Dr. Ute Gärber
<b>Förderung:</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22021213 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Im großflächigen Anbau von Kamille (*Matricaria recutita* L.) wurden in Deutschland seit 2007 Krankheitserscheinungen beobachtet, welche sich in den Folgejahren weiter verstärkten und zu starken Ertragseinbrüchen führten. Erste Untersuchungen am Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) und bei der Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH zeigten, dass die Schadensursachen sehr komplex waren (Gärber et al., 2013). Neben den bekannten pilzlichen Schaderregern traten weitere „neue“ pilzliche Pathogene sowie bei den tierischen Erregern noch nicht bestimmte Schädlinge auf. Als potentielle Schaderreger kamen ein unbekannter Pilz und *Septoria* sp. sowie zwei Rüsselkäferarten (*Curculionidae*) und ein Glattkäfer (*Phalacridae*) in Betracht.

In ersten Arbeiten wurde der unbekannte Pilz an Naturmaterial morphologisch als *Entylomella trailii* bestimmt, jedoch aus isoliertem Pilzmaterial in der Sequenzierung als ein Pilz ähnlich *Rhexocercosporidium* identifiziert (mündliche Mitteilung, Hagedorn). Eine eindeutige Klärung der Schadensursachen konnte zu diesem Zeitpunkt nicht herbeigeführt werden.

In dem von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) geförderten Forschungsprojekt „Erkrankungen im Kamilleanbau – Erforschung der Ursachen und erste Lösungsansätze zur Bekämpfung“ sollen die Schaderreger identifiziert, die Biologie und Wechselwirkungen erforscht und darauf aufbauend erste Lösungsvorschläge für den Pflanzenschutz erarbeitet werden. Ziel ist es, den Anbau und Ertrag mit gleichbleibend hoher Produktqualität bei Kamille zukünftig in Deutschland sicher zu stellen.

## Sachstand

In dem zum Demonstrationsvorhaben Arzneipflanzen (KAMEL) zählenden Projekt wurden in den ersten beiden Bearbeitungsjahren 2016 und 2017 Kamillepflanzen von Flächen zweier Praxisbetriebe (Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG, Agrarprodukte Ludwigshof eG) auf potentielle Schaderreger untersucht. Dabei wurde an den Standorten zwischen Flächen unterschieden, auf denen kein Fruchtwechsel im Vergleich zum Vorjahr stattfand, und solchen mit Fruchtwechsel. Eine weitere Unterscheidung in Flächen mit Aussaat im Frühjahr oder im Herbst wurde in der Bestandsaufnahme der tiersichen Schaderreger getroffen. Das Pflanzenmaterial, der Herbst- und Frühljahrsaussaat, wurde zu verschiedenen Zeitpunkten im Labor auf pilzliche und tierische Schaderreger untersucht.

Dabei zeigte sich der unbekannte Pilz als hauptschädigend für die Kultur. Neben diesem unbekanntem Pilz konnten weitere für die Kamille bekannte pathogene Pilze mikroskopisch identifiziert werden, wie beispielsweise Echter Mehltau (*Golovinomyces cichoracearum* var. *cichoracearum*, Syn. *Erysiphe cichoracearum*), Falscher Mehltau (*Paraperonospora leptosperma*, Syn. *Plasmopara leptosperma*) und der Kamille-Rost (*Puccinia matricariae*).

Der unbekannte Pilz konnte aus kranken Pflanzen verschiedener Kamilleschläge isoliert und eine Pathogenbank aufgebaut werden.

Um eine Identifikation des Schaderregers zu ermöglichen, wurden in weiteren Arbeitsschritten taxonomische und molekularbiologische Untersuchungen durchgeführt. Die am JKI durchgeführten molekularbiologischen Sequenzuntersuchungen an Reinkulturen wiesen eindeutig auf eine Art der Gattung *Rhexocercosporidium* (Ascomycota) hin, womit das Ergebnis der Untersuchungen von Hagedorn (Gärber et al., 2013) bestätigt wurde. Somit ist der aus Kamille isolierte unbekannte Pilz, der sich im Infektionstest als pathogen erwies, nicht der Abteilung Basidiomycota, sondern der Abteilung Ascomycota zuzuordnen und wird als *Rhexocercosporidium* nov. sp. bezeichnet.

Bei den tierischen Schaderregern konnten innerhalb des Projektes ausschließlich der Kamille-Glattkäfer *Olibrus aeneus* (Art selten, Larven in Blütenköpfen) und der Runzelige Kamille-Kleinrüssler *Microplontus rugulosus* (Art häufig, Larven im Stängel) festgestellt werden. *M. rugulosus* zeigte das höhere Schadpotential, da der Befall, der zu einer Schädigung der Kamillestängel durch Larvenfraß führt, auf allen Flächen im Untersuchungsgebiet stark ausgeprägt war. Befallene Pflanzen knicken leicht um, was eine vollständige Beerntung des Bestandes erschwert.

Bei der Auswertung der untersuchten Kamilleproben konnten keine Unterschiede im Auftreten des unbekanntem Pilzes in Abhängigkeit von der Fruchtfolge festgestellt werden. Jedoch zeigte sich eine deutliche Reduktion des Befalls mit tierischen Schaderregern, wenn die Aussaat im Frühjahr stattfand.

Um erste Lösungsansätze zur Bekämpfung der Kamilleerkrankung im Feld zu erarbeiten, wurde ein Pflanzenschutzmittelversuch mit drei Fungiziden und einem Insektizid durchgeführt. In einem vorgelagerten *in-vitro* Fungizidwachstumstest auf Nährmedium mit dem Isolat UBK1 von *Rhexocercosporidium* nov. sp. zeigten drei von zehn getesteten Fungizide gute Ergebnisse (Elatius Plus – Wirkstoff Benzovindiflupyr; Elatus Era – Wirkstoffe Benzovindiflupyr + Prothioconazol; Folicur – Wirkstoff Tebuconazol) und wurden in der Herbstaussaat 2017/2018 in einem Wirksamkeitsversuch unter Praxisbedingungen getestet. Zusätzlich zu den Fungiziden wurde das zu diesem Zeitpunkt noch zugelassene Insektizid Karate Zeon (Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin) zu verschiedenen Anwendungszeitpunkten geprüft, um den optimalen Anwendungszeitpunkt gegen die tierischen Schaderreger in Kamille zu ermitteln.

Die Anlage des Versuchs richtete sich nach den betrieblichen Gegebenheiten der Landwirte und wurde an zwei Standorten in Thüringen durchgeführt. Der Versuch bestand aus zwei Kontrollversuchsgliedern (keine Behandlung), drei Versuchsgliedern mit Fungizidbehandlung (Elatius Era, Elatus Plus, Folicur) und zwei Versuchsgliedern mit Insektizidbehandlung (Karate Zeon, unterschiedliche Anwendungszeitpunkte). Es wurde eine maschinelle Spritzung und Ernte der einzelnen Versuchsglieder durchgeführt.

Kurz nach Aufräumen der Kamille im Herbst 2017 wurde die erste Fungizidbehandlung durchgeführt. Zur Untersuchung der Wirkungskdauer der Fungizide wurden die behandelten Versuchsglieder im Frühjahr geteilt und anschließend wurde eine Hälfte ein zweites Mal mit

den Fungiziden gespritzt. Alle drei getesteten Fungizide zeigten bereits bei einer Anwendung eine Wirkung gegen *Rhexocercosporidium* nov. sp. Mit einer zweiten Behandlung zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr konnte das Ergebnis noch verbessert werden. Parallel zur Fungizidbehandlung im Frühjahr wurde eine Parzelle mit dem einzigen in Kamille zugelassene Insektizid Karate Zeon behandelt, einen Monat später folgte die Behandlung der zweiten Parzelle. Der Versuch konnte zeigen, dass eine zeitige Behandlung im Frühjahr Ende März/Anfang April einen mindernden Effekt auf den Befall von *M. rugulosus* hat.

Für eine statistische Belegbarkeit der Ergebnisse wurde der Spritzversuch in leicht abgewandelter Form 2018/2019 wiederholt. In diesem Versuch stand das Fungizid Elatus Era nicht mehr zur Verfügung und es wurden nur die Fungizide Elatus Plus und Folicur getestet. Dem Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin des Insektizid Karate Zeon wurde im Frühjahr 2019 die Zulassung entzogen, so dass kein Insektizid in der Kamille mehr zur Verfügung stand. Nur durch eine Sondergenehmigung konnte der Versuch mit Lambda-Cyhalothrin beendet werden. Der bereits im ersten Untersuchungsjahr beobachtete positive Effekt zeigte sich auch in den Untersuchungen 2018/2019.

Als zusätzliches Versuchsglied wurde eine Kombinationsvariante aus Folicur und Karate Zeon in die Prüfung aufgenommen, um Wechselwirkungen von Insektizid- und Fungizidbehandlungen auf die Schäden in der Kamille durch *M. rugulosus* zu untersuchen. Es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Behandlung und der Untersuchungsregion. Die Kombinationsbehandlung zeigt ähnlich niedrige Befallszahlen wie die reine Insektizidbehandlung.

Im Rahmen des Forschungsprojekts konnte ein erster wissenschaftlicher Beitrag zur Identifikation und Charakterisierung der Schadursachen an Kamille geleistet werden. Aufgrund der Komplexität der Schadproblematik ist es jedoch erforderlich, Forschungsarbeiten weiterhin zu unterstützen, um langfristig die Erfolgsaussichten mit einer Stabilisierung des Kamilleanbaus in Deutschland zu sichern.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Gärber, U.; Plescher, A.; Hagedorn, G.  
Auftreten von Krankheiten und Schädigungen im Anbau von Kamille (*Matricaria recutita* L.)  
Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen (2013), 18, 124-131

Gärber, U.; Sommerfeld, K.  
First results of investigations into causes of diseases of cultivated chamomile (*Matricaria recutita* L.) in Germany  
6<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants (Breedmap 6), Quedlinburg, Deutschland, 19.-23. Juni 2016  
Julius Kühn-Archiv 453, 44-46

Gärber, U.; Sommerfeld, K.  
Schäden im Kamilleanbau mit unbekannter Ursache  
60. Deutsche Pflanzenschutztagung, Halle/Saale, Deutschland, 20.-23. September 2016  
DOI 10.5073/jki.poster.2016.003

Sommerfeld, K.; Gärber, U.; Hommes, M.  
Erkrankungen im Kamilleanbau – Erforschung der Ursachen und erste Lösungsansätze zur Bekämpfung  
15. Sitzung der Projektgruppe "Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen" des Arbeitskreises "Phytomedizin im Gartenbau" der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, Bernburg, Deutschland, 21. Februar 2017

Sommerfeld, K.; Gärber, U.; Hommes, M.  
Schadorganismen an Echter Kamille (*Matricaria recutita* L.) – Identifizierung und Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien  
3. Tagung Arzneipflanzenanbau in Deutschland – Mit koordinierter Forschung zum Erfolg, Schweinfurt, Deutschland, 20./21. Juni 2017

Gärber, U.; Sommerfeld, K.  
Schadursachen an Kamille – Pilzliche Schaderreger  
28. Tagung der Fachreferenten für Pflanzenschutz im Gemüse- und Zierpflanzenbau, Braunschweig, Deutschland, 07.-09. November 2017

Sommerfeld, K., Götz, M., Gärber, U., 2018  
Kamilleanbau in Deutschland – Gefährdung durch unbekanntem Pilz  
8. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, Bonn, Deutschland, 10.-13. September 2018  
DOI 10.5073/jka.2018.460.024  
Julius Kühn-Archiv 460, 86-88

Schorpp, Q., Sommerfeld, K., Gärber, U., Hommes, M., 2018  
*Microplontus rugulosus* (Coleoptera, Curculionidae) im Kamille-Anbau – erste Lösungsansätze  
8. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung, Bonn, Deutschland, 10.-13. September 2018  
DOI 10.5073/jka.2018.460.039  
Julius Kühn-Archiv 460, 152-155

Götz, M., Sommerfeld, K., Ashrafi, S., Wagner, S., Gärber, U., 2018  
Charakterisierung pilzlicher Schaderreger an Kamille  
61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hohenheim, Deutschland, 11.-14. September 2018  
Julius Kühn-Archiv 461, 519  
DOI 10.5073/jki.poster.2018.008

Gärber, U. und Sommerfeld, K., 2019  
Auftreten und Bedeutung pilzlicher Schaderreger im Anbau von Kamille (*Matricaria recutita* L.)  
29. Bernburger Winterseminar, Bernburg, Deutschland, 20.-21. Februar 2019

Sommerfeld, K., Gärber, U., 2019  
Vergleich der Wirkung von Fungiziden in Echter Kamille im Praxisversuch über zwei Jahre  
29. Tagung der Fachreferenten für Pflanzenschutz im Gemüse- und Zierpflanzenbau, Braunschweig, Deutschland, 05.-07. November 2019

#### 1.4.1.3.2 Erarbeitung der Voraussetzungen zur Entwicklung einer sterilen Kamillesorte

<b>Laufzeit</b>	01.06.2012 - 28.02.2014 / 01.10.2015 – 30.11.2018
<b>Forschungsstelle 1</b>	Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Corrensstraße 3 06466 Gatersleben
<b>Projektleitung</b>	Dr. Lars-Gernot Otto
<b>Forschungsstelle 2</b>	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH Straße am Westbahnhof 4 06556 Artern

<b>Projektleitung</b>	Dr. Andreas Plescher
<b>Forschungsstelle 3</b>	Veterinärmedizinischen Universität Wien Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe Veterinärplatz 1 A - 1210 Wien
<b>Projektleitung</b>	Ao. Univ. Prof. Johannes Novak
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter den Förderkennzeichen 22038911 und 22006314 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

### **Problemstellung/Zielsetzung**

In dem Projekt werden methodische und materielle Grundlagen zur Züchtung einer sterilen Kamillesorte (*Matricaria recutita* L.) erarbeitet. Während sterile triploide Sorten in der Obst- und Zierpflanzenzüchtung seit langem einen festen Platz haben, wären sie bei Arznei- und Gewürzpflanzen, d. h. auch bei Kamille, eine absolute Neuheit.

Eine sterile Kamillesorte würde einen echten Qualitätssprung einleiten, verbunden mit einer neuen Generation von Kamillesorten. Ein Vorteil einer sterilen samenlosen Kamillesorte wäre der fehlende Ausfall von Saatgut aus den bei der praxisüblichen maschinellen Pflücke nicht erfassten Blüten. Kamille bereitet große Probleme in den Folgekulturen, da die Samen im Boden bis zu 15 Jahre keimfähig bleiben und es ein sehr schwer bekämpfbares Beikraut ist, was eine intensive Herbizidanwendung zur Folge hat. Neue Flächen für den Kamilleanbau lassen sich aufgrund dessen meistens nur schwer gewinnen. Eine sterile Kamillesorte könnte die Voraussetzung dazu schaffen, die Anbaufläche für Kamille auszuweiten, während gleichzeitig die Verfügbarkeit von ehemaligen Kamilleanbauflächen für andere Kulturpflanzen gesteigert werden könnte. Durch den einfacheren Fruchtwechsel könnte somit die Vielfalt der landwirtschaftlichen Kulturen (Agrobiodiversität) erhöht und die Akkumulation von Kamillekrankheiten in den Anbauflächen unterbunden werden. Letzteres stellte in den letzten Jahren ein zunehmendes Problem dar.

Desweiteren könnte das Ausbleiben der Samenbildung zu einer Verlängerung der Blühdauer der Einzelblüten und in Folge zu einem erweiterten Erntezeitfenster für die einzelnen Pflücktermine, einer längeren Blühperiode der Bestände und insgesamt zu verbesserter Ertragsfähigkeit führen.

Ein Ziel der Projektphase 1 ist es, Triploide als ein Weg zu einer sterilen Kamillesorte in Sorten, Populationen und Zuchtmaterial zu identifizieren, selektieren und charakterisieren. Es soll nachgewiesen werden, dass diese den geforderten Voraussetzungen hinsichtlich Ploidiestabilität, Sterilität, Ertrag und Blühverhalten entsprechen und eine ausreichende Regenerationsfähigkeit aufweisen.

Das zweite Arbeitsziel besteht darin, einen für Kamille funktionierenden Sterilitätsmechanismus aufzufinden, der es erlaubt, für die Triploidenzüchtung stabile männlich sterile und weiblich fertile Mutterlinien zu entwickeln. Bei geschlossenem Feldanbau als sterile Population könnten diese Linien ggf. bereits die angestrebten Ziele erreichen.

## Ergebnisse

### Selektion und Erzeugung von triploiden Pflanzen als ein Weg zur Erzeugung einer sterilen Kamillesorte

Es wurden triploide Kamillepflanzen identifiziert und selektiert. Neben der Identifizierung von spontan entstandenen triploiden Pflanzen in Sorten und Populationen wurden ebenfalls Analysen an Saatgut sowie gezielte Kreuzungen zwischen di- und tetraploiden Kamillepflanzen durchgeführt.

Die Sorte 'Bodegold' erwies sich bei den durchgeführten Untersuchungen mehrheitlich als eine Mischung von di- und tetraploiden Pflanzen. Saatgut höherer Ploidie war dabei tendenziell schwerer. Die Fraktionierung von Saatgut der Sorte 'Bodegold' nach Gewicht offenbarte eine Anreicherung von Samen mit triploiden Embryonen in der schweren Saatgutfraktion. Nach Aussaat dieser Fraktion wurden identifizierte triploide Pflanzen zur Erhaltung und Vermehrung in die *in-vitro* Kultur überführt und nachfolgend für die Versuche genutzt.

180 gezielte interploide Kreuzungen zwischen di- und tetraploiden Pflanzen und in reziproker Kreuzungsrichtung wurden ohne Kastration und unter Isolation mit Crispac-Beuteln durchgeführt. Unter den Nachkommen wurden in geringem Umfang triploide Pflanzen identifiziert. Die Anzahl an erhaltenen Nachkommen aus den einzelnen Kreuzungskombinationen variierte erheblich und könnte zu einem großen Teil auf Selbstungen zurückzuführen sein. 16 gezielte interploide Kreuzungen ohne Kastration in freier isolierter Abblüte (Isolierstellen bzw. Isolierkabinen im Gewächshaus) führten zu einem deutlich höheren Anteil an Triploiden unter den Nachkommen (bis zu 17 %). Zwischen den verschiedenen Kombinationen konnten dabei signifikante Unterschiede bzgl. des Anteils Triploider identifiziert werden, was als Hinweis auf eine unterschiedliche Kreuzbarkeit der verschiedenen Elternpflanzen gewertet werden kann. Die erfolgreiche gezielte Erzeugung triploider Kreuzungsnachkommen belegt, dass grundsätzlich die Erzeugung einer triploiden Kamillesorte möglich ist.

Für die erfolgreiche Erzeugung einer triploiden, sterilen Kamillesorte ist ein funktionierender Mechanismus für männliche Sterilität/Selbstinkompatibilität bei den mütterlichen Kreuzungseltern notwendig, um Selbstungen auszuschließen.

#### Stabilität der Ploidie

Es ließen sich keine Anzeichen für deutliche Unterschiede in der Frequenz Triploider zwischen frühem (Embryo) und spätem (Pflanze) Entwicklungsstadium finden ( $X^2$ -Test für gleiche Frequenz bei 'Bodegold' „schwere Fraktion“,  $p=0,6$ ). Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, dass sich erzeugte triploide Embryonen regulär aus reifen Samenkörnern entwickeln und nicht abortieren.

Die Ploidie der Triploiden erwies sich als stabil. Die wiederholte durchflusszytometrische Analyse (auch nach mehrjähriger *in-vitro* Kultur und Feldversuch) von den verklonten triploiden sowie di- und tetraploiden Pflanzen hat die Ploidie bestätigt. Veränderungen wurden nicht gefunden. Stichprobenartig wurden die durchflusszytometrischen Einzelmessungen durch mikroskopische Bestimmung der Chromosomenzahl verifiziert.

#### Prüfung von triploiden Pflanzen

13 der identifizierten triploiden Pflanzen sowie di- und tetraploide Vergleichspflanzen wurden in der *in-vitro* Kultur per Verklonung vermehrt und in verschiedenen Jahren im Parzellen-Freilandversuch getestet. Desweiteren wurden triploide Genotypen jeweils mit mehreren Klonpflanzen in einer rein triploiden Population an drei verschiedenen Freilandstandorten getestet (Simulation des Feldbestandes einer triploiden Kamillesorte) sowie als Einzelgenotypen in freier isolierter Abblüte untersucht. Da die gewünschte triploide Sorte nicht nur hochgradig steril sein muss, sondern agronomisch auch hinreichend leistungsfähig zu sein

hat, wurde insbesondere auch der Ertrag untersucht. Es zeigte sich bei Kamille - unabhängig von der Ploidie - oft eine hohe Variabilität zwischen den Genotypen hinsichtlich der untersuchten Merkmale (starke Individualunterschiede zwischen Einzelpflanzen im Kamillesortiment vorhanden). Die großen Unterschiede lassen sich damit erklären, dass die vorhandenen Kamillesorten Populationen sind, die sich speziell im tetraploiden Sortiment durch Inhomogenität auszeichnen.

Die Prüfung der Triploiden stellte den Meilenstein 1 des Vorhabens dar und entschied darüber, ob Triploide zur Entwicklung steriler Kamillesorten geeignet sind. Die wichtigsten Ergebnisse hierzu waren:

- (1) Die Sterilität der Triploiden war sehr hoch bis vollständig ausgeprägt (vereinzelt oder keine Nachkommen). An den Standorten des Populationsversuchs und den Isolierstandorten wurde keine Auflaufkamille beobachtet.
- (2) Der Ertrag war bei den Triploiden mindestens auf dem gleichen Niveau wie bei den Tetraploiden, mit einzelnen triploiden Genotypen von deutlich höherem Ertrag.
- (3) Die Blühdauer von di-, tri- und tetraploiden Pflanzen war im Durchschnitt als gleich zu bewerten, d. h. eine längere Blühdauer konnte bei den Triploiden nicht beobachtet werden.
- (4) Die Regenerationsfähigkeit war mindestens gleich gut.
- (5) Die Blütengröße von tetraploiden Pflanzen (Durchmesser Blütenboden Röhrenblüten) war im Durchschnitt größer als die von di- und triploiden. Triploide wiesen einen geringfügig größeren Durchmesser auf.
- (6) Die Bestandeshöhe der Triploiden war vergleichbar mit der von Di- und Tetraploiden, mit einer gewissen Tendenz zu etwas größerer Höhe. Bei diesem Merkmal waren die individuellen Unterschiede allerdings sehr hoch, so dass sich keine sichere Aussage bzgl. einer durchschnittlich größeren Bestandeshöhe triploider Pflanzen treffen ließ.

Auf Grundlage der erzielten Ergebnisse wurden Triploide als geeignet zur Entwicklung steriler Kamillesorten angesehen; die Weiterverfolgung dieses Züchtungswegs wurde als sinnvoll erachtet. Die Sterilität der Triploiden war sehr hoch bis vollständig ausgeprägt und der Ertrag mindestens auf dem Niveau di- und tetraploider Sorten mit der Aussicht einer Ertragssteigerung durch die Triploidie. Gleichwohl sind alternativ andere Wege zur Entwicklung steriler Kamillesorten vorhanden, vor allem die geschlossene Abblüte männlich steriler Bestände.

### **Selektion/Erzeugung eines Sterilitätsmechanismus bei Kamille**

Für die erfolgreiche Erzeugung einer sterilen Kamillesorte sind männlich sterile, weiblich fertile Pflanzen nötig. Diese können entweder als Mutterpflanzen zur Erzeugung triploider Kamille dienen oder könnten ggfls. direkt bei geschlossenem Feldanbau als sterile Population die angestrebten Ziele (fehlender Samenausfall, längere Blühdauer) erreichen. Arbeiten an verschiedenen Systemen männlicher Sterilität wurden und werden im Gewächshaus und Freiland durchgeführt. Als aussichtsreich hierzu werden aufgrund der Ergebnisse (1) die männliche Sterilität (MS), (2) die cytoplasmatisch-männliche Sterilität (CMS) und (3) die Selbstinkompatibilität (SI) bewertet.

- Eine spontan entstandene männlich sterile, weiblich fertile Pflanze wurde gefunden. Nach Bestäubung mit fertilem Pollen von diversen Kamillesorten, wurden in der F<sub>2</sub>-Generation bislang 32 MS-Pflanzen identifiziert. Die MS wird folglich vererbt. Die Arbeiten sind aussichtsreich und werden fortgeführt.
- Saatgutbestrahlung zur Induktion von männlicher Sterilität war nicht erfolgreich, Versuche mit höherer Strahlendosis werden durchgeführt.
- Nach wiederholten Selbstungen im Gewächshaus und Freiland konnten Pflanzen ohne fertilen Samen bzw. ohne Nachkommen identifiziert werden. 9 selbstinkompatible Genotypen wurden erfolgreich in *in-vitro* Kultur zur Vermehrung

- und Erhaltung überführt. Die Weiterarbeit hinsichtlich Selbstinkompatibilität als mögliche Sterilitätsquelle ist zielführend und wird durchgeführt.
- Ein signifikant erhöhter Anteil männlich steriler Pollenkörner bei Nachkommen von Kreuzungen bestimmter Kamilleherkünfte wurde detektiert. Eine einfache Form der CMS ließ sich nicht bestätigen.
  - Die Applikation von fünf getesteten Gametoziden zur chemischen Kastration war nicht aussichtsreich.

#### Die Arbeiten im Detail:

Während im Freiland in einem Bestand von 2.000 Pflanzen aus Züchtungsmaterial der Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatucht GmbH keine MS-Pflanzen aufgefunden werden konnten, wurde in Gewächshauskultur eine Pflanze mit spontan entstandener MS in der Sorte `Bona` identifiziert. Es wurde jeweils di- und tetraploide Kamille unterschiedlichster genetischer Herkunft untersucht. Die MS-Pflanze hat nur verkümmerte Antheren ohne Pollen ausgebildet. Nach Bestäubung mit fertilem Pollen von diversen Kamillesorten wurde das Saatgut der MS-Pflanze geerntet und nach Einhaltung der Samenruhe ausgesät. Die 49 erhaltenen blühenden F<sub>1</sub>-Nachkommen waren alle männlich fertil. In der F<sub>2</sub>-Generation wurden bislang 32 MS-Pflanzen identifiziert (ca. 10 %), d. h. die MS wird vererbt.

Zur Induktion von männlicher Sterilität bei Kamille wurden Bestrahlungsversuche an Saatgut mit einer Bestrahlungsdosis von 350 und 400 Gy Röntgenstrahlung durchgeführt. 150 m<sup>2</sup> des 400 Gy M<sub>2</sub>-Saatguts wurden dünn ausgedrillt, um die Auffindungsrate an Mutanten zu ermitteln. Untersuchungen des Bestandes auf abnormale morphologische Eigenschaften waren ohne Ergebnis. Eine weitere Bestrahlung durch eine Co-60-Quelle (vorwiegend  $\gamma$ -Strahlung) wurde durchgeführt, wobei die LD<sub>50</sub> wie bei der Röntgenstrahlung bei 400 Gy lag. Es wurde M<sub>2</sub>-Saatgut der 300 Gy und 400 Gy-Bestrahlungsstufen angebaut. Untersuchungen zur Ermittlung morphologischer Abweichungen in der M<sub>2</sub> sind noch nicht abgeschlossen.

In einem Versuch mit 280 Pflanzen aus 6 Herkünften („Herkunft USA“, 'Degumille', 'Germania', 'Bona', 'Lutea', 'Manzana') wurden unter Bestäubung mit Hilfe von Fliegen Pflanzen ohne Selbstungsnachkommen identifiziert. Da das Merkmal „Selbstinkompatibilität“ umweltabhängig sein kann, wurden Pflanzen, die nach Selbstung keine Nachkommen hatten, ein zweites Mal isoliert und bestäubt, um das Ergebnis zu verifizieren. Es wurden 21 potentielle selbstinkompatible Pflanzen identifiziert, wovon 9 mit Stecklingen und parallel erfolgreich in *in-vitro* Kultur überführt werden konnten. Um die Anzahl der vorhandenen Allele abschätzen zu können, wurden 8 SI-Pflanzen diallel miteinander gekreuzt. Es gab nur in zwei Kreuzungen keinen Samenansatz. Da davon ausgegangen werden kann, dass Kreuzungen mit Samenansatz unterschiedliche SI-Allele haben, spricht dies für eine sehr hohe Anzahl unterschiedlicher Allele der SI bei „Echter Kamille“. Die Anzahl an Allelen liefert Anhaltspunkte für die Komplexität der Selbstinkompatibilität. Die neun identifizierten SI-Pflanzen werden erhalten und über Stecklingsschnitt vermehrt, um für weitere Versuche zur Verfügung zu stehen. Eine Wiederholung der Überprüfung auf SI unter standardisierten Bedingungen ist geplant um festzustellen, bei welchen Umweltbedingungen die SI bei diesen Pflanzen stabil ist.

Desweiteren wurden in einem Feldversuch Kornansatz und Keimfähigkeit von 250 isoliert abblühenden Pflanzen erfasst, die aus 8 Kamilleherkünften aus Vorjahresversuchen stammten und als erfolgversprechend identifiziert wurden. Die Einzelpflanzen wurden mittels Gaze-Käfigen isoliert und die Bestäubung wurde durch Fliegen sichergestellt. Insgesamt 16 Genotypen aus 7 der 8 Herkünfte hatten in wiederholter Auswertung keine Nachkommen. Weitere Freilandversuche unter paralleler vegetativer Erhaltung der Pflanzen mittels Stecklingen werden durchgeführt, so dass identifizierte SI-Pflanzen anschließend dauerhaft vegetativ erhalten werden können (*in-vitro*) und somit für weitere Arbeiten zur Verfügung stehen.

Der Mechanismus der Selbstinkompatibilität bei Kamille ist momentan noch ungeklärt. Die Hauptfrage ist dabei, wie eine SI-Pflanze einen Pollen als ihren eigenen (oder mit einem

bestimmten SI-Allel) erkennt. Dazu bedarf es – neben einer bestimmten Konstellation des Pollens – auch einer bestimmten Konstellation der Narbe.

Dementsprechend wurden Arbeiten zum Auffinden von Unterschieden von SI- und SK-Pflanzen durchgeführt. Unter anderem wurden in den Proteinextrakten von Kamillenpollen zwei Proteine identifiziert, die einer Aldehydoxidase (*GLOX1*) entsprechen. *GLOX1* bei *Arabidopsis* ist mit für den programmierten Zelltod der Tapetumzellen und für die Pollenentwicklung verantwortlich (Phan et al., 2011). Dies könnte somit ein Ansatzpunkt sein, um der Ursache für die Selbstinkompatibilität bei der „Echten Kamille“ auf den Grund zu gehen. Neben *GLOX1* könnten Cutinasen für den Unterschied verantwortlich sein. Cutinasen sind eine Untergruppe der Esterasen, die in der Lage sind, Cutin zu hydrolysieren. Nach ersten Literaturhinweisen könnten diese bei der SI eine Rolle spielen. Es wurden zwar mittels spektroskopischem Essay signifikante Unterschiede in der Aktivität und Substratspezifität der Esterasen von SI- und SK-Pflanzen detektiert, allerdings lieferte die gezielte Hemmung der Cutinasen im Substrat mit Jodacetamid keine schlüssigen Ergebnisse. Die Versuche erlauben somit keine Rückschlüsse auf unterschiedliche Cutinase-Aktivität bei SI und SK. Zusätzlich zu den Untersuchungen des Pollenproteins wurden RNA-Sequenzierungen von zwei Blühstadien einer SK- und einer SI-Pflanze durchgeführt, um mögliche Unterschiede aufzufinden. Weitere Untersuchungen hierzu sind geplant.

Die F<sub>1</sub>-Generation aus Kreuzungen der Sorte 'Bona' mit der Herkunft 'HUN 2' wies in vorangegangenen Versuchen eine erhöhte Pollensterilität auf (MW: 22%; reziproke Kreuzung: MW: 20%). Rückkreuzungen der F<sub>1</sub> sowohl in mütterlicher als auch in väterlicher Richtung wurden erneut auf Pollensterilität untersucht (49 Individuen HBH, 46 Individuen BHH). Ein erhöhter Anteil steriler Pollenkörner bei diesen Kreuzungspartnern konnte in der F<sub>2</sub>-Generation bestätigt werden, allerdings war die durchschnittliche Pollensterilität kaum höher als in der F<sub>1</sub> (MW: 24% BHH, MW: 32% HBH). Insgesamt wurden zehn Pflanzen (3 BHH, 7 HBH) mit einer Pollenfertilität < 30% gefunden. Einzelindividuen beider Kreuzungsrichtungen wiesen nicht nur eine Reduktion fertiler Pollenkörner, sondern auch eine reduzierte oder verzögerte Freisetzung der Pollenkörner auf. Von zwei der identifizierten Individuen mit erhöhter Sterilität konnten Nachkommen erzeugt werden, der Erhalt der restlichen Genotypen durch Stecklingsschnitt, Selbstung und/oder Rückkreuzung war erfolglos. Die vorläufigen Ergebnisse bestätigen eine erhöhte Pollensterilität auch bei Nachkommen dieser Einzelpflanzen, allerdings lag die Sterilität bei den bisherigen Untersuchungen nicht höher als bei der Elternpflanze.

Um den Mechanismus bzw. die Ursache für die erhöhte Sterilität von Nachkommen aus dieser Kreuzung aufzuklären, wurden wiederholt Selbstungen einer neuen F<sub>1</sub>-Generation aus je 5 Individuen 'Bona' und 'HUN2' erzeugt und die jeweiligen Elternpflanzen durch Stecklingsschnitt in einem vegetativen Stadium erhalten. Durch die schlechte Keimrate der Folgegenerationen stehen allerdings nur einzelne Individuen für weitere Untersuchungen zur Verfügung. Von jeweils drei Elternpflanzen wurde die Mitochondrien-DNA sequenziert, um mögliche Mutationen aufzufinden. Da die oben angeführten Ergebnisse nicht richtungsgebunden waren, kann in diesem Fall zwar nicht von einer einfachen Form der CMS ausgegangen werden, Unterschiede im Mitochondriengenom können dennoch wichtige Informationen liefern.

Zusätzlich wurde das Mitochondriengenom von Kamilleherkünften, die auf Grundlage von vorliegenden Daten genetischer Analysen ausgewählt wurden (Otto et al., 2017), sequenziert. Die Analysen erstreckten sich auf drei Individuen pro Herkunft und neun Herkünfte.

Es wurden für detektierte Mutationen molekulare Marker entwickelt (SNPs), aus denen 33 ausgewählt wurden, um eine umfassendere Analyse der Akzessionen (10-15 Individuen pro Herkunft) durchzuführen. Zusätzlich wurden je zehn Individuen der Sorte 'Manzana' und einer Population aus Deutschland (zur Verfügung gestellt von Pharmaplant), sowie die fünf Elternpflanzen der Herkünfte 'Bona' und 'Hun2' in die Analysen mit aufgenommen. Anhand der SNP-Analysen wurden Kreuzungspartner mit möglichst unterschiedlichem Kern- und Mitochondriengenom für Kreuzungen ausgewählt, um die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von CMS in einer Folgegeneration zu erhöhen.

Diese ist umso größer, je größer die genetische Distanz der beiden Elternpflanzen ist. Dementsprechend wurden ebenfalls 5 Kamillearten (*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter, *Matricaria nigellaefolia* DC., *Matricaria perforata* Mérat, *Matricaria disciformis* (C.A.Mey.) DC.

und *Matricaria trichophylla* (Boiss.) Boiss.) aus 7 verschiedenen Herkünften im Glashaus angezogen, um sie unter Bestäubung mit Hilfe von Fliegen mit Pflanzen der Sorte 'Bona' zu kreuzen. Pro Art wurden zehn Kreuzungen durchgeführt (Ausnahmen: *Matricaria disciformis* (C.A.Mey.) DC.: n=4, *Matricaria trichophylla* (Boiss.) Boiss.: n=6). Die erfolgreiche Einkreuzung der Fremdart wurde in der F<sub>1</sub>-Generation mittels GC, individuellem DC-Profil und Morphologie überprüft. Es wurden bei drei Individuen (alle *M. recutita* x *M. matricarioides*) Merkmale gefunden, die auf eine erfolgreiche Einkreuzung hindeuten, allerdings konnte die morphologische Beurteilung die Hybridisierung bislang nicht bestätigen. Diese Individuen wurden trotzdem mittels Stecklingschnitt vermehrt und mit *M. recutita* der Sorte 'Bona' rückgekreuzt.

In Hinblick auf die Möglichkeit zur chemischen Kastration der Kamilleblüten erfolgte eine Prüfung fünf unterschiedlicher Gametozide (Trijodbenzoesäure,  $\alpha$ -Naphthyllessigsäure, Gibberellinsäure, Ethephon sowie Clofencet) auf ihre Wirksamkeit. Die getesteten Substanzen hatten in bei anderen Arten wirksamen Konzentrationen eine starke Schädigung der Pflanzen zur Folge oder zeigten trotz Aufnahme in die Pflanze keinen Effekt bei Kamille (Clofencet). Sofern sich nicht zukünftig anderweitig neue Erkenntnisse ergeben, wird dieser Ansatz daher nicht weiterverfolgt.

Die experimentellen Arbeiten zur Bestimmung des genetischen Hintergrundes und der Erfassung der genetischen Diversität bei Echter Kamille mittels AFLP-Analyse sowie GBS (Genotyping-by-Sequencing) und SNP-Markern (single nucleotide polymorphism) wurden abgeschlossen. Die Auswertung der Daten ist weitgehend erfolgt. Zur Bestimmung des genetischen Hintergrundes innerhalb der Art „Echte Kamille“ (*Matricaria recutita*) mittels AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) wurden je 4-8 Pflanzen von 46 Kamilleherkünften herangezogen. Desweiteren wurden 91 Genotypen aus 33 Herkünften mit 6.495 hochqualitativen SNP-Markern charakterisiert, um eine sehr tiefgehende Analyse der genetischen Struktur bei Kamille zu erhalten. Ausgehend von der AFLP- und SNP-Analyse können die aussichtsreichsten Kreuzungskombinationen für die spezifischen Kreuzungsziele empfohlen werden, z.B. Generierung von CMS, aber auch für die potenzielle Nutzung von Heterosis.

Basierend auf dem Transkriptom in Kamilleblüten wurden Schritte zur Identifizierung molekularer Marker für männliche Sterilität bei Kamille durchgeführt. Die experimentellen Arbeiten mittels Microarrays zum Vergleich der Genexpression von männlich sterilen Zungenblüten mit den männlich fertilen Röhrenblüten bei 4 Genotypen und jeweils 3 verschiedenen Entwicklungsstadien wurden abgeschlossen. Zusätzlich wurden Röhrenblüten der 3 entsprechenden Entwicklungsstadien von der verwandten Art *M. discoidea* mit einbezogen, welche keine Zungenblüten ausbildet. Die stärksten Unterschiede in der Genexpression ließen sich im jüngsten Entwicklungsstadium nachweisen, während im ältesten Entwicklungsstadium (wenige Tage vor der Blüte) keine signifikanten Genexpressionsunterschiede identifiziert wurden. Es waren mehr Contigs in Röhrenblüten stärker exprimiert als in Zungenblüten. In die Arbeiten zur Identifizierung genetischer Faktoren für MS bei Kamille werden künftig die MS-Pflanzen der Sorte 'Bona' einbezogen (s.o.).

#### Nebenergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens wurden Daten zur Genetik von Kamille gewonnen (z.B. Anteil vermuteter Selbstinkompatibilität, MS-Systeme bei Kamille, genetische Diversität innerhalb *Matricaria recutita*, Sequenzdaten Kamilletranskriptom), die vielfältig in der Kamillezüchtung und bei weiteren Arzneipflanzen genutzt werden können. Neben der Nutzung der Ergebnisse für die aktuelle Kamillezüchtung und -vermehrung sowie im Rahmen laufender anderer Projekte, wie z.B. die Bestimmung der Fremdbefruchtungsrate im Rahmen des Projektes „klassische Kamillezüchtung“, können die gewonnenen Erkenntnisse dazu dienen, züchtungsmethodische Grundlagen für Kamille zu erstellen und den Züchtungsprozess zu optimieren, z. B. durch markergestützte Selektion.

Die Verwendung von Fliegen (*Lucilia sericata* und *Calliphora erythrocephala*) zur gezielten Bestäubung wurde bei Kamille erfolgreich etabliert. Diese Methodik kann generell bei der Züchtung von Kamille Verwendung finden, da sie sich als effizient und kostengünstig erwiesen hat im Vergleich zu Bestäubungstechniken per Pinsel o.ä. Hilfsmitteln.

Erarbeitete methodische Schritte können auf andere Arznei- und Gewürzpflanzen übertragen werden. Als Beispiel können (1) das entwickelte Protokoll zur durchflusszytometrischen Untersuchung von Kamille im Hochdurchsatz genannt werden, das für weitere Arznei- und Gewürzpflanzen (an Melisse erfolgreich getestet) übernommen werden kann, die ebenfalls durch einen hohen Anteil sekundärer Inhaltsstoffe gekennzeichnet sind oder (2) die etablierte Genotypisierung per GBS-SNP Analyse an Kamillepflanzen.

## **Projektbezogene Veröffentlichungen**

### Wissenschaftliche Zeitschriften

Otto, L-G.; Mondal, P.; Brassac, J.; Preiss, S.; Degenhardt, J.; He, S.; Reif, J. C.; Sharbel, T.F. Use of genotyping-by-sequencing to determine the genetic structure in the medicinal plant chamomile, and to identify flowering time and alpha-bisabolol associated SNP-loci by genome-wide association mapping  
BMC Genomics (2017), 18:599. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3991-0>.

Faehrich, B.; Wagner, S.; Franz, C.  
Vegetative and generative maintenance of self-incompatibility in six accessions of German chamomile  
Breeding Science (2016), 66 (3), 450-455, DOI:10.1270/jsbbs.15133

Otto, L.-G.; Junghanns, W. R.; Plescher, A.; Sonnenschein, M.; Sharbel, T. F.  
Towards breeding of triploid chamomile (*Matricaria recutita* L.) - Ploidy variation within German chamomile of various origins  
Plant Breeding Journal (2015), 134(4), 485-493, DOI: 10.1111/pbr.12285

Faehrich, B.; Kraxner, C.; Kummer, S. Franz, C.  
Pollen tube growth and self incompatibility in *Matricaria recutita*  
Euphytica (2015), 206, 357-363

Faehrich, B.; Dobes, C.; Franz, C.  
Ploidy level and reproductive trait analysis in three *Matricaria recutita* cultivars  
Cytologia (2013), 78(2), 173-179

Faehrich, B.; Nemaz., P; Franz, C.  
Self-Incompatibility and male sterility in six *Matricaria recutita* varieties  
Journal of Applied Botany and Food Quality (2013), 86, 167-171

### Tagungsbeiträge u.ä.

Otto, L.-G.; Mondal, P.; Brassac, J.; He, S.; Preiss, S.; Degenhardt, J.; Reif, J.C.; Sharbel, T.F.  
Analysis of Genetic Diversity and Marker-Trait Associations in the Medicinal Non-Model Plant Chamomile (*Matricaria recutita* L.) using Genome-Wide SNP-Markers  
Vortrag auf dem XIX International Botanical Congress (IBC 2017), 23.-29. Juli 2017, Shenzhen, China

Otto, L.-G., Sonnenschein, M., Brassac, J., Plocharski, B., Fähnrich, B., Ruzicka, J., Plescher, A., Franz, C., Novak, J. & Sharbel, T.F.

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen: Entwicklung einer sterilen Kamillensorte

Vortrag auf dem 2. FNR-Kongress "Mit Pflanzenzüchtung zum Erfolg", 3.-4. April 2017, Berlin, Tagungsband S. 41-66

Otto, L.-G.; Junghanns, W.R.; Plescher, A.; Sonnenschein, M.; Plocharski, B.; Sharbel, T.F.

Ploidy variation within cultivated *Matricaria recutita* L. – Towards breeding of sterile triploid chamomile

Vortrag auf dem Treffen 'Chromosome biology and genome engineering in the context of plant breeding' der GPZ study group 'Cytogenetics', 30.-31. März 2017, Gatersleben

Otto, L.-G.; Plescher, A.; Sonnenschein, M.; Faehnrich, B.; Franz, C.; Sharbel, T.F.

Towards the development of a sterile chamomile variety (*Matricaria recutita* L.) using breeding, molecular and genomic tools

Posterpräsentation auf dem 20<sup>th</sup> Eucarpia General Congress "Plant Breeding, the Art of Bringing Science to Life", 29. August - 1. September 2016, Zürich, Schweiz

Otto, L.-G.; Brassac, J.; Mondal, P.; Preiss, S.; Degenhardt J.; Sharbel, T.F.

Use of Genotyping by Sequencing (GBS) in chamomile (*Matricaria recutita* L.) to enhance breeding

Vortrag auf dem 6<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants (Breedmap 6), 19.-23. Juni 2016, Quedlinburg, DOI 10.5073/jka.2016.453.004

Faehnrich, B.; Wagner, S.; Franz, Ch.

Vegetative and generative maintenance of self-incompatibility in six accessions of German chamomile

Poster auf dem 6<sup>th</sup> International Symposium Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants (Breedmap 6), 19.-23. Juni 2016, Quedlinburg, DOI 10.507/jka.2016.453.061

Otto, L.G.; Sharbel, T. F.

Charakterisierung genetischer Ressourcen von Kamille (*Matricaria recutita* L.) mit Hilfe molekularer Techniken

Vortrag auf der 7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung des Deutschen Fachausschusses für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen und der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Wien, Österreich, 14.-17. September 2014, DOI 10.5073/jka.2014.446.017

Fähnrich, B.; Kraxner, C.; Kummer, S.; Franz, C.

Aspekte zur Selbstinkompatibilität bei Kamille

Poster auf der 7. Tagung Arznei- und Gewürzpflanzenforschung des Deutschen Fachausschusses für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen und der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Wien, Österreich, 14.-17. September 2014, DOI 10.5073/jka.2014.446.040

Otto, L.-G.; Bocchini, M.; Lazzaro, M.; Albertini, E.; Sharbel, T. F. (2013)

Analysis of genetic diversity in German Chamomile (*Matricaria recutita* L.) by Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) and ploidy variation

Poster auf dem 57th Annual Congress der Societa' Italiana Di Genetica Agraria (SIGA), 16.-19. September 2013, Foggia, Italien

### Abschlussarbeiten

Milker, Sheila (2017) Untersuchung von männlicher Sterilität und Selbstinkompatibilität bei *Matricaria chamomilla* L. zur Bestäubunglenkung. (Bachelor Thesis) Jena, Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Fachbereich Medizintechnik und Biotechnologie, Studiengang Biotechnologie (2017) 56 pp.

## 1.4.2 Projekte aus dem Bereich „Bestandsetablierung“

### 1.4.2.1 Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen zur Bestimmung der Saatgutqualität von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse mit der Zielstellung eines besser gesicherten Feldaufgangs

<b>Laufzeit</b>	15.06.2009 - 14.06.2012
<b>Forschungsstelle</b>	PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH Straße am Westbahnhof 4 06556 Artern
<b>Projektleitung</b>	Dr. Andreas Plescher
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22019608 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Das Demonstrationsvorhaben zur züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse hat das Ziel zu zeigen, dass es durch entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung gelingen kann, die Rentabilität und Produktqualität von Kamille-, Melisse- und Baldriankulturen zu verbessern und dadurch den Anbau dieser Arten in Deutschland zu intensivieren sowie den Absatz zu international üblichen Preisen zu steigern.

In dem Teilprojekt „Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen zur Bestimmung der Saatgutqualität von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse mit der Zielstellung eines besser gesicherten Feldaufgangs“ werden die Grundlagen für die Sicherung des Feldaufganges von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse bei Direktsaat durch Ermittlung sortenspezifischer, keimungsbiologischer Parameter und durch die Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen für die Erfassung der Saatgutqualität erarbeitet.

Momentan gibt es für die Anbauer von Kamille, Baldrian und Melisse in Deutschland noch keine gesicherten Angaben der Saatgutlieferanten zur Saatgutqualität. Im Rahmen des Teilprojektes werden zunächst bestehende Saatgutqualitätsstandards sowie Methoden für die Erfassung von Reinheit, Tausendkornmasse, Keimfähigkeit und Keimschnelligkeit ermittelt. Diese Methoden werden auf ihre Eignung geprüft und daraus Vorschläge für eine bundesweite Vereinheitlichung abgeleitet. Weiterhin wird an der Entwicklung kulturspezifischer Methoden der Triebkraftprüfung für (Kamille), Baldrian und Melisse gearbeitet. Die Aussagekraft der ermittelten Keimfähigkeit und Triebkraft wird anhand des „Feldaufgangs“ unter Versuchs- und Praxisbedingungen überprüft.

Da für den Anbau die Aussaatzeit von besonderer Bedeutung ist, werden im Rahmen des Projektes sortenspezifische Mindestkeimtemperaturen bestimmt. Dies beinhaltet zudem eine Untersuchung der Keimschnelligkeit in Abhängigkeit von der Bodentemperatur verschiedener Sorten von Kamille, Baldrian und Melisse. Anhand der Ergebnisse sollen Empfehlungen für die Aussaattermine, die Sortenwahl und den Einsatz von Voraufdauerherbiziden abgeleitet werden.

## Ergebnisse

Zur Triebkraftbestimmung wurden direkte und indirekte Methoden auf ihre Verwendbarkeit geprüft. Für alle drei Arten wurden direkte Tests favorisiert, bei welchen die Samen bis zu einer definierten Höhe mit Substrat überschichtet wurden. Für Kamille und Baldrian erfolgte eine Beschichtung mit Vermiculite bis zu einer Höhe von 0,5 cm. Melisse wurde mit einem Erde-/Sand-Gemisch bis zu einer Höhe von 0,2-0,3 cm überschichtet. Die Validierung der erarbeiteten Prüfmethode verlief positiv. Es wurden mehrere Saatgutpartien wiederholt geprüft. Dabei ergab sich eine mittlere Standardabweichung zwischen 4 und 6%. Bis auf wenige Ausnahmen war die Triebkraft der untersuchten Saatgutpartien geringer als die Keimfähigkeit. Die Differenz war jedoch nicht konstant, sondern schwankte zwischen den Partien, was auf spezifische Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Saatgutpartien hinweist.

Auch bei Partien mit gleich hoher Keimfähigkeit zeigten sich zum Teil auffallende Unterschiede in der Triebkraft. Durch die Überschichtung mit dem gewählten Substrat wurde die Keimfähigkeit bei Melisse und Baldrian im Mittel um ca. 20%, bei Kamille um ca. 35% reduziert. Bei Feldaufgangsversuchen auf fünf verschiedenen Bodenarten mit Baldrian und Melisse zeigte Melisse insgesamt den geringsten Feldaufgang. Im Mittel keimten lediglich 6,8% der ausgebrachten Samen. Auf dem getesteten Schieferverwitterungsboden war das Auflaufen noch geringer. Für Baldrian ergab sich ein Feldaufgang von 23%. Hier lagen keine großen Unterschiede zwischen den Böden vor. Die höchste Rate konnte auf Sandboden erreicht werden.

Im Mittel zeigte sich für Kamille im Praxisanbau ein Feldaufgang von 25%. Hier sind größere Schwankungen die Regel, da der Feldaufgang von verschiedenen abiotischen Faktoren wie Saatbettvorbereitung, Saatechnik und Witterung beeinflusst wird.

Keimungsbiologische Untersuchungen bei unterschiedlichen Temperaturen wurden bisher für verschiedene Melissesorten (*Melissa officinalis* L.) ausgewertet. Die Keimmindesttemperaturen ( $T_0$ , Keimbeginn mind. 21 Tage nach Beginn der Inkubation) lagen für alle Melissemuster zwischen 15 und 17 °C. Mit zunehmender Inkubationstemperatur verfrühte sich der Keimbeginn; bei 19 °C erfolgte die Keimung schon nach etwa 5 Tagen. Das Optimum (höchste Keimschnelligkeit, maximale Keimrate) lag bei 27 °C vor. Die geprüften Muster von „Lemona“ und „Limonella“ zeigten sich etwas thermophiler als Einzelmuster der Sorten „Erfurter Aufrechte“, „Quedlinburger Niederliegende“ und „Citronella“.

Die Auswertungen für Kamille und Baldrian erfolgen noch.

Die Erfassung der Qualitätssituation am Saatgutmarkt bei Kamille, Baldrian und Melisse wurde für Handelschargen aus drei Jahren durchgeführt.

Die untersuchten Handelschargen von Melisse unterschieden sich in ihrer Keimfähigkeit deutlich. Im Jahr 2009 konnte lediglich etwa ein Drittel der Chargen die Norm der TGL 14197 erfüllen. Im Jahr 2010 und 2011 fielen die Keimergebnisse dagegen positiv aus. Etwa Dreiviertel der Chargen erfüllten die Norm der TGL 14197. Nach neueren Normvorschlägen (Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus, Hrsg. Hoppe, 2009) sollte eine Reinheit von mindestens 99% angestrebt werden. Die meisten Chargen von Melisse konnten den Normvorschlag in beiden Jahren erreichen. Besonders problematisch sind Verunreinigungen mit Unkräutern. In den Jahren 2010 und 2011 konnte lediglich die Hälfte der untersuchten Muster dem Normvorschlag nach Hoppe 2009, wonach höchstens 2 Fremdsamen in 2,0 g Saatgut enthalten sein dürfen, entsprechen. Es gab vereinzelt Chargen mit sehr hohem Fremdsamenbesatz. Das Tausendkorngewicht der beprobten Chargen lag zwischen 0,48 g und 0,65 g. Zwischen den Untersuchungsjahren ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Gesamtheit aller Normvorschläge erfüllten 2009 22,2%, 2010 35,3% und 2012 28,6 % der untersuchten Melissechargen.

## Projektbezogene Veröffentlichungen

Wahl, S.; Plescher, A.

Zur Qualitätssituation von Handelssaatgut bei Baldrian (*Valeriana officinalis* L.), Kamille (*Matricaria recutita* (L.) RAUSCHERT) und Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.)

Poster auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22. September 2011, Berlin, S. 175-177

Wahl, S.; Plescher, A.

Temperaturabhängiges und sortenspezifisches Keimungsverhalten von Samen der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.)

Poster auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22. September 2011, Berlin, S. 137-139

Wahl, S.; Linzbach, D.; Plescher, A.

Arbeiten zur Entwicklung von Triebkraftprüfmethoden von Kamille, Melisse und Baldrian

Vortrag auf dem 22. Bernburger Winterseminar zu Arznei- und Gewürzfragen, Bernburg, 21.-22. Februar 2012, S. 19-20

### 1.4.2.2 Verbesserung der Auflaufeigenschaften von Kamille, Melisse und Baldrian

<b>Laufzeit</b>	01.05.2010 - 30.04.2013
<b>Forschungsstelle 1</b>	Dr. Junghanns GmbH Aue 182 06449 Aschersleben OT Groß Schierstedt
<b>Projektleitung</b>	Dr. Wolfram Junghanns
<b>Forschungsstelle 2</b>	N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Witterdaer Weg 6 99016 Erfurt
<b>Projektleitung</b>	Prof. Dr. Wolf-Dieter Blüthner
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter den Förderkennzeichen 22029608 und 22029708 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

### Problemstellung/Zielsetzung

Im Rahmen des Demonstrationsprojektes KAMEL soll an den drei Modellarten Kamille, Melisse und Baldrian gezeigt werden, dass durch Saatgutbehandlung von naturrelem Standardsaatgut die Aussaatsicherheit bei Kamille verbessert und der Wechsel von der Jungpflanzenvorkultur und Pflanzung bei Baldrian und Melisse zu einer Direktsaat erreicht werden kann. Im Erfolgsfall würden die direkten Produktionskosten für alle drei Kulturen erheblich gesenkt werden.

Verschiedene Möglichkeiten der Saatgutbehandlung (Feinsaataufbereitung, Vorbehandlung, Beizung, Coating, Pillierung) sollen mit Pflanzenschutzmitteln, die in Deutschland eine Grundzulassung haben und als Beizmittel ausgewiesen sind, getestet werden. Im ersten Projektjahr soll ein möglichst breites Screening mit verschiedenen Behandlungsvarianten erfolgen. Die Behandlungseffekte (Wirksamkeit, Phytotoxizität) werden in Laborprüfungen auf

Keimfähigkeit und Triebkraft sowie in Handaussaaten auf Kleinstparzellen geprüft. Ab dem zweiten Projektjahr sollen die erfolgversprechendsten Varianten im Drillversuch bei Partnern im Demonstrationsvorhaben geprüft werden. Parallel werden Kombinationen der besten Behandlungsvarianten analog zum ersten Projektjahr ab dem zweiten Jahr geprüft. Bei positivem Verlauf von Saatgutbehandlung, Klein- und Parzellenversuch können die Ergebnisse sofort in der Praxis genutzt werden. Das Saatgut würde über professionelle Dienstleister den besten Varianten entsprechend behandelt und der Praxis zur Verfügung gestellt.

Eine sichere Direktsaat von Melisse und Baldrian wird die Ökonomie des Produktionsverfahrens deutlich verbessern und bei Kamille die Bestandesetablierung sicherer gestalten. Voraussetzung ist eine Freigabe der positiven Behandlungsvarianten entsprechend den Möglichkeiten des Pflanzenschutzmittelgesetzes.

## **Ergebnisse:**

### **Vorbereitung der Saatgutbehandlungen**

Die Saatgutpartien wurden beschafft. Die Keimfähigkeitsprüfung erfolgte bei dem Unternehmen N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt nach den ISTA-Standards, bei dem Unternehmen Incotec nach betriebsinternen Standards. Die Triebkraftprüfung erfolgte bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt auf der Grundlage der erarbeiteten Standards der Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzeit GmbH mit einer Erde-Sand-Gemisch-Abdeckung.

### **Saatgutbehandlungen**

Als Saatgutbehandlungen kamen das Upgrading (Gewinnung der schweren Saatkörner) sowie das Coating (Umhüllung mit Pflanzenschutzmitteln) zum Einsatz. Die Saatgutbehandlungen erfolgten bei dem Unternehmen Incotec, wobei für das Coating sieben Pflanzenschutzmittel und das Pflanzenstärkungsmittel FZB 48 eingesetzt wurden. Nach Prüfung wurden von den besten Varianten je Kultur eine Partie als Upgrading und eine Partie als Upgrading+Coating für die Feldaussaaten vorbereitet und an die Versuchsstandorte verteilt.

### **Saatgutprüfungen mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln**

Die Saatgutprüfungen mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln im Labor sind im letzten Jahr abgeschlossen worden.

### **Saatgutuntersuchungen**

Die Saatgutprüfungen erfolgten laut Plan bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt. Geprüft wurden die Keimfähigkeit nach ISTA, die Triebkraft nach dem Standard der Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzenforschungs- und Saatzeit GmbH, eine Freilandaussaat im ungeheizten Gewächshaus und eine Standardfeldaussaat. Unabhängig davon wurden alle Partien nach den internen Standards der Firma Incotec bewertet.

## **Saatgutkeimung in Abhängigkeit von der Temperatur**

### **Baldrian**

Das Temperaturoptimum von Baldrian lag zwischen 20 und 28 °C. Temperaturen über 30 °C führten zum Keimausfall. Die Keimfähigkeit war mit max. 61% generell gering. Typisch für Baldrian waren hohe Anteile anormaler Keimlinge (20-30%), was bei der Berechnung der Aussaatmengen beachtet werden musste.

### **Zitronenmelisse**

Melisse hatte den engsten Temperaturoptimalbereich. Keimraten über 50% wurden nur bei Temperaturen von 26-30 °C erreicht. Abweichungen davon führten zu starken Keimdepressionen. Bei Direktsaaten ist dieser Zusammenhang unbedingt zu beachten. Der

Anteil unnormaler Keimlinge war gering.

### **Kamille**

Kamille hatte einen weiten Keimtemperaturbereich. Keimraten über 50% wurden bei Temperaturen unter 26 °C erreicht. Die untere Temperaturgrenze kann hier nicht angegeben werden, da der Temperaturgradient bei 16 °C endete und die Keimrate hier bei 75% lag. Der Anteil unnormaler Keimlinge war gering.

### **Keimung und Triebkraft der mit Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln überzogenen Saatgutpartien**

Aus den verfügbaren Beizmitteln wurden in Absprache mit dem Thüringer Pflanzenschutzamt sieben Pflanzenschutzmittel für die coating-Versuche ausgewählt. Kriterien waren neben der Grundzulassung in Deutschland auch eine Mindestzulassungszeit bis 2016. Zusätzlich wurde eine Variante mit dem Pflanzenstärkungsmittel FZB 24 eingebaut. Ziel der Labor- und Kleinparzellenversuche in Erfurt und Groß Schierstedt war die Bewertung der eingesetzten Mittel hinsichtlich auflauffördernder oder auflaufhemmender/phytotoxischer Wirkung. Die beste Variante sollte dann in größerem Maßstab für die Aussaatversuche 2011 angewendet werden.

### **Kamille**

Die Keimfähigkeit und Triebkraft von Kamille wurden durch das Coating nicht wesentlich beeinflusst. Die Keimfähigkeitswerte von Incotec lagen bei 50-60% der Keimfähigkeitswerte von N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt, da bei Incotec auch mit einer Bedeckung gearbeitet wird. Stärkere Wurzelverbräunungen als bei der Kontrolle waren nicht zu verzeichnen. Verringerte Triebkraftwerte traten bei Anwendung des Pflanzenschutzmittels Coronet (Incotec) und des Pflanzenstärkungsmittels FZB24 (N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt) auf. In der Triebkraft besser waren Behandlungsvarianten mit den Pflanzenschutzmitteln Landor und Poncho.

### **Melisse**

Bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt wurden die Keimfähigkeitswerte von Melisse durch das Coating nicht beeinflusst. Bei Incotec traten Keimfähigkeiten um 30% bei der Kontrolle und bei Anwendung des Pflanzenschutzmittels TMTD auf, wurden aber als möglicher Fehler interpretiert. Der Abfall der Keimfähigkeitswerte bei Melisse bei dem Unternehmen Incotec war nicht so stark wie bei der Kamille. Alle Triebkraftwerte lagen unter den Werten der Kontrolle. Am günstigsten schnitten Behandlungsvarianten mit den Pflanzenschutzmitteln Efa und Landor ab.

### **Baldrian**

Bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt fielen die Keimfähigkeitswerte von Baldrian außer bei der Anwendung der Pflanzenschutzmittel TMTD und Celest gegenüber der Kontrolle ab, am stärksten bei den Pflanzenschutzmitteln Landor, Coronet, Efa und Arena. Der Abfall in den Keimfähigkeitswerten bei Incotec lag bei 20-50%. Die Triebkraft war bei Anwendung von Poncho, Landor, Coronet und Celest deutlich besser, bei dem Pflanzenstärkungsmittel FZB deutlich schlechter.

### **Probeaussaaten im Freiland**

Ergänzend wurden bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt in Erfurt Probeaussaaten im Freiland durchgeführt. Für Kamille wurden das Pflanzenschutzmittel Poncho 600 und das Pflanzenstärkungsmittel FZB 24 als beste Mittel bonitiert, es keimten alle Prüfglieder, ohne dass sich eine Phytotoxizität zeigte. Bei Melisse zeigten die Pflanzenschutzmittel Arena C und Efa Spezial die beste Wirkung. Diese Präparate lösten keine phytotoxischen Schäden aus. Bei Baldrian bewirkten Efa Spezial, Coronet und Poncho 600 als beste Pflanzenschutzmittel keine phytotoxischen Schäden und wurden am besten bonitiert.

## **Parzellenversuch**

Ein Parzellenversuch mit 3-facher Wiederholung, gedrillt am 15.04., lief wegen Trockenheit nicht auf.

## **Saatgutbereitstellung für weitere Freilandversuche**

Für die Freilanddrillversuche an den Versuchsstandorten in Thüringen, Sachsen-Anhalt und Rheinland-Pfalz - im Kontext des Verbundvorhabens „Sätechnik und Bestandsetablierung bei Kamille, Melisse und Baldrian“ im Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL) - wurden neben dem naturellen Saatgut (Kamille „Bodegold“ 4.500 g, Melisse „Quedlinburger Niederliegende“ 10.600 g und Baldrian „Anton“ 3.300 g) je eine Variante „Upgrading“ des Saatguts und eine Variante „Upgrading+Coating“ des Saatguts zur Verfügung gestellt. Nach 10 Tagen keimten 75% des Kamilleausgangssaatguts, 92% der Saatgutvariante „Upgrading“ und 85% der Saatgutvariante „Upgrading+Coating“. Nach 10 Tagen keimten 94% des Melisseausgangssaatguts, 91% der Saatgutvariante „Upgrading“ und 86% der Saatgutvariante „Upgrading+Coating“. Nach 10 Tagen keimten 46% des Baldrianausgangssaatguts, 38% der Saatgutvariante „Upgrading“ und 38% der Saatgutvariante „Upgrading+Coating“. Bei Kamille (Poncho 600) und Melisse (Efa spezial) bewirkten die Pflanzenschutzmittel eine verringerte Keimung.

## **Übergabe weiterer Saatgutpartien an Incotec**

Laut Arbeitsplan wurden an Incotec weitere Saatgutpartien (zwei Kamillesaatgutpartien, drei Melissesaatgutpartien, zwei Baldriansaatgutpartien) übergeben, um die Datenbasis zu verbreitern und die Partieunterschiede besser einschätzen zu können. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

## **Priming**

In einem weiteren Versuch wird die Möglichkeit des „priming“ - d.h. des Saatgutankeimens - bei Incotec geprüft. Durch das hohe Quellvermögen der Samen von Kamille und Melisse sind die Versuche schwierig aber aktuell technisch realisierbar. Erste Zwischenergebnisse liegen vor.

## **Kamille**

Vier Methoden des „priming“ wurden erarbeitet. Drei Partien zeigten bisher unterschiedliche Ergebnisse. Die Arbeiten werden fortgesetzt. Eine Übertragung der Labortechnik auf den Großmaßstab erfordert technische Investitionen.

## **Melisse**

Vier Methoden des „priming“ wurden erarbeitet. Die verschiedenen Methoden zeigten erfolgversprechende Ergebnisse. Die beste Variante lag 15% über dem Ausgangssaatgut. Die Behandlung ist die technisch einfachste und die preisgünstigste der drei Kulturen.

## **Baldrian**

Bisher zeigten sich keine signifikanten Verbesserungen; außerdem traten wechselnde Ergebnisse auf. Sechs Methoden wurden getestet. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

## **Tastversuch mit Gibberellinsäure**

In einem zusätzlichen Tastversuch bei N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt wurde die Möglichkeit einer Saatgutvorbehandlung mit Gibberellinsäure getestet. Folgende Ergebnisse wurden erreicht:

## **Kamille**

Als Folge der Gibberellinsäurebehandlung traten eine Minderung der Keimfähigkeit und

Triebkraft von ca. 50% und Wurzelmissbildungen auf; nach den vorläufigen Ergebnissen scheint eine Nutzung nicht möglich zu sein.

### **Melisse**

In Folge der Gibberellinsäurebehandlung erhöhte sich die Keimrate von 56% auf 88%, verbunden mit stärkerem Längenwachstum. Die Versuche werden fortgesetzt.

### **Baldrian**

In Folge der Gibberellinsäurebehandlung traten eine geringfügige Beschleunigung der Keimung (von 64% auf 68%) und geringfügige Erhöhung der Triebkraft (von 38% auf 42%) auf. Die Versuche werden fortgesetzt.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Blüthner, W.-D.

Verbesserung der Auflaufeigenschaften

Vortrag auf der Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats, 28.-29. Juni 2011, Artern

### **1.4.2.3 Sätechnik und Bestandsetablierung bei Kamille, Melisse und Baldrian**

<b>Laufzeit</b>	15.04.2010 - 30.09.2013
<b>Teilvorhaben 1</b>	
<b>Forschungsstelle</b>	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Institut für Landtechnik Nussallee 5 53115 Bonn
<b>Projektleitung:</b>	Dr.-Ing. Lutz Damerow
<b>Laufzeit</b>	15.06.2009 - 14.06.2012
<b>Teilvorhaben 2</b>	
<b>Forschungsstelle 1</b>	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Naumburger Straße 98 07743 Jena
<b>Projektleitung:</b>	Dipl. agr. Ing. Torsten Graf Dipl. agr. Ing. Andrea Biertümpfel
<b>Forschungsstelle 2</b>	Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLFG) Strenzfelder Allee 22 06406 Bernburg
<b>Projektleitung:</b>	Dipl. agr. Ing. Isolde Reichardt
<b>Forschungsstelle 3</b>	Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz Breitenweg 71 67435 Neustadt a. d. Wstr.
<b>Projektleitung:</b>	Dipl.-Ing. agr. Margit Dehe † Dipl.-Ing. agr. Beate Mahlberg
<b>Förderung:</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter den Förderkennzeichen 22018908, 22018508, 22018608 und 22018708 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

## Ergebnisse

Die kostengünstigste Anlage der Arzneipflanzenbestände ist über eine Saat, da die Material- und vor allem die Arbeitskosten im Vergleich zu einer Pflanzung wesentlich geringer sind. Entscheidend für den Erfolg ist hierbei, dass sich die Bestände lückenlos, gleichmäßig und zügig etablieren. Vor allem auch für eine präventive Unkrautbekämpfung sind diese Faktoren wichtige Größen.

Zurzeit gelingt dies bei Kamille aufgrund des feinen Saatgutes mit der bisher genutzten Sätechnik und der damit verbundenen ungenauen Ablage des Saatgutes im Boden relativ schlecht. Eine Optimierung soll durch eine verbesserte und im Sävorgang integrierte Bodenvorbereitung erreicht werden, die eine genauere Saatgutablage im Boden gewährleistet. Im Jahr 2011 wurde eine mechanische Drillmaschine der Firma Lemken vom Typ Saphir 7 angeschafft, die auf einer Kreiselegge vom Typ Zirkon 8 aufgesattelt ist. Die Drillmaschine wurde so angepasst, dass Feinsämereien wie Kamille und ähnliche Saatgüter genau dosiert ausgebracht werden können und dass durch eine weitere, vorlaufende Druckrolle vor dem Schar der Boden so präpariert wird, dass eine genaue Ablage des Saatgutes im Boden ermöglicht wird. Im Frühjahr 2012 wurde eine Mulchsaat angelegt, die ebenfalls sehr vielversprechende Ansatzpunkte für eine Optimierung der Aussaattechnik bietet. Hierbei konnten sehr gute Feldaufgänge erreicht werden, da sich die Bodenfeuchte besser gehalten hat als in der Variante mit Winterfurche.

Melisse und Baldrian werden aufgrund des hohen Produktionsrisikos zurzeit nahezu ausschließlich gepflanzt. Bei Feinsämereien mit keimbologisch schwierigen Anforderungen wie beispielsweise dem Bedarf nach einer hohen Keimtemperatur bei Melisse muss die Sätechnik an die Pflanzenart durch Modifikationen angepasst werden.

Eine Möglichkeit hierfür besteht in der Auslösung einer früheren Saatgutkeimung durch eine technische Stimulierung. Keines der getesteten Verfahren erwies sich jedoch als erfolgreich, so dass die entsprechenden Versuche verworfen wurden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Einbettung des empfindlichen Baldrian- und Melissesaatguts in eine definierte Überdeckung unter Anwendung optimierter Andruckwerkzeuge, so dass die Überdeckungsschicht von maximal 5 mm bei Melisse und 10 mm bei Baldrian optimal für die Keimung genutzt wird. Erste Hinweise auf erfolgversprechende Zusatzstoffe wurden im Winterhalbjahr 2012 in Vortests in Keimkistenversuchen (30 x 15 cm) ermittelt.

Für die Aussaat der beiden Kulturen Melisse und Baldrian wurde ein pneumatisches Einzelkornsäegerät der Firma Kverneland angepasst, wozu verschiedene Säscheiben für eine gute Ablage im Boden entwickelt und getestet wurden. Ebenfalls wurden verschiedene Zustreichersysteme und Andruckwerkzeuge untersucht. Weiterhin wurde mit verschiedenen Maschineneinstellungen für die Ablagetiefe auf dem Versuchsbetrieb der Universität Bonn gesät, um die Optimalvarianten für Melisse und Baldrian zu finden. Die daraus als gut bewerteten Varianten wurden wiederum bei den Partnern in Bernburg (LLFG), Großenstein (TLL) und Klein-Altendorf (DLR) in Parzellenversuchen angelegt. Die aktuellen Arbeiten befassen sich mit der Testung der in den Keimschalenversuchen als gut bewerteten Zusatzstoffe mit einer definierten Bedeckungshöhe auf dem Feld mit dem Ziel, insbesondere für Melisse optimale Keimbedingungen zu schaffen.

Im Rahmen der Teilvorhaben 2a - 2c werden die adaptierten Säverfahren-/techniken an verschiedenen Standorten erprobt. Auf diese Weise wird der Einfluss der unterschiedlichen Bodenarten und der verschiedenen Witterungsverhältnisse auf den Erfolg des Säverfahrens geprüft, um die Voraussetzung zu schaffen, die Ergebnisse auf weitere Standorte übertragen zu können. Die ausgewählten Standorte stellen die verschiedenen Gegebenheiten innerhalb Deutschlands dar. Der Standort Thüringen zeichnet sich durch schwere, bindige Böden aus. Sachsen-Anhalt ist Repräsentant für Lößstandorte mit geringen Niederschlägen, während für Rheinland-Pfalz sandige Lehme mit hoher Bodengüte bei gleichzeitig hohen Jahresdurchschnittstemperaturen und mittleren Niederschlägen kennzeichnend sind.

An den drei Landesanstalten werden Parzellenversuchen mit variierenden agrotechnischen

Parametern wie beispielsweise Saatstärke im Frühjahr (Kamille, Melisse) und im Spätsommer bis Herbst (Kamille, Baldrian, Melisse) angelegt und auf diese Weise die adaptierte Technik mit herkömmlichen Verfahren verglichen. Neben der Beurteilung der Bestandesetablierung werden auch Ertragsuntersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus werden seit der Herbstsaat 2011 optimierte Saatgutvarianten aus dem Teilvorhaben „Verbesserung der Auflaufeigenschaften“ (Nr. 22029608 und 22029708) der Unternehmen N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH Erfurt und Dr. Junghanns GmbH in die Parzellenversuche einbezogen. Zur Validierung der Ergebnisse der Parzellenversuche werden die besten Varianten dieser Versuche in Praxisbetrieben angelegt und großflächig auf ihre Praxistauglichkeit überprüft.

Die adaptierte Aussaattechnik für die Kamillesaat ist sehr vielversprechend. Nach der Frühjahrssaat 2011 wurde eine Vorandruckrolle nachgerüstet, um eine stabile Bodenstruktur zu schaffen. Sowohl in den Parzellenversuchen an den Standorten Großenstein und Bernburg als auch in ersten Praxistastversuchen in Nöbdenitz wurden im Herbst 2011 sehr gute Auflaufergebnisse erzielt. Im Frühjahr 2012 wurden erneut Parzellenversuche an beiden Standorten angelegt, die wiederum sehr gute Auflaufergebnisse zeigen. Auch die Praxisversuche in Nöbdenitz und Ranis, in der die adaptierte Technik mit der auf den Betrieben vorhandenen Technik bei zwei verschiedenen Saatstärken verglichen wurde, sind erfolgversprechend.

Die im Frühjahr 2011 angelegten Parzellenversuche zu Melisse erwiesen sich in Abhängigkeit von den herrschenden Witterungsbedingungen als unterschiedlich erfolgreich. Während in Großenstein gute Ergebnisse mit der adaptierten Sätechnik und in Bernburg nach einer erneuten Versuchsanlage ebenfalls gute Ergebnisse erzielt werden konnten, konnte in Klein-Altendorf unter ungünstigen Witterungsbedingungen mit der adaptierten Technik im Vergleich zur herkömmlichen Technik keine Verbesserung erzielt werden konnte. Die im Spätsommer/Herbst angelegten Parzellenversuche waren ebenfalls witterungsbedingt nicht auswertbar. Der Praxisversuch in Neupotz zeigte jedoch positive Tendenzen. Die im Versuchsjahr 2012 angelegten Parzellen- und Praxisversuche scheinen nach einer Anpassung der Sätechnik erfolgversprechend.

Die Baldrianaussaat im Spätsommer 2011 an den Standorten Großenstein und Bernburg war witterungsbedingt nicht auswertbar, ebenso wie der 2011 in Ranis angelegte Praxisversuch. Ein Tastversuch auf einer Praxisfläche im Frühjahr 2012 zeigte jedoch auch bei dieser Kultur positive Tendenzen.

Nach erfolgreichem Abschluss des Projektes im Jahr 2013 scheinen aus heutiger Sicht für alle drei Kulturen aussagekräftige und erfolgversprechende Ergebnisse vorzuliegen.

Parallel zu den Drillversuchen wurden Herbizidprüfungen zur Wirkung und Verträglichkeit bei Baldrian und Melisse angelegt. Auch hier zeichnen sich erste positive Tendenzen für ein erfolgreiches Unkrautmanagement für die Säkulturen ab.

Die Bestände wurden an den Standorten (Klein-Altendorf, Großenstein, Bernburg) an verschiedenen Feldtagen präsentiert, so dass sich Anbauer und Fachleute ein Bild von dem bisherigen Stand der Arbeiten im Projekt machen konnten.

## **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Blum, H.; Meinhold, T.

Einzelkornsaat im Test

Bioland, Fachmagazin für den ökologischen Landbau (2012); 8, 16

Damerow, L.; Blum, H.; Meinhold, T.; Graf, T.; Biertümpfel, A.; Pauels, K.; Pauels, G.; Reichardt, I.; Schmidt, R.; Dehe, M.; Mahlberg, B.

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL); Verbundvorhaben Sätechnik, Teilvorhaben 1: Optimierung der Sätechnik als Grundlage der Bestandsetablierung; Teilvorhaben 2a-c: Erprobung adaptierter Säverfahren/-techniken von Kamille, Melisse und Baldrian unter verschiedenen Standortbedingungen – Standorte Thüringen, Sachsen-Anhalt, Rheinland-Pfalz

Poster auf dem 22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen am 21.-22. Februar 2012 in Bernburg, Tagungsband S. 36

### 1.4.3 Projekte aus dem Bereich „Erntetechnologie“

#### 1.4.3.1 Entwicklung einer Erntemaschine für Kamillenblüten

<b>Laufzeit:</b>	01.05.2010 - 30.04.2013
<b>Forschungsstelle:</b>	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Max-Eyth-Allee 100 14469 Potsdam
<b>Projektleitung:</b>	Dr.-Ing. Detlef Ehlert
<b>Förderung:</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22012309 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Für das Ernten von Kamillenblüten werden gegenwärtig in Deutschland Pflückmaschinen des Typs "KEM Linz III" eingesetzt, die vorrangig Basismaschinen aus der Produktion des ehemaligen "Kombinat Fortschritt Landmaschinen" nutzen. Die Produktion der noch heute im Einsatz befindlichen Maschinen begann im Jahr 1974, so dass die ältesten Maschinen ein Alter von 35 Jahren aufweisen. Seit über 10 Jahren gibt es weder Forschung zur Entwicklung zukünftiger Erntetechnik noch einen Landmaschinenhersteller in Deutschland, der modernisierte bzw. neue Kamillenerntemaschinen anbietet. Zielstellung dieses Projektes ist daher die Entwicklung des Funktionsmusters einer neuen Erntemaschine für Kamillenblüten, die sich durch eine besonders hohe Arbeitsqualität bei doppelter Ernteleistung und geringen Kosten auszeichnet.

Den Schwerpunkt der F&E-Arbeiten bildet das Entwickeln eines neuen leistungsfähigeren Pflückprinzips. Dies wird in enger Abstimmung mit den Kamilleproduzenten und den potentiellen Maschinenherstellern erreicht. Nach Erarbeitung und Abstimmung des Grundprinzips sowie der Auswahl einer geeigneten Basismaschine soll mit Beginn der Erntesaison 2011 eine neue Lösung für die Ersterprobung bereitgestellt und in den Folgemonaten unter praxisnahen Bedingungen untersucht werden. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen erfolgt daraufhin eine konstruktive Überarbeitung, so dass mit Beginn der Erntesaison 2012 ein Funktionsmuster für umfangreiche Erprobungsarbeiten mit entsprechenden Qualitäts- und Leistungsbewertungen zur Verfügung steht. Nach einer weiteren Überarbeitungsstufe ist die angestrebte Zielstellung erreicht und durch entsprechende Zeichnungsätze sowie den Abschlussbericht belegt.

Das Ergebnis des Vorhabens besteht im Erarbeiten von wissenschaftlich technischem Know-how für eine effizientere Ernte von Kamillenblüten, das in Form eines Abschlussberichtes einschließlich Konstruktionsunterlagen sowie eines erprobten und optimierten Funktionsmusters zu belegen ist. Dieser Erkenntnisstand bildet dann die Grundlage für die Überführung der neuen Kamillenblütenerntemaschine in die Kleinserienherstellung. Mit dem Vorhaben wird langfristig die Grundlage für eine wettbewerbsfähige Produktion von Kamillenblüten in Deutschland geschaffen, die sowohl Anbaubetrieben als auch dem zukünftigen Hersteller der Erntemaschine ihre Existenz sichern hilft.

#### Ergebnisse

In einem ersten Bearbeitungsschritt wurde die zugängliche Patent- und Fachliteratur eingesehen und analysiert. Des Weiteren wurden Erfahrungen ausgewertet, die aus dem Einsatz der gegenwärtig in Deutschland eingesetzten Erntetechnik resultierten. Auf dieser Informationsbasis erfolgten das Entwickeln und Bewerten neuer technischer Lösungsansätze (insbesondere für das Pflückprinzip) sowie das Ableiten von Anforderungen an die zukünftige Basismaschine.

Durch die intensiven Bemühungen konnte der erste geplante Meilenstein vorfristig realisiert werden, der in der Erarbeitung und Abstimmung der Grundkonzeption der Kamillenblütenerntemaschine mit den Projektpartnern bestand. Dies umfasste das neue Pflückprinzip, das eine erhöhte Pflückgeschwindigkeit ermöglichen sollte, sowie die Verwendung von Komponenten des Mähdeschers "Farmer 220" der Fa. MDW-Hege in Singwitz (Sachsen). Da das konzipierte Pflückprinzip wesentliche neue Komponenten beinhaltet, wurde eine Europäische Patentanmeldung erarbeitet, die am 27. August 2010 eingereicht wurde. Nach Prüfung durch das Patentamt und einigen weiteren Abstimmungsschritten erfolgte die Erteilung des Patents.

Im Laufe der detaillierten konstruktiven Bearbeitung stellte sich heraus, dass für die neue Kamillenblütenerntemaschine der Rahmen, die Spurbreite, der Radstand, die Motoranordnung, die Hydraulikanlage, der Sammelbehälter sowie die Förderorgane völlig neu gestaltet werden mussten. Der damit verbundene Konstruktions- und Fertigungsaufwand erhöhte sich damit erheblich, so dass der Meilenstein 2 erst gegen Ende Juli 2011 erreicht werden konnte. Nachdem am 28. Juli 2011 die Betriebserlaubnis durch die DEKRA erteilt worden war, erfolgten Anfang August 2011 erste Einsatzuntersuchungen zur Ernte von Kamillenblüten mit der Gesamtmaschine in der Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG. In diesen Tests konnten wichtige Erkenntnisse zur Funktionsverbesserung sowohl der Basismaschine als auch des Pflückvorsatzes gewonnen werden. Dies betrifft vor allem das verlustfreie Auffangen der abgepflückten Blüten durch den Pflückvorsatz, das Reduzieren von Halmanteilen im Erntegut, die Abgabe des Erntegutes vom Pflückvorsatz in den Sammelbehälter sowie die Übergabe vom Sammelbehälter auf Transportfahrzeuge. Das Erarbeiten notwendiger Änderungen sowie ihre fertigungstechnische Umsetzung waren daher Schwerpunkt der Projektarbeit im Winterhalbjahr 2011/12.

Mit Beginn der Erntesaison 2012 stand entsprechend dem geplanten Projektablauf ein verbessertes Funktionsmuster für die weitere Einsatzerprobung in den beteiligten Projektbetrieben rechtzeitig zur Verfügung. Die sich anschließende Erprobungsphase erstreckte sich über den Zeitraum vom 23. Mai bis 24. Juli 2012 in der Agrargenossenschaft Nöbdenitz eG. Während dieser Zeit wurden auf verschiedenen Anbauflächen zahlreiche Testfahrten durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse flossen kurzfristig in neue Detailverbesserungen ein. Die wichtigsten Veränderungen bestanden in einer weiteren Lösung zum Abscheren der Stängel mit stiftförmigen Elementen aus Federstahl, einer rotierenden Leistenbürste als Paddelwelle zum Reduzieren der Spritzverluste, zwei weiteren Leistenbürsten zum Zurückhalten gepflückter Blüten sowie der Installation einer Walzenbürste, um ein Zusetzen der Pflückkämme zu verhindern. Die vorgenommenen Veränderungen führten zum Ende der Erntesaison 2012 zu einem Funktionsmuster, dessen Entwicklungsstand einer ersten quantitativen Bewertung hinsichtlich der erreichten Leistungsfähigkeit und der Qualität des Erntegutes unterzogen wurde. Im Ergebnis musste die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Entwicklungsstand noch nicht ausreicht, um die Zielstellung des Projektes zu erfüllen.

Vor dem Hintergrund dieses Ergebnisses wurde ein neues Pflückprinzip entwickelt, das auf einer geschlossenen Pflücktrommel basiert. Bei dieser Lösung wurde zur Unterstützung des Pflückvorgangs und zur Reduzierung von Spritzverlusten eine rotierende Zuführwalze vor der Pflücktrommel angeordnet. Ein sich anschließendes Abdeckblech verhinderte, dass die bereits gepflückten Blüten wieder aus den Pflückkämmen entweichen konnten. Wahlweise konnte eine Schereinrichtung zum Abtrennen von noch an den Stängeln verbliebener Blüten zugeschaltet werden. Um die abgepflückten Blüten besser aus den Kämmen zu entfernen, wurde eine Bürstenleiste verwendet, die im oberen Bereich der Pflücktrommel angebracht wurde. Für eine Pflücktrommel ist von entscheidender Bedeutung, dass ihre Kämme stets frei von Rückständen sind. Um dies zu erreichen, kam eine angetriebene Bürstenwalze zum Einsatz, deren Borsten die verbliebenen langen Bestandteile des Pflückgutes (Stängel) aus den Kämmebürsteten und in eine Krautschnecke warfen, so dass diese Bestandteile seitwärts in der Fahrspur der Erntemaschine abgelegt werden konnten. Die Blüten wurden von

einer darunterliegenden Schnecke aufgefangen und mittig in einen Elevator übergeben, von dem sie weiter in den Blütenbunker gefördert wurden.

Die Erntemaschine mit dem beschriebenen Pflückprinzip wurde in der Zeit vom 23. Mai 2013 bis 24. Juli 2013 in den Agrargenossenschaften Sachsenland und Ludwigshof zur Kamillenblüterernte unter Praxisbedingungen getestet und einer Bewertung unterzogen. Ein wesentliches Problem in der Erntesaison 2013 bestand darin, dass infolge der teilweise geringen Wuchshöhe der Kamillenpflanzen und des hohen Steinbesatzes in Ludwigshof häufig Schäden an den Pflückkämmen auftraten, die beseitigt werden mussten und so zu Einsatzunterbrechungen führten. Um dies zukünftig zu vermeiden, sind eine robustere Befestigung der Pflückkämme sowie die gesonderte Absicherung des hydraulischen Antriebs durch ein einstellbares Druckbegrenzungsprofil erforderlich.

Zum Ende der Erntesaison 2013 und somit zum Projektende wurde der Stand erreicht, dass die Funktion des Pflückprinzips unter unterschiedlichen Praxisbedingungen nachgewiesen werden konnte. Auf der Grundlage der gewonnenen Erfahrungen war es möglich, die Kamilleerntemaschine durch Bürsten, Abstreichblech sowie eine zusätzliche Reinigungswalze über dem Bunker im Winter 2014 zu verbessern. Im nächsten Schritt wird die Maschine an einen etablierten Landmaschinenhersteller für die Produktion übergehen, für das entsprechende Folgeprojekt wurde von der MDW Singwitz bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) eine Förderung erbeten.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Antrag auf Erteilung eines europäischen Patents  
Bezeichnung: "Vorrichtung und Verfahren zum Pflücken von Blütenpflanzen"  
Aktenzeichen EP10174429.0  
Eingangsdatum: 27.08.2010

Ehlert, D.; Roschow, K.  
Entwicklungsstand und neue Lösungsansätze zur Ernte von Kamillenblüten  
Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2011), 16, 111-118

Brabandt, H.; Ehlert, D.  
Chamomile harvesters: a review  
Industrial Crops and Products (2011), 34, 818-824

Ehlert, D.; Adamek, R.; Giebel, A.; Horn, H.-J.  
Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers (*Matricaria re-cutita*)  
Industrial Crops and Products (2011), 33, 242-247  
Voruntersuchungen

Ehlert, D.  
Current status and advanced solutions for chamomile harvesters  
VDI-Berichte Nr. 2124, 2011, S.74-84

Ehlert, D.  
Entwicklungsstand und neue Lösungsansätze zur Ernte von Kamilleblüten  
Vortrag auf dem Workshop zum Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL), 22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg, S. 26-28

Ehlert, D.  
Current status and advanced solutions for chamomile harvesters  
Vortrag auf der 69<sup>th</sup> International Conference on Agricultural Engineering LAND. TECHNIK AgEng 2011 am 11. und 12. November 2011, Hannover, Auftaktveranstaltung zur AGRI-TECHNICA 2011

Ehlert, D.  
Entwicklung einer neuen Erntemaschine für Kamillenblüten  
Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2014),19, 114-118

### 1.4.3.2 Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrianwurzeln

<b>Laufzeit</b>	01.08.2010 - 31.07.2013
<b>Forschungsstelle</b>	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung Vöttinger Straße 36 85354 Freising
<b>Projektleitung</b>	Dr.-Ing. Georg Fröhlich Dipl. Ing. M.Sc. Georg Neumaier
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22011509 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Im Rahmen des Demonstrationsvorhabens zur züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse soll dieses Projekt einen Beitrag zur Verbesserung der Erntetechnik für Baldrianwurzeln leisten. Mittelfristig soll die schonende Ernte der in Pflanzkultur angebauten Wurzeln bei verbesserter Produktqualität sichergestellt werden, langfristig soll das neue Verfahren die effiziente Ernte von im Direktsaatverfahren angebauten Wurzeln ermöglichen. Damit können eine Sicherung und Steigerung der Erlöse erreicht und die internationale Wettbewerbsposition des deutschen Baldriananbaus verbessert werden. Für die Wirtschaftlichkeit des Anbaus haben die Reduzierung der Erntekosten und die Verbesserung der Qualität der Ernteware oberste Priorität.

Ausschlaggebend für die Senkung der Kosten sind die Minimierung der Ernteverluste und die schonende Wurzelbergung mit geringem Erdbesatz. Eine qualitativ hochwertige Ernteware ermöglicht außerdem eine höhere Waschleistung bei unveränderter Aufbereitungstechnik. Das Ziel des Projektes ist daher eine 50%ige Leistungssteigerung bei der Erntetechnik, um durch die Minimierung des Erntezeitraumes nicht mehr so stark von den Witterungseinflüssen abhängig zu sein.

#### Ergebnisse

Für die schonende Ernte der Baldrianwurzeln wird das Funktionsmuster eines neuen modularen Erntesystems auf der Basis handelsüblicher Baugruppen entwickelt. Die Arbeiten lassen sich in 4 Teilbereiche einteilen:

##### 1. Beurteilung des herkömmlichen Ernteverfahrens

Ernte- und Flächenleistung sind bisher nicht ausreichend dokumentiert, sondern nur aus dem Betriebsergebnis abschätzbar. Daher wurden Arbeitszeiten und Ernteleistung des bisherigen Ernteverfahrens an mehreren Standorten bei unterschiedlich mechanisierter Ernte untersucht.

##### 2. Technikrecherche

Zu bisher eingesetzten und potenziell nutzbaren Erntesystemen für Wurzelkulturen wurde eine Literatur-, Patent- und Marktanalyse durchgeführt, in der auch Erntetechnik für Hackfrüchte

und Gemüse sowie Baumschultechnik berücksichtigt wurden. Die Erfahrungen mit den bestehenden Erntemaschinen der Projektpartner und weiterer Anbaubetriebe wurden z.T. detailliert untersucht (Schwachstellenanalyse). Kontakte zu Herstellern und potenziellen Anbietern einer geeigneten Grundmaschine wurden genutzt, um technische Details zu ergründen und bei Besichtigungen und Maschinenvorfürungen die potenzielle Eignung der Maschinen bzw. deren Teile zu erfassen.

### 3. Funktionsmusterbau

Als Ergebnis der Technikrecherche und der Schwachstellenanalyse konnte festgestellt werden, dass ein Roder mit mittlerer Dammaufnahme, variablem Blattschar, unterschiedlich anzuordnenden und erweiterbaren Siebkettenformationen sowie der Möglichkeit zum Einbau eines Siebsterns benötigt wird. Der darauf aufbauende Entwurf wurde von der Expertenarbeitsgruppe Erntetechnologie angenommen. Als Grundmaschine wurde ein gebrauchter Kartoffelroder Grimme DLS 1700 beschafft. Im Grundrahmen der Maschine wurde für vergleichende Versuchszwecke ein modularer Aufbau aus den Hauptkomponenten Rode-element, Aufnahme und Vorreinigung, variable Nachreinigungsstufen und Überladevorrichtung realisiert. Aus der Vielfalt von möglichen Kombinationen, die je nach Umgebungsbedingungen wie Pflanzenzustand, Boden, Witterung und Wettervorhersage unterschiedliche Erntevarianten erlauben, wurde das Gerät so aufgebaut, dass drei Varianten im Feldversuch unter Praxisbedingungen ohne Umbauten, nur durch Aktivieren der verschiedenen Nachreinigungsstufen, detailliert untersucht werden konnten. Nach dieser Versuchsreihe wurde das Gerät erweitert, so dass neben den drei Varianten der Ernte mit verschiedenen Reinigungsintensitäten und Ablage der Baldrianwurzeln auch eine einphasige Ernte mit Überladen möglich war.

Ein wichtiges Kriterium beim Bau des Funktionsmusters war die Berücksichtigung unterschiedlicher Reihenabstände. Die technischen Umbauten erfolgten modular nach dem Baukastenprinzip mit möglichst vielen fertig verfügbaren Baugruppen. Adaptionen wurden mit CAD-Zeichnungen dokumentiert. Die Integration der Baugruppen wurde z.T. durch vorausgehende 3D Modellierung vorbereitet und optimiert.

Nach den Ernteversuchen im Herbst 2011 wurden Sensoren und Aktoren zur Steuerung oder Regelung der optimalen Ernte, Vorreinigung und Bergung zur Optimierung des Systems integriert. Zur besseren Beobachtung und Kontrolle durch den Fahrer wurden an verschiedenen Positionen im Reinigungssystem Kameras integriert.

### 4. Technikerprobung und Analyse

Das entwickelte Funktionsmuster wurde 2011 mit drei verschiedenen Reinigungssystemen

- „Rotation“ (neu entwickeltes System)
- „Siebband“ und
- „Siebstern“ (Reinigungsstern optimiert)

getestet. Die drei Systeme wurden sowohl hinsichtlich Reinigungsintensität als auch Wurzel- und Inhaltsstoffverlusten miteinander verglichen. An vier Ernteterminen, sowohl unter trockenen als auch nassen Bedingungen, wurde erkannt, dass die drei Systeme keinen Einfluss auf die Inhaltsstoffgehalte (Valerensäure und ätherischer Ölgehalt) hatten. Die Massenverluste wurden mittels Unterziehfolie direkt erfasst, weil eine indirekte Berechnung der Wurzelverluste über den Ertrag nicht zielführend war. Das Reinigungssystem „Siebstern“ wies mehrfach signifikant höhere Wurzelverluste auf als das System „Siebband“. Allerdings unterschieden sich die Reinigungssysteme nur geringfügig. Das Siebband verursachte durchschnittlich 0,6% Verluste, die Rotation 1,2% und der Siebstern 1,6%. Hinsichtlich der Reinigungsintensität war das Siebband den beiden anderen Systemen deutlich unterlegen.

Mit dem Reinigungssystem „Rotation“ wurde der Erdanhang durchschnittlich um 39%, mit dem System „Siebstern“ um 55% gegenüber dem System „Siebband“ verringert. Das System „Siebstern“ erzielte an allen Ernteterminen die beste Reinigungsleistung. Gegenüber dem System „Rotation“ wurden zwar keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der

Reinigungsintensität als auch der Wurzelverluste festgestellt, aber tendenziell war das System „Siebsterne“ bei der Reinigungsintensität dem System „Rotation“ überlegen, während das System „Rotation“ tendenziell weniger Verluste verursachte.

Für die Entwicklung eines schonenden Systems für die Baldrianernte sind somit alle drei Systeme verwendbar. Eine Kombination, in der die vorteilhaften Eigenschaften der einzelnen Systeme genutzt werden, erscheint am sinnvollsten. Das Siebband ist gegenüber dem Siebsterne der effektivere Höhenförderer. Durch Installation der Mechanik für die Rotation kann auch mit dem Siebband bzw. dann Rotation eine effektive Wurzelreinigung bei Bedarf zu oder abgeschaltet werden. Soll der Gutstrom umgelenkt werden, z.B. in eine Überladeeinheit, so ist der Siebsterne dem Siebband durch seine richtungsweisende Abgabe des Produktes überlegen.

Basierend auf den Ergebnissen aus den Versuchen wurde nach der Erntesaison 2011 der Roder in Modulbauweise für den Praxiseinsatz weiterentwickelt. Mit einer Reißtrommel, unmittelbar nach der Schar, wurden zusammenhängende Wurzelstöcke im Aufnahmeband vereinzelt. Dies steigerte die Effizienz der nachfolgenden Reinigungssysteme. Das System „Rotation“ wurde in das Trägerfahrzeug dreimal in Reihe geschaltet installiert. Diesem folgt ein hydraulisch ausschwenkbarer Siebsterne, der das Produkt richtungsweisend in einen Überladeelevators abgibt. Bei ausgehobenem Siebsterne wird der Gutstrom über ein Leitsegel in den Elevator gelenkt.

Beim Baldrianfeldtag im September 2012 am Baumannshof wurde die Rodemaschine einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Mit dem Roder wurde am Baumannshof 2-reihig Baldrian aus verschiedenen Anbauverfahren (Herbst-, Frühjahrssaaten, Pflanzung, Flach-, Dammanbau) erfolgreich geerntet. Bei diesem unter trockenen Bedingungen gerodeten Versuch wurde auch die notwendige Leistung für das Ziehen der Rodemaschine ( $\varnothing$  3,2 KW bei 1,5 km/h Rodegeschwindigkeit) und für den Antrieb dieser über die Zapfwelle ( $\varnothing$  4,5 KW bei 404 U/min Zapfwelldrehzahl) ermittelt. Im Oktober wurde mit der Maschine auf dem Kooperationsbetrieb von Chr. Hennings in Schwebheim Baldrian im Beetanbau erfolgreich geerntet. Bis November war die Maschine zur Durchführung von weiteren Rodeversuchen (bzw. Systemvergleich) und Praxistests bei dem Kooperationsbetrieb „Agrarprodukte Ludwigshof eG“ in Thüringen im Einsatz. Während der Kampagne kam die Rodemaschine unter optimalen bis hin zu widrigsten Erntebedingungen zum Einsatz. Entsprechend variierte auch die Rodegeschwindigkeit von ca. 1,5 bis 6 km/h.

Beim Systemvergleich am 23. Oktober 2012 wurde die neu entwickelte Rodemaschine (einphasige Ernte, 3-reihig) mit der herkömmlich auf dem Betrieb eingesetzten Technik (zweiphasige Ernte, 2-reihig) hinsichtlich Reinigungsintensität und Flächenleistung verglichen. Die neue Rode-technik erzielte bei gleicher Rodegeschwindigkeit (2 km/h) einen um 8% niedrigeren Erdbesatz im Erntegut. Der Arbeitszeitbedarf (ohne Rüst- und Wendezeiten) für das Roden verringerte sich um 2,6 h/ha.

Die Rüst- und Wendezeiten wurden in der theoretischen Arbeitszeitbedarfsberechnung nicht berücksichtigt, weil diese in flächenbezogenen Berechnungen betriebsbedingt (z. B. kleiner/kurzer versus großer/ langer Schlag) stark variieren. Die Gesamtanzahl der Wendemanöver reduziert sich jedoch generell beim einphasigen 3-reihigen Verfahren um mehr als die Hälfte gegenüber der zweiphasigen 2-reihigen Ernte. Somit liegt der Gesamtarbeitszeitbedarf des alten Systems um ca. 50% über dem des einphasigen Ernteverfahrens mit der neuen Rodemaschine. Der bei dem Systemvergleich ermittelte Leistungsbedarf für das Ziehen der neuen Rodemaschine lag bei 6,8 KW. Der zweireihige alte Vorratsroder hingegen benötigte für die erste Phase (Roden) nur 4,2 KW. In der zweiten Phase, dem Überladen mit 4 km/h, waren 6,1 KW notwendig.

Im anschließenden Praxiseinsatz (ca. 8 ha) war ein Traktor mit 70 KW ausreichend. Für die Ernte dieser Fläche wurden 19 Stunden reine Rodezeit benötigt. Daraus ist ersichtlich, dass in dieser Erntekampagne ein geringerer Arbeitszeitbedarf für das Roden benötigt wurde als in der Berechnung. Der Grund für diese Differenz liegt darin, dass unter den diesjährigen Bedingungen mit der neuen Rodemaschine deutlich höhere Rodegeschwindigkeiten realisiert wer-

den konnten als in den vorausgegangenen Jahren mit der alten Rodetechnik, welche für die Versuchsplanung (z.B. Rodegeschwindigkeiten) maßgebend war.

Während des Praxiseinsatzes wurden wertvolle Erfahrungen gewonnen, welche in Form von zahlreichen Umbaumaßnahmen vor der Erntesaison 2013 zur weiteren Optimierung der Maschine getätigt wurden.

Im Jahr 2013 sollte in einem Praxisversuch auf einem für Baldrian nicht optimalen Schlag (lehmiger, steinreicher, klutiger Boden) in Rockendorf geklärt werden, ob mit der neuen Rodemaschine 2-reihig oder 3-reihig leistungsfähiger gerodet werden kann. Das Ergebnis war, dass 3-reihig durchschnittlich mit 2,2 km/h, 2-reihig mit 3,3 km/h gerodet werden konnte. Bei dem Versuch mit drei Wiederholungen sank somit die Rodegeschwindigkeit umgekehrt proportional mit der Reihenzahl. Der Massendurchsatz war dadurch dementsprechend gleich und auch hinsichtlich der Reinigungsintensität konnten keine Unterschiede ermittelt werden. Bei der 3-ArbeitszeitbedarfErntesystemRoden 2 km/h Überladen 4km/h AbfahrenSumme[AKh(Sh)/ha] 5reihigen Ernte wird das Risiko einer Kollision mit dem nebenherfahrenden Transportfahrzeug gesenkt, weil die Vorfahrtsgeschwindigkeit geringer ist und sich die Anzahl der Wendemanöver am Ende des Schlages um ein Drittel reduzieren.

Durch die Schaffung einer gut dokumentierten Modelllösung mit modularem Charakter sollen Anbaubetriebe nach der Entwicklung des Funktionsmusters in die Lage versetzt werden, geeignete Produkte anzupassen bzw. Anpassungen zu angemessenen Kosten anfertigen zu lassen. Dazu wurde eine technische Anleitung erstellt. Die Maschine kann nach Rücksprache beim Kooperationspartner Agrarprodukte Ludwigshof e. G. besichtigt werden.

## **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Neumaier, G.

Baldrian-Erntetechnologie

Poster auf der Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 25. und 26. Oktober 2010 in Neustadt an der Weinstraße

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrianwurzeln

Demonstration auf dem Feldtag Arznei- und Gewürzpflanzen am 20. Juni 2011 auf dem Baumannshof, Forstwiesen bei Ingolstadt

Neumaier, G. Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrian

Vortrag auf dem Workshop zum Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL), 22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg, S. 28

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrian

Rodevorführung auf dem Badrianfeldtag am 20. September 2012 auf dem Baumannshof, Forstwiesen bei Ingolstadt

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von BaldrianVortrag auf dem Workshop „Aus der Praxis für die Praxis“, 23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-20. Februar 2013, Bernburg

Neumaier, G.

Gegenüberstellung von sechs verschiedenen Anbauverfahren bei Baldrianwurzeln (Valeriana officinalisL.)

Poster auf der Tagung „23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen“, 19.-20. Februar 2013, Bernburg, S. 39-40

Neumaier, G.; Fröhlich, G.; Bernhardt, H.  
Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte und Reinigung von Baldrianwurzeln  
Landtechnik 69(1), 2014, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft  
e.V. Darmstadt S. 40-43

## 1.4.4 Projekte aus dem Bereich „Trocknung“

### 1.4.4.1 Verbundvorhaben: Zeitnahe und nachhaltige Verbesserung bestehender Band-, Kipp-horden- und Flächentrockner zur Trocknung von Baldrian, Kamille und Melisse in Deutschland

#### Teilvorhaben 1: Grundlagenuntersuchung und Anlagenoptimierung zur Trocknung von Baldrian, Kamille und Melisse

<b>Laufzeit</b>	01.06.2010 - 31.05.2013
<b>Forschungsstelle</b>	Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik 440e Garbenstraße 9 70599 Stuttgart
<b>Projektleitung</b>	Prof. Dr. Joachim Müller Dr.-Ing. agr. Isabel Barfuss M.Sc. Dimitrios Argyropoulos
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22012509 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Ziel des Teilvorhabens „Grundlagenuntersuchung und Anlagenoptimierung zur Trocknung von Kamille, Melisse und Baldrian“ ist es, fünf Trocknungsanlagen für Baldrian, Kamille und Melisse in Deutschland zu analysieren und ihren Betrieb und ihre Ausstattung kurzfristig, nachweislich und nachhaltig zu optimieren. Die Optimierung kann sich dabei sowohl auf die apparative Ausstattung der Trockner und deren Peripherie als auch auf die Steuerung und Betriebsweise erstrecken. Weiterhin werden umfangreiche Grundlagenuntersuchungen zum Trocknungsverhalten im Labor durchgeführt.

Um den Trocknungsprozess der drei Kulturen grundlegend zu untersuchen, wird das Trocknungsverhalten für unterschiedliche Lufttemperaturen und Luftfeuchten ermittelt und der Einfluss auf die Inhaltsstoffe (ätherische Öle), Farbe und mikrobiologische Qualität analysiert. Zusätzlich werden die Sorptionsisothermen aufgenommen, um weitere Erkenntnisse über das Trocknungsverhalten (Desorptionsisotherme) und die Lagerfähigkeit des Trockenproduktes (Adsorptionsisotherme) zu gewinnen.

Durch das Projekt werden an einer ausreichend kritischen Masse an Praxisanlagen nachweislich Qualität und Energieeffizienz gesteigert. Durch die Publikation der Ergebnisse in wissenschaftlichen und praxisorientierten Organen werden die Erkenntnisse allgemein zugänglich gemacht und führen damit generell zu einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Produzenten von Arznei- und Gewürzpflanzen. Schulungen für interessierte Praxisbetriebe werden an den Messbetrieben abgehalten.

#### Ergebnisse

##### Laboruntersuchungen

Der Einfluss der Trocknungstemperatur auf das Trocknungsverhalten und die Produktqualität von Melisse (*Melissa officinalis* L.), Kamille (*Matricaria recutita* L.) und Baldrian (*Valeriana officinalis* L.) wurde analysiert. Dazu wurden Trocknungstemperaturen im Bereich von 30-90

°C bei einer konstanten absoluten Feuchte von 10 g/kg und einer Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s eingesetzt. Die Trocknungstemperatur hatte einen signifikanten Effekt auf die Bräunung der Melisseblätter, aber keinen Einfluss auf die Farbänderung der Kamillenblüten und der Baldrianwurzeln. Melisseproben, die bei 30 °C und 40 °C getrocknet wurden, erschienen grüner. Der Gehalt an ätherischen Ölen wurde ebenfalls durch die Trocknungstemperatur beeinflusst. Bei höheren Trocknungstemperaturen reduzierte sich der Ölgehalt stärker für Melisse als für Baldrian und Kamille. Eine signifikante Verminderung des Ölgehaltes trat bei 60 und 70 °C auf. Zusätzlich wurde die Mikrobiologie für die verschiedenen Kulturen bestimmt. Mit Ausnahme von Melisse lagen sie im Rahmen der Grenzwerte des Arzneibuchs. Aus den Ergebnissen der Untersuchungen kann als optimale Trocknungstemperatur für Melisse 40 °C empfohlen werden. Für Kamille ist eine höhere Trocknungstemperatur von 60 °C möglich.

Die Sorptionsisothermen von Melisse als Vertreter der Blattdrogen, Kamille aus der Gruppe der Blütendrogen und Baldrian aus der Gruppe der Wurzeldrogen wurden bei 25 °C gemessen. Für eine optimale Lagerung wird ein Wassergehalt von maximal 11% für Melisse und Kamille und von 10% für Baldrian empfohlen. Die Trocknungsdauer zur Reduktion des Wassergehalts vom Frischmaterial auf eine mikrobiologisch sichere Feuchte war vom Material und der Temperatur abhängig. Die drei untersuchten Kulturen zeigten unterschiedliches Trocknungsverhalten über die Zeit bis hin zum empfohlenen Endfeuchtegehalt, wobei die Kamille einen deutlich längeren Zeitraum zur Trocknung in Anspruch nahm als die beiden anderen Kulturen.

#### Untersuchungen an Praxisanlagen

Messungen an drei Versuchstrocknern haben gezeigt, dass die häufig bei Bandtrocknern vorzufindende Ungleichmäßigkeit der Produktfeuchte über die Bandbreite bei den untersuchten Trocknern kaum ein Problem darstellte. Die Ermittlung des spezifischen Energiebedarfs der drei Bandtrockner hat Werte zwischen 4,5 und 7,5 kWh thermischer Energie pro kg trockener Melisse ergeben. Der Anteil an elektrischer Energie in Form von Ventilatoren und Bandantrieben betrug etwa 3 bis 9% der gesamten benötigten Energie. Unterschiede beim thermischen Energiebedarf waren hauptsächlich auf den Produktdurchsatz und den Luftvolumenstrom pro m<sup>2</sup> Trocknungsfläche zurückzuführen, welcher bei den Anlagen deutlich variierte.

Der Zusammenhang zwischen Schütthöhe, Luftdurchsatz und Feuchtegehalt des Produktes wurde auch im Kipphordentrockner und dem modularen Kistentrockner nachgewiesen. Dies zeigt die Notwendigkeit auf, für die beiden Batch-Verfahren eine gute Durchmischungs- bzw. Einebnungsstrategie für das Produkt zu finden, um eine gleichmäßige Trocknung und somit gute Produktqualität zu erreichen und Energie einzusparen.

Als ein interessanter Punkt bei allen Trocknern hat sich die Luftführung herausgestellt. Die Möglichkeit der Umluftführung ist bei jedem der Trockner gegeben, kann bisher jedoch nur beim Kistentrockner geregelt werden. Aufzeichnungen über einen längeren Zeitraum haben gezeigt, dass die Umluftanteile an der Trocknungsluft aufgrund von Umgebungsbedingungen erheblich schwankten. Bei allen Trocknern wies die Abluft ein hohes Wasseraufnahmepotential auf. Diese Tatsache ermöglicht die Nutzung von höheren Umluftanteilen. Im Vergleich zur Trocknung ohne Umluft könnten theoretisch etwa 0,3 l Heizöl pro kg Melisse bei den Bandtrocknern eingespart werden, wenn unter aktueller Wasseraufnahme und optimalen Zuluftbedingungen (40 °C und 40% relative Feuchte) 70% Umluft gefahren würde.

#### Stand bei Ende Projekts

Grundlagenuntersuchungen laufen aktuell bis zum Ende der Trocknungssaison an den drei Versuchskulturen. Schwerpunkt dabei sind Untersuchungen an Baldrian und Widerstandsmessungen bei verschiedenen Schütthöhen der Produkte.

Praxismessungen erfolgen am modularen Kistentrockner und den in der Winterpause modifizierten Bandtrocknern. Gewonnene Ergebnisse werden mit den Daten der letzten Jahre verglichen und bewertet.

### Projektbezogene Veröffentlichungen

Argyropoulos, D.; Alex, R.; Müller, J.  
Bestimmung der Sorptionsisothermen von Zitronenmelisse mit der dynamischen Dampfsorption  
Landtechnik (2011); 66(2), 88-91

Argyropoulos, D.; Böhner, M.; Müller, J.  
Untersuchungen zum Trocknungsverhalten und damit verbundene Qualitäts-Beeinflussungen von Melisse (*Melissa officinalis* L.)  
21. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 22.-23. Februar 2011, Bernburg, S. 28-29

Argyropoulos, D.; Alex, R.; Müller, J.  
Equilibrium moisture contents of a medicinal herb (*Melissa officinalis*) and a medicinal mushroom (*Lentinula edodes*) determined by dynamic vapour sorption  
Procedia Food Science (2011); 1, 165-172

Argyropoulos, D.; Müller, J.  
Effect of convective drying on quality of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)  
Procedia Food Science (2011); 1, 1932-1939

Argyropoulos, D.; Alex, R.; Kohler, R.; Müller, J.  
Moisture sorption isotherms and isosteric heat of sorption of leaves and stems of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) established by dynamic vapor sorption  
LWT - Food Science and Technology (2012); 47, 324-331

Barfuss, I.; Argyropoulos, D.; Müller, J.  
Energieeinsparungen in Band-, Horden- und Kastentrocknern bei der Trocknung von Arzneipflanzen  
22. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg, S. 22

Argyropoulos, D.; Barfuss, I.; Müller, J.  
Trocknungsverhalten von Blüten-, Blatt-, und Wurzeldrogen am Beispiel von Kamille, Melisse und Baldrian  
22. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, S. 21

Argyropoulos, D.; Alex, R.; Müller, J.  
Equilibrium moisture content of a medicinal herb (*Melissa officinalis*) and a medicinal mushroom (*Lentinula edodes*) determined by dynamic vapour sorption  
Poster auf dem 11<sup>th</sup> International Congress of Engineering and Food (ICEF 2011) - Section: "Food Materials Science", Mai 2011, Athen, Griechenland

Argyropoulos, D.; Böhner, M.; Müller, J.  
Untersuchungen zum Trocknungsverhalten und damit verbundenen Qualitätsbeeinflussungen von Melisse (*Melissa officinalis* L.)  
Vortrag auf dem 21. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 22.-23. Februar 2011, Bernburg

Argyropoulos, D.; Müller, J.

Effect of convective drying on quality of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

Vortrag auf dem 11<sup>th</sup> International Congress of Engineering and Food (ICEF 2011) - Section: "The George Saravacos Symposium on Transport Properties of Foods", Mai 2011, Athen, Griechenland

Böhner, M.; Müller, J.

Optimierung der Bandtrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen hinsichtlich Energieeinsatz, Wirtschaftlichkeit und Produktqualität

Vortrag auf der 6. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-22. September 2011, Berlin

Barfuss, I.; Argyropoulos, D.; Müller, J.

Energieeinsparungen in Band-, Horden- und Kastentrocknern bei der Trocknung von Arzneipflanzen

Vortrag auf dem 22. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg

Argyropoulos, D.; Barfuss, I.; Müller, J.

Trocknungsverhalten von Blüten-, Blatt-, und Wurzeldrogen am Beispiel von Kamille, Melisse und Baldrian

Vortrag auf dem 22. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012

## **Teilvorhaben 2: Energieeffizienz der Flächentrocknung**

<b>Laufzeit</b>	01.07.2007 - 30.11.2010
<b>Forschungsstelle</b>	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Max-Eyth-Allee 100 14469 Potsdam
<b>Projektleitung</b>	Dr.-Ing. Jochen Mellmann
<b>Förderung:</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22006107 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

## **Problemstellung/Zielsetzung**

In der Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen stellte die Trocknung den mit Abstand energie- und kostenintensivsten Verfahrensschritt dar. Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) wurde deshalb ein Verfahren für die chargenweise Flächentrocknung entwickelt, bei dem Wärmepumpen mit konventioneller Lufterwärmung (Erdgas oder Heizöl) kombiniert werden. Die energetische und wirtschaftliche Effizienz kombinierter Trocknungsverfahren sollte durch folgende Maßnahmen noch weiter gesteigert werden:

- (a) Wärmepumpentrocknung mit interner Wärmerückgewinnung,
- (b) Abwärmenutzung von Blockheizkraftwerken,
- (c) Vergleichmäßigung der Trocknung durch Strömungssimulation (CFD).

Die wichtigsten Projektziele waren:

1. Reduzierung des relativen Primärenergieverbrauchs auf bis zu 50%,
2. Großtechnische Umsetzung der hierfür erforderlichen Maßnahmen,
3. Etablierung von Wärmepumpen bei Neuanlagen für die Flächentrocknung,
4. Abstraktion und Übertragung der Ergebnisse für eine branchenweite Nutzung.

Grundlagen- und anwendungsorientierte Ergebnisse wurden systematisch weiterentwickelt. Dabei kam u.a. ein hocheffizienter mobiler Wärmepumpentrockner zum Einsatz. Die industrielle Umsetzung erfolgte in enger Kooperation mit zwei großen Produktionsbetrieben. An einer Flächentrocknungsanlage mit Demonstrationscharakter wurde ein energetisches und wirtschaftliches Monitoring über drei Ernteperioden durchgeführt. Das Trocknungsverhalten von Kamille, Melisse und Baldrian wurde produktspezifisch analysiert.

## **Ergebnisse**

Bei der Flächentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen sollte die Zulufttemperatur Tag und Nacht auf einen möglichst konstanten Wert von typischerweise 40 °C geregelt werden. Im sogenannten geschlossenen Betrieb der Wärmepumpentrocknung, bei dem die Trocknungsluft vollständig im Kreislauf gefahren wird, kann dies über einen sekundären Wasserkreislauf erfolgen. Dabei wird "überschüssige" Wärme, die im Wesentlichen aus der elektrischen Antriebsenergie des Kältemittelverdichters resultiert, durch Kühlung mit Außenluft aus dem primären Wärmepumpenkreislauf abgeführt und an benachbarten Trocknungsrosten genutzt. Im teiloffenen Betrieb kann die Trocknungstemperatur durch Beimischung von nicht erwärmter Außenluft hingegen direkt geregelt werden. In dieser Betriebsart ist die Regelung der Wärmepumpen zwar stark von den jeweils herrschenden Umgebungsbedingungen abhängig. Dies ermöglicht jedoch eine weitere Steigerung der Energieeffizienz.

### Modellierung und Simulation der Wärmepumpentrocknung

Zur energetischen Bewertung dieser beiden Varianten der Temperaturregelung wurden im Verlauf der Ernteperiode 2011 verschiedene theoretische und praktische Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurde ein einfaches Simulationsmodell des Wärmepumpentrockners entwickelt, das den Besonderheiten der chargenweisen Trocknung und dem Einfluss von Außenluft mit unterschiedlicher Temperatur und Feuchte Rechnung trägt. Für den teiloffenen Betrieb wurden Variationsrechnungen bei nahezu allen relevanten Außenluft- und Abluftzuständen durchgeführt. Auf diese Weise konnte der bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen jeweils optimale Frischluftanteil dargestellt werden. Für den Vergleich mit der Trocknung bei konventioneller Lufterwärmung wurde jeweils der spezifische Primärenergiebedarf ermittelt. Dies ermöglicht u.a. die Bestimmung des energetisch optimalen Einschaltzeitpunktes der Wärmepumpen bzw. des Umschaltzeitpunktes auf konventionelle Luft-erwärmung. Basierend auf den Simulationsergebnissen wurden an einer der beiden Wärmepumpen der Trocknungsanlage Nöbdenitz (Halle 1) die technischen Voraussetzungen zur energieoptimierten Regelung des teiloffenen Betriebs realisiert.

### Energieoptimierte Regelung

Um einen eindeutigen Vergleich zu ermöglichen, wurden die beiden Wärmepumpen simultan in den zwei unterschiedlichen Regelungsvarianten betrieben. Die durchgeführten Messungen bestätigten die Ergebnisse der Simulationsrechnungen und der theoretischen Analysen. Im Vergleich zum geschlossenen Betrieb reduzierte sich der spezifische elektrische Energiebedarf im teiloffenen Betrieb um ca. 20%. Durch die Nutzung des Trocknungspotenzials der Außenluft konnte dabei insbesondere auch die Trocknungsleistung erhöht werden.

### Weitere Verbesserung auch bereits effizienter Systeme

Die Methodik der Untersuchungen kann auf ähnliche Trocknertypen mit oder ohne Wärmepumpen übertragen werden. Die beispielhaft für die Trocknungsanlage Nöbdenitz durchgeführten Analysen haben gezeigt, dass eine energieoptimierte Regelung ein erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung beinhaltet. Hierfür bilden Simulationsmodelle, mit denen das große Spektrum unterschiedlicher Betriebsbedingungen realitätsnah untersucht

werden kann, eine unverzichtbare Basis. Bei der Entwicklung entsprechender Regelungssysteme sollten in der Praxis sowohl die Zuluft- und Abluftzustände der Trocknung als auch der schwankende Zustand der Außenluft berücksichtigt werden.

### **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Efficient drying of medicinal plants by combining heat pumps with conventional air heating  
17<sup>th</sup> International Drying Symposium (IDS 2010), 3.-6. Oktober 2010, Magdeburg, Proceedings Vol. B, S. 755-762

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Energieeffiziente Flächentrocknung durch Luftentfeuchtung  
Vortrag auf der 68. Internationalen Tagung Landtechnik, 27.-28. Oktober 2010, Braunschweig, S. 325-330

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Flächentrocknung von Arzneipflanzen mit Luftentfeuchtung / Fixed bed drying of medicinal plants using dehumidification of air  
Landtechnik (2011), 66(3), 167-169

Ziegler, T.; Mellmann, J.

Arznei- und Gewürzpflanzen - eine trockene Angelegenheit? Schonende und energieeffiziente Trocknungsverfahren für empfindliche Pflanzen  
Forschungsreport 1/2011, 38-41

Ziegler, T.; Jubaer, H.; Mellmann, J.

Wärmepumpentrocknung von Arzneipflanzen in der Praxis – Effizienzsteigerung durch optimierte Regelung  
22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg, S. 23-24

Ziegler, T.; Böhner, M.

Optimierung von Trocknungsverfahren – Aktueller Stand und Perspektiven  
Vortrag auf der Tagung "Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg" des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 25.-26. Oktober 2010, Neustadt an der Weinstraße

Ziegler, T.; Schütz, M.; Mellmann, J.

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Teilumlufbetrieb bei der Flächentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen  
Vortrag auf dem 21. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 22.-23. Februar 2011, Bernburg-Strenzfeld, Tagungsband, 31-32

Mellmann, J.; Ziegler, T.

Two examples how to increase energy efficiency in agricultural drying  
Vortrag auf der 2<sup>nd</sup> International Conference on Agricultural Engineering "Synergy in the Technical Development of Agriculture and Food Industry", 9.-15. Oktober 2011, Gödöllő, Ungarn

#### 1.4.4.2 Leitfaden für die Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzend

<b>Laufzeit</b>	01.03.2016 - 30.04.2017
<b>Forschungsstelle</b>	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Abt. Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung Max-Eyth-Allee 100 14469 Potsdam
<b>Projektleitung</b>	Dr.-Ing. Thomas Ziegler
<b>Förderung</b>	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22015612 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

#### Problemstellung/Zielsetzung

Ziel des Leitfadens "Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen" war es, interessierten Betrieben, Personen und Einrichtungen in möglichst kompakter Form Informationen zu vermitteln, die für die Errichtung und für den Betrieb von Trocknungsanlagen von Bedeutung sind. Im Zentrum des Leitfadens stehen Informationen über Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, die anhand von beispielhaften Anlagenkonfigurationen primärenergetisch und wirtschaftlich bewertet werden. Es werden Kombinationen unterschiedlicher Kulturen erarbeitet, die eine möglichst lückenlose Auslastung unterschiedlicher Trocknungsanlagen im Verlauf der Ernteperiode ermöglichen. Hierfür werden produktspezifische Aspekte, trockenungstechnische und energetische Zusammenhänge sowie Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und der Betriebsoptimierung erläutert. Größenordnungen von Energieeinsparungen durch unterschiedliche anlagen- und regelungstechnische Maßnahmen werden exemplarisch quantifiziert. Die erforderlichen Investitionskosten werden abgeschätzt. Zahlreiche Detailinformationen werden zum Nachschlagen im Anhang des Leitfadens zusammengestellt.

#### Ergebnisse

Der Leitfaden „Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen“ wurde finalisiert. Folgende Aspekte sind in ihm adressiert:

- Qualitätssicherung
- Produktspezifische Aspekte
- Betriebswirtschaftliche Aspekte
- Trocknungsverfahren und Trocknerbauarten
- Spezifischer Energiebedarf
- Trocknungstechnische Optimierung
- Energie aus nachwachsenden Rohstoffen
- Blockheizkraftwerke, Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung
- Wärmepumpenunterstützte Trocknungsverfahren
- Solar unterstützte Trocknung
- Betriebsoptimierung–Varianten der Energieversorgung
- Wirtschaftlichkeit der untersuchten Varianten zur Effizienzsteigerung
- Primärenergetische Bewertung von Maßnahmen zur Energieeinsparung
- Fördermöglichkeiten

## **Projektbezogene Veröffentlichungen**

Ziegler, T.

Erstellung eines Leitfadens für die Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen  
Vortrag auf der 3. Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland -mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ am 20. und 21. Juni 2017 in Schweinfurt Tagungsbroschüre S. 33-36

Ziegler, T.

Leitfaden Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 94, ISSN 0947-7314 Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB), Potsdam-Bornim, 2017

Voraussichtlich werden in Zukunft weitere Projekte die abgeschlossenen bzw. sich in Bearbeitung befindlichen Vorhaben ergänzen.

Weiterhin sind gegebenenfalls Forschungsaktivitäten im Bereich der Phytopathologie aufzunehmen.

## **1.5 Bekanntmachung des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“**

Folgende Maßnahmen wurden im Bereich der Bekanntmachung des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ unternommen:

### **1.5.1 Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg“**

Um das Demonstrationsvorhaben zur züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion von Kamille, Baldrian und Melisse bekannt zu machen und alle arzneipflanzenverarbeitenden Industriezweige dafür zu sensibilisieren, dass in absehbarer Zeit qualitativ hochwertiges Pflanzenmaterial aus deutschem Anbau mit guter Dokumentation zu akzeptablen Preisen zur Verfügung stehen wird, wurde am 25. und 26. Oktober 2010 die Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“ des BMELV und der FNR in den Geschäftsräumen des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz in Neustadt / Weinstraße durchgeführt. Auf dieser Veranstaltung, an der ca. 130 Vertreter aus pharmazeutischen Unternehmen, der Arzneipflanzenforschung und des Arzneipflanzenanbaus teilnahmen, wurde das „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ vorgestellt; weiterhin wurden erste Ergebnisse von Teilprojekten (Züchtung von Baldrian, Erntetechnologie für Kamille, Unkrautregulierung mit Hilfe verschiedener Verfahren, Bestimmung der Saatgutqualität, Trocknung von Arzneipflanzen) sowie Erfahrungen von deutschen Landwirtschaften bezüglich der Produktion von Arzneipflanzen präsentiert. Als weitere Themen wurden die regulatorischen Vorgaben bei der Herstellung von pflanzlichen Arzneimitteln und Kosmetika sowie die Vermarktung von arzneipflanzenhaltigen Produkten angesprochen. Aufgrund der regen Teilnahme sowie der Qualität der Vorträge wurde seitens der Teilnehmer sowie der FNR die Tagung als großer Erfolg gewertet.

Das fachliche Programm der Veranstaltung wurde seitens der FAH erarbeitet; die weitere Organisation (Bereitstellung der Informationsmaterialien, Organisation des Tagungsablaufs, Organisation der Abendveranstaltung) oblag der FNR. Der Veranstaltungsflyer liegt dem Abschlussbericht als Anlage bei.

### **1.5.2 „Workshop zum Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ im Kontext des 22. Bernburger Winterseminars für Arznei- und Gewürzpflanzen**

Am 22. Februar 2012 fand der „Workshop zum Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ im Kontext des 22. Bernburger Winterseminars für Arznei- und Gewürzpflanzen des Vereins für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg und der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt in den Geschäftsräumen der Hochschule Anhalt in Bernburg unter der Leitung von Dr. Birgit Grohs / FAH statt. Im Zuge des Workshops wurde das „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ seitens der FNR vorgestellt. Weiterhin wurden Aspekte zur züchterischen Bearbeitung von Baldrian und Melisse sowie zur Entwicklung von Erntegeräten für Kamilleblüten und Baldrianwurzeln seitens der jeweiligen Forschungsstellen erläutert. Alle Beiträge wurden seitens der Teilnehmer des Winterseminars diskutiert.

Der Veranstaltungsflyer liegt dem Abschlussbericht als Anlage bei.

### **1.5.3 FAH Arbeitskreis „Arzneipflanzenanbau“**

Während der gesamten Projektlaufzeit der Phasen I und II wurden der Stand des Projektes innerhalb verschiedener Arbeitskreise der FAH, aber insbesondere im Arbeitskreis „Arzneipflanzenanbau“ präsentiert und diskutiert

Weitere Maßnahmen zur Bekanntmachung waren regelmäßige Aktualisierungen auf der Internetpräsenz der FAH und projektbegleitende Veröffentlichungen (s.u. Punkt 4).

## **2 Verwertung**

Die Ziele des Projekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ - d.h. die Etablierung des Wissenschaftlichen Beirats und der Expertenarbeitsgruppen, der Aufbau des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ mit seinen Einzelprojekten und die Bekanntmachung des Demonstrationsvorhabens - konnten erreicht werden. Damit tragen die Ergebnisse wesentlich zu den Ergebnissen und zum Erfolg des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ bei.

Eine weitergehende momentane oder spätere Verwertung der Ergebnisse des Einzelprojekts „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ ist aufgrund der Projektausrichtung nicht möglich; wirtschaftliche Erfolgsaussichten dieses Einzelvorhabens sind nicht gegeben. Die Ergebnisse des Projekts werden vielmehr in den Ergebnissen der übrigen Teilprojekte des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen“ sichtbar; mit diesen Vorhaben wird voraussichtlich ein wirtschaftlicher Erfolg erzielt.

## **3 Erkenntnisse von Dritten**

Da sich mit der Organisation des „Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL)“ ausschließlich die FAH befasst, können bei anderen Forschungsstellen keine entsprechenden Kenntnisse oder Fortschritte entstanden sein.

## 4 Veröffentlichungen

In der Laufzeit des Vorhabens „Organisation des Gesamtprojekts (Phase II)“ des „Demonstrationsprojekts Arzneipflanzen (KAMEL)“ wurden folgende Veröffentlichungen erarbeitet:

Grohs, B.; Graf, T.

Produktion von Arzneipflanzen in Deutschland – Nische mit Potenzial  
Neue Landwirtschaft, Jg. 2012, Heft 5, S. 58-61

Grohs, B.

Ist die Qualität des heute am Markt befindlichen Arzneipflanzensaatguts ausreichend für eine effektive Kulturetablierung?

Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (2012), 17, 145

Grohs, B.

Die Saatgutqualität ist wichtig für die Bestandsetablierung  
Gemüse, Jg. 2013, Heft 10, S. 49-51

Grohs, B.

Ist der einheimische Anbau von Heilpflanzen von wirtschaftlichem Interesse für die arzneipflanzenverarbeitende Industrie?

Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen, Jg. 18, Heft 2, S. 57

Grohs, B.

Tagung „Arzneipflanzen in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“  
Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, Jg. 19, Heft 3, S. 135-145