

30. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

18.02. - 19.02.2020

Tagungsbroschüre



Veranstalter:

**Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen
SALUPLANTA e.V. Bernburg**

**Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau des Landes
Sachsen-Anhalt Bernburg**

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
Gülzow-Prüzen**

30. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

18.02. - 19.02.2020

Tagungsbroschüre

**Veranstalter:
Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen
SALUPLANTA e.V. Bernburg**

**Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau
des Landes Sachsen-Anhalt**

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
Gülzow-Prüzen**

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort	3
Programm 30. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen	4
Kurzfassung der Vorträge	6
Kurzfassung der Poster (Redaktionsschluss 27.01.2020)	46
Bestellangaben Handbuch Arznei- und Gewürzpflanzenbau.....	52
SALUPLANTA- und GFS- Ehrenpreise 2009 – 2020.....	54
Text zu den Fotos auf der Rückseite der Tagungsbroschüre	55
Impressum	56

**31. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen
23. und 24. Februar 2021**

Das Bernburger Winterseminar ist die größte deutschsprachige, jährlich stattfindende wissenschaftliche Tagung des Fachgebietes in Europa mit 200 bis 300 Teilnehmern aus Anbau, Handel, Industrie, Forschung, Beratung und Behörden aus bis zu 28 Nationen. Teilnehmer kamen bisher aus Albanien, Bangladesch, Brasilien, Bulgarien, Burkina-Faso, China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Indien, Iran, Italien, Litauen, Niederlande, Österreich, Polen, Rumänien, Russland, Schweden, Schweiz, Südkorea, Syrien, Tschechien, Tunesien, Türkei und Ungarn.

- ❖ **Informationen zu Anbau, Markt etc. und Erfahrungsaustausch**
- ❖ **Kontakte zu möglichen Partnern knüpfen**
- ❖ **Schulungsnachweise für Qualitätssicherungssysteme**
- ❖ **Poster-, Firmen- und Produktpräsentationen (gratis)**

SALUPLANTA e.V.
OT Groß Schierstedt
Aue 182
D-06449 Aschersleben

E-Mail: info@saluplanta.de

Vorwort

Ein Vorwort, welches ich für das 11. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen im Jahr 2001 schrieb, stand unter einem Motto eines Zitates von Albert Einstein „Der Fortschritt lebt vom Austausch des Wissens“. Auch 19 Jahre später ist dies in der Rückschau eine sehr treffende Einschätzung der Entwicklung vom Anfang bis zur 30. Auflage des Bernburger Winterseminars.

Gegründet und aus der Taufe gehoben von Landwirten und Fachspezialisten der mitteldeutschen Region auf Initiative und unter Leitung von Prof. Dr. Horst Schröder und Dr. Bernd Hoppe ist das Kind „Bernburger Winterseminar“ und auch der Verein SALUPLANTA e.V. mittlerweile erwachsen geworden.

In der Rückschau der letzten 30 Jahre sind wir besonders dankbar allen aktiven Mitgliedern des Vereins, den ehemaligen und jetzigen Vorstandsmitgliedern und insbesondere unserem ehemaligen Ehrenvorsitzenden Prof. Dr. Horst Schröder und dem langjährigen Geschäftsführer und jetzigen Ehrenmitglied Dr. Bernd Hoppe. Beginnend mit den Aktivitäten vom SALUPLANTA e.V., fortgesetzt durch die Kooperation mit der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt (LLG) und seit letztem Jahr verstärkt durch die zusätzliche Mitarbeit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), hat sich das Bernburger Winterseminar zum größten jährlich stattfindenden Treffen für alle Akteure des Fachgebietes Arznei- und Gewürzpflanzen im deutschsprachigen Raum und darüber hinaus in Europa entwickelt. Bernburg ist nach der Einschätzung von Dr. Jerzy Jambor (Polnisches Kräuterkomitee, 2018) hierdurch zur „Kräuterhauptstadt Europas“ geworden. Für die jahrelange exzellente Zusammenarbeit sei auch hier stellvertretend für alle beteiligten Mitarbeiter der Einrichtungen Herrn Prof. Falko Holz (LLG) und Herrn Dr. Andreas Schütte (FNR) gedankt.

Austausch von Wissen und Erfahrungen wird auch zukünftig Ziel unserer Aktivitäten sein, um aktuelle und kommende Herausforderungen erfolgreich meistern zu können. Wichtige Themenschwerpunkte wären hier unter anderem Umweltkontaminanten, veränderte rechtliche Regelungen auf nationaler und internationaler Ebene sowie veränderte Anbaubedingungen, welche durch den Klimawandel auf die Tagesordnung gesetzt werden.

Lassen Sie uns gemeinsam auch zukünftig einen aktiven Beitrag zur Lösung dieser Herausforderungen leisten!

Dr. Wolfram Junghanns
Vorstandsvorsitzender SALUPLANTA e.V.

Programm

30. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

Dienstag, 18. Februar 2020

10.00 – 10.15 Uhr Begrüßung und Eröffnung
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt

I. Kontaminanten – Pyrrolizidinalkaloide (PA) und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

10.15 – 10.50 Uhr Pyrrolizidinalkaloide – unkalkulierbares Risiko oder beherrschbares Alltagsproblem?
Prof. Dr. Martin Tegtmeier, Schaper & Brümmer GmbH & Co. KG

10.50 – 11.25 Uhr Qualität von pflanzlichen Ausgangsstoffen und Arzneimitteln:
Was gibt es Neues im Europäischen Arzneibuch?
Dr. Barbara Steinhoff, Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH)

11.25 – 11.45 Uhr NIRS-basierte Detektion und Entfernung von Pyrrolizidinalkaloidhaltigen Unkräutern
aus Arznei- und Gewürzpflanzen nach der Ernte
*Dr. Nanina Tron, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz*

11.45 – 12.05 Uhr Ergebnisse von mehrjährigen Versuchen zu Polyzyklischen Aromatischen
Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wurzeldrogen
Bauke van der Veen, VNK B.V., Niederlande

Preisverleihungen

12.05 – 12.20 Uhr Bericht und Verleihung des GFS-Ehrenpreises
*Doz. h.c. Dr. Bernd Hoppe,
Gemeinnützige Forschungsvereinigung Saluplanta (GFS)[®] e.V. Bernburg*

12.20 – 12.35 Uhr Verleihung des SALUPLANTA-Ehrenpreises
Dr. Wolfram Junghanns, SALUPLANTA e.V.

12.35 – 13.35 Uhr Mittagspause

II. Charakterisierung und arzneiliche Nutzung von Pflanzen

13.35 – 13.55 Uhr *Peronospora salviae-officinalis* - neue Erkenntnisse zu Infektionsbiologie,
Epidemiologie und Wirtsspektrum
*Dr. Wolfgang Maier, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für
Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik*

13.55 – 14.15 Uhr Die Salbeiblüte und ihre Produkte – Gewinnung, chemische Zusammensetzung
und Wirkung
*Sebastian Gericke, Technische Universität Dresden, Professur für Spezielle
Lebensmittelchemie und Lebensmittelproduktion*

14.15 – 14.35 Uhr Arzneipflanzen für die Onkologie – Arten, Inhaltsstoffe und Anwendungen
Prof. Dr. Michael Keusgen, Philipps-Universität Marburg, Dekanat Pharmazie

14.35 – 14.55 Uhr SAYE – Die Geschichte einer Phytomedizin gegen Malaria
Prof. Dr. Johannes Novak, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich

14.55 – 15.55 Uhr Kaffeepause mit Besichtigung der Poster

15.55 – 16.15 Uhr Gefleckter Schierling (*Conium maculatum* L.) – Wirksame Heilpflanze oder tödliches
Gift?
*Dr. Ulrike Lohwasser, Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
(IPK)*

16.15 – 16.35 Uhr Phytochemische Charakterisierung komplexer Naturstoffgemische aus
Wundklee (*Anthyllis vulneraria* L.)
Dr. Peter Lorenz, WALA Heilmittel GmbH

- 16.35 – 16.55 Uhr Die Krummhübler Laboranten – die ersten Profis in der Kräuterbranche?
Dr. Jerzy Jambor, Polish Herbal Committee Poznań, Phytopharm Kleka S.A.
- 16.55 – 18.10 Uhr **Mitgliederversammlung SALUPLANTA e.V.**
- 19.30 – 24.00 Uhr **Abendveranstaltung im Tagungssaal**

Mittwoch, 19. Februar 2020

III. Anbau und Züchtung von Arznei- und Gewürzpflanzen

- 08.30 – 08.50 Uhr Hanfanbau in Österreich
Rudolf Marchart, Waldland International GmbH, Friedersbach
- 08.50 – 09.10 Uhr Hanf: Ökologische Kulturpflanze mit Potential als Heil- und Gewürzpflanze für die tierische Ernährung
Bernd Frank, BaFa Neu GmbH, Malsch
- 09.10 – 09.30 Uhr Verbesserung des Ertragspotentials und des Ätherischölgehaltes bei Kümmel (*Carum carvi* L.)
Daniel Becker, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen
- 09.30 – 10.30 Uhr Pause**
- 10.30 – 10.50 Uhr Einsatz von LED-Technik im Gewächshausanbau von Arznei- und Gewürzpflanzen: Auswirkung auf Ertrag und Qualität von Thymian (*Thymus vulgaris* L.)
Jenny Tabbert, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
- 10.50 – 11.10 Uhr Der Einfluss verschiedener Temperaturen auf den Trocknungsverlauf und die Qualität von Grünhafer (*Avena sativa* L.)
Dr. Sebastian Awiszus, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik

IV. Witterung und Pflanzenschutz

- 11.10 – 11.30 Uhr Wetter und Klima im Wandel – Was wissen wir und was nicht?
Falk Bötcher, Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Leipzig
- 11.30 – 11.50 Uhr Perspektiven bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Heil- und Gewürzpflanzen
Frances Karlstedt, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
- 11.50 – 12.50 Uhr Mittagspause**

V. Insekten in Beständen von Arznei- und Gewürzpflanzen

- 12.50 – 13.20 Uhr Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen – Ein Instrument zur Förderung der Biodiversität
Dr. Andréé Hamm, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
- 13.20 – 13.45 Uhr Sind die Bienen noch zu retten? Potentiale des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus zur Wildbienenförderung
Henri Greil, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Bienenschutz
- 13.45 – 14.00 Uhr Schlusswort**
Dr. Frank Marthe, SALUPLANTA e.V.

Pyrrrolizidinalkaloide – unkalkulierbares Risiko oder beherrschbares Alltagsproblem?

*Prof. Dr. Martin Tegtmeier, Schaper & Brümmer GmbH & Co. KG, Herstellungsleitung,
Bahnhofstr. 35, 38259 Salzgitter, martin.tegtmeier@schaper-bruemmer.de*

Die toxikologische Relevanz von Pyrrrolizidinalkaloiden (PA) erreichte vor gut drei Jahrzehnten schon einmal eine größere Bedeutung in der Öffentlichkeit. Aufgrund der erkannten Gesundheitsgefährdung durch PA durften Arzneipflanzen wie Beinwell (*Symphytum officinale*) und Pestwurz (*Petasites hybridus*), welche diese Inhaltsstoffgruppe genuin enthalten, anschließend nur unter strengen Auflagen weiter therapeutisch verwendet werden.

Untersuchungen aus den vergangenen Jahren belegen nun, dass auch andere im Arznei- oder Lebensmittelbereich genutzte Pflanzen und sogar Pflanzenteile enthaltende Naturprodukte wie Honig mit Blütenpollen ein potenzielles PA-Risiko besitzen können, wenn Verunreinigungen mit PA-haltigen Beikräutern vorliegen. Die anfänglich zu beobachtende Unsicherheit über die Dimension des Problems und die Ohnmacht bei seiner Lösung weichen durch umfangreiche Prüfungen zunehmend einer rationalen Betrachtung des tatsächlichen Risikos verbunden mit Maßnahmen zu seiner Beherrschung. Dabei spielt eine Auswertung des klinischen Alltages in Hinblick auf das Auftreten von akuten und chronischen toxikologischen Verläufen eine wichtige Rolle. Glücklicherweise wird der aktuelle Wissensstand nicht von (lebensbedrohenden) Vergiftungen dominiert, welche durch PA-enthaltende Beikräuter ausgelöst werden.

Zu einem zentralen Faktor bei der sachlichen Bearbeitung des Themas entwickelte sich die von den Pharmaverbänden initiierte Datensammlung von PA-Gehalten in Arzneidrogen, welche auch von den zuständigen Behörden eine hohe Wertschätzung erfährt. Inzwischen kann zwischen gefährdeten und weniger bis kaum betroffenen Arzneipflanzen differenziert werden. Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Sammlung und Ernte zeigen ebenfalls Erfolge. Der intensive Dialog zwischen Pflanzenproduzenten, der verarbeitenden Industrie wie beispielsweise Extraktherstellern und den in der Vermarktung tätigen Unternehmen sowie anerkannten Forschungsinstitutionen ermöglicht gemeinsame Projekte zum Verständnis des Vorkommens der Beikräuter in Kultur und Sammlung.

Das klar formulierte Ziel besteht in der Bereitstellung von Ernten, welche möglichst keine PA-Beikräuter enthalten, dies bedeutet (Anbau-)Flächen ohne PA-haltige Beikräuter und Erntetechniken, welche PA-Kräuter nicht sammeln oder abtrennen können. Ein vermutlich einfacher Weg mit dem Einsatz von für PA-Beikräuter selektiven Herbiziden ist nur begrenzt möglich und scheidet bei arzneilich genutzten Pflanzen aus.

Es ist zu erwarten, dass die kontinuierlichen Fortschritte in der Analytik die bisherige Datelage nicht nur verdichten sondern gegebenenfalls auch in Teilen revidieren werden. Zusätzlich werden die laufenden präklinischen Untersuchungen Informationen über die tatsächlich bestehende toxikologische Potenz einzelner PA und damit auch deren Ursprungspflanze liefern. Dies wird dazu führen, dass etablierte Bewertungsschemata unter Bezugnahme auf die aktuell anerkannten Leitsubstanzen in der Analytik und der Toxikologie durch aussagekräftigere Modelle abgelöst und damit bisherige Grenzwerte neu festgelegt werden können. Es ist absehbar, dass auch in Zukunft Pflanzenmaterial bereitstehen wird, welches die Anforderungen an PA-Vorgaben erfüllt. Der dafür notwendige Aufwand dürfte sich aber eher nicht im Markt refinanzieren lassen.

Literatur:

1. Neuman, M.G. et al., Hepatotoxicity of pyrrolizidine alkaloids. *J Pharm Pharm Sci* 2015, 18, 825-828
2. Schulz, M. et al., Detection of pyrrolizidine alkaloids in German licensed herbal medicinal teas. *Phytomedicine* 2015, 22, 648-656
3. Dittrich, H. et al., Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung von Kontaminationen pflanzlicher Arzneimittel mit Pyrrolizidinalkaloiden. *Pharm Ind* 2016, 78, 836-845;
4. Grohs, B. et al., Pyrrolizidinalkaloide in pflanzlichen Arzneimitteln. *Pharm Ind* 2016, 78, 1319-1322
5. Merz, K.H. et Schrenk, D., Interim relative potency factors of the toxicological risk assessment of pyrrolizidine alkaloids in food and herbal medicines. *Toxicol Lett* 2016, 263, 44-57
6. Statement EFSA/2017/4908, Risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements.
7. Stellungnahme BfR 017/2019, Pyrrolizidinalkaloidgehalt in getrockneten und tiefgefrorenen Gewürzen und Kräutern zu hoch.
8. EMA/HMPC 2019, Update to public statement on contamination of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products with pyrrolizidine alkaloids (EMA/HMPC/328782/2016).

Qualität von pflanzlichen Ausgangsstoffen und Arzneimitteln: Was gibt es Neues im Europäischen Arzneibuch?

Dr. Barbara Steinhoff, Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH), Ueberstr. 71-73, 53173 Bonn, steinhoff@bah-bonn.de; www.bah-bonn.de

Pflanzliche Arzneimittel müssen grundsätzlich dieselben Qualitätsanforderungen erfüllen wie alle anderen Arzneimittel auch. Das Europäische Arzneibuch (Ph.Eur.) ist eine Einrichtung des Europarates und wird vom European Directorate for the Quality of Medicines & Healthcare (EDQM) in Straßburg herausgegeben. Seine Regeln werden von der Europäischen Arzneibuch-Kommission beschlossen und sind in Deutschland nach § 55 AMG verbindlich. So enthält das Arzneibuch auch für pflanzliche Ausgangsstoffe und Zubereitungen die grundlegenden Regeln für die Qualität in Form von Monographien sowie die Methoden zur entsprechenden Prüfung. Vor der Bekanntmachung bzw. dem Inkrafttreten der Regelungen werden die Entwürfe der entsprechenden Monographien oder Kapitel im Publikationsorgan „Pharmeuropa“ den Fachkreisen zur Kenntnis gegeben, die innerhalb einer dreimonatigen Frist zu den Entwürfen Stellung nehmen können und im Bedarfsfall begründete Änderungen vorschlagen können.

Das seit vielen Jahren im Arzneibuch enthaltene Kapitel 2.8.13 [1] „Pestizidrückstände“ enthält eine Liste von etwa 70 Stoffen mit entsprechenden Grenzwerten. Nicht in dieser Liste aufgeführte, jedoch potentiell in pflanzlichem Material vorkommende Stoffe werden nach der europäischen Verordnung (EG) 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen beurteilt [2], deren Anhänge fortlaufend aktualisiert werden. In eine Datenbankauswertung zum Vorkommen von Pflanzenschutzmittelrückständen [3] wurden insgesamt ca. 3,4 Millionen Datensätze von 376 pflanzlichen Drogen aus den Jahren 2011 bis 2016 einbezogen. Die Ergebnisse sollen Hersteller pflanzlicher Arzneimittel in ihren Überlegungen unterstützen, welche Substanzen relevant sind und welche Prüffrequenzen angemessen sind. Eine Änderung des Arzneibuch-Kapitels „Pestizidrückstände“ ist nicht vorgesehen.

Die allgemeine Monographie „Ätherische Öle“ wird derzeit komplett überarbeitet, wobei u.a. Prüfungen auf Kontaminanten wie Schwermetalle, Pestizide und Aflatoxine aufgenommen werden sollen. Eine Datenbankauswertung der Arzneipflanzen-verarbeitenden Industrie [4] belegt, dass für ätherische Öle kein Risiko einer Schwermetallkontamination zu bestehen

scheint und eine Routineprüfung daher nicht notwendig ist. Des Weiteren zeigen Datenbankauswertungen [5], dass die Wahrscheinlichkeit einer Pestizidbelastung von ätherischen Ölen extrem gering ist, weshalb, abgesehen von wenigen Verdachtsfällen oder bei nachgewiesener Anwendung eines Mittels, eine Routineprüfung für ätherische Öle auch im Hinblick auf die Neufassung der Ph.Eur.-Monographie für nicht erforderlich gehalten wird.

Seit mehreren Jahren ist die Hochleistungsdünnschichtchromatographie (High-performance thin-layer chromatography, HPTLC) [6] für die Identitätsprüfung pflanzlicher Drogen und Drogenzubereitungen fester Bestandteil von Individualmonographien des Arzneibuchs. Eine Gehaltsbestimmung durch Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) wurde in die neuen Monographien „Roskastaniensamen“ [7] und „Eingestellter Roskastaniensamentrockenextrakt“ [8] aufgenommen, die damit die bisherigen Monographien des Deutschen Arzneibuchs (DAB) mit ihren photometrischen Gehaltsbestimmungen ablösen. Durch die spezifischere HPLC-Bestimmung ändern sich auch die ermittelten Gehaltswerte entsprechend. So sieht die neue Monographie zum Extrakt eine Standardisierung auf 6,5 bis 10 % Triterpenglykoside berechnet als Protoaescigenin vor. An diesem Beispiel wird deutlich, dass, wenn eine geänderte Bestimmungsmethode zu einer Modifizierung der Deklaration eines standardisierten Extraktes führt, auch die Monographie des Herbal Medicinal Products Committee (HMPC) entsprechend angepasst werden muss, die die Grundlage für die behördliche Zulassung darstellt. Auch bei den in Arbeit befindlichen neuen Arzneibuch-Monographien zu Senesblättern und Senesfrüchten sowie deren Zubereitungen sind entsprechende Konsequenzen zu erwarten.

Für die Erfassung potentieller Kontaminationen pflanzlicher Drogen mit Pyrrolizidinalkaloiden (PA) ist eine Ph.Eur.-Rahmenmonographie erarbeitet worden [9], die exemplarisch eine Methode mit Validierungskriterien aufführt und einen Prüfumfang von 28 Substanzen vorsieht.

Literatur

- [1] *Pesticide residues, general chapter 2.8.13. Ph. Eur. 10th Edition. Strasbourg, France: Council of Europe; 2019.*
- [2] *Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union L 70/1; 16. März 2005.*
- [3] *Klier B, Häfner E, Albert H, Binder G, Knödler M, Kühn M. et al. Pesticide residues in herbal drugs: Evaluation of a database. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 2019; 15: 100223.*
- [4] *Albert H, Klier B, Knödler M, Steinhoff B. Findings on the heavy metal content in herbal drugs and essential oils – an update. Pharmeuropa Bio & SN August 2018: 62-111.*
- [5] *Klier B, Knödler M, Peschke J, Riegert U, Steinhoff B. Pesticide residues in essential oils: Evaluation of a database. Pharmeuropa Bio & SN, October 2015, 131-149.*
- [6] *High-performance thin-layer chromatography of herbal drugs and herbal drug preparations (2.8.25). Ph. Eur. 10th Edition. Strasbourg, France: Council of Europe; 2019.*
- [7] *Horse-chestnut Ph. Eur. 10th Edition. Strasbourg, France: Council of Europe; 2019.*
- [8] *Horse-chestnut dry extract, standardised. Ph. Eur. 10th Edition. Strasbourg, France: Council of Europe; 2019.*
- [9] *Pyrrolizidine alkaloids in herbal drugs (2.8.26) Pharmeuropa 32.1 (Dezember 2019).*

NIRS-basierte Detektion und Entfernung von Pyrrolizidinalkaloidhaltigen Unkräutern aus Arznei- und Gewürzpflanzen nach der Ernte

Dr. Nanina Tron¹, Georg Maier², Henning Schulte², Dr. Andrea Krähmer¹

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, nanina.tron@julius-kuehn.de, www.julius-kuehn.de // ² Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), Fraunhoferstr. 1, 76131 Karlsruhe

Pyrrolizidinalkaloide (PAs) sind unter anderem lebertoxisch wirkende, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die einigen Pflanzen zum Schutz vor Fraßfeinden dienen und als ungewollte Beiernte in pflanzliche Produkte gelangen. Inzwischen wurden strenge PA-Grenzwerte vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) publiziert, da besonders in Bio- und Kindertees, sowie Gewürzpflanzen zum Teil sehr hohe Alkaloid-Belastungen nachgewiesen wurden. Durch diese Grenzwerte genügen unter Umständen vier bis fünf PA-bildende Pflanzen des Gemeinen Greiskrauts (*Senecio vulgaris*) je Hektar Anbaufläche, um die Verkehrsfähigkeit einer Tonne Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP) zu gefährden.

Mit der Entwicklung einer automatisierten, der Ernte nachgelagerten Detektion und Abtrennung der potentiell toxischen PA-Beikräuter auf Basis von Hyperspektral-Nah-Infrarot-Spektroskopie (hyperspektral-NIRS) in Kombination mit einer gekoppelten Sortiereinheit (über Druckluftimpulse), kann eine ökonomisch effiziente Alternative der Qualitätskontrolle, zur aktuellen engmaschigen Feldkontrolle und zu mechanischem Unkrautentfernen geschaffen werden.

Ähnliche Systeme sind bereits in der Kunststoff-Abfallsortierung bzw. der Qualitätskontrolle von Weinbeeren etabliert. Mit einer solchen automatisierten Sortiertechnik ließen sich die gesundheitlichen Risiken durch PA-verunreinigte AGPs für die Anbauer und Verarbeiter effizient reduzieren. Dies würde auch eine Sicherung der qualitativ hochwertigen und konkurrenzfähigen Produktion pflanzlicher Arzneimittel in Deutschland bedeuten.

Als Versuchskulturen wurden hier die AGPs Melisse (*Melissa officinalis*), Pfefferminze (*Mentha piperita* x ‚Multimentha‘) und Brennnessel (*Urtica dioica*), gegenüber dem weitverbreiteten PA-bildenden Gemeinen Greiskraut (*Senecio vulgaris*) untersucht. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass eine Klassifizierung dieser Pflanzenarten mittels NIR-Spektroskopie zuverlässig möglich ist. Dies gilt in gleichem Maße für das frisch geerntete Pflanzenmaterial der Zielkulturen, als auch für die entsprechenden Drogen. Um jedoch hyperspektrale Bildauswertungen auch in Echtzeit durchführen zu können, müssen die zu verarbeitenden Datenmengen drastisch reduziert werden. Um dies zu erreichen, müssen die entscheidenden artspezifischen, spektralen Merkmale (Faktoren) nun mittels multifaktorieller Datenanalyse identifiziert und verifiziert werden. Damit möglichst breit einsetzbare Modelle entwickelt werden können, muss auch die Vergleichbarkeit der Spektren unter verschiedenen Bedingungen (Messgerät, Temperatur, Restfeuchte etc.) untersucht werden. Weitere Versuche über verschiedene Trocknungsstadien und mit verschiedenen Sensoren sind geplant, um möglichst stabile artspezifische, charakteristische Spektralbereiche identifizieren zu können. Sind diese Merkmale identifiziert und validiert, werden sie in den Steuerungsmodellen der automatisierten Sortieranlage zum Einsatz kommen.

Das Verbundprojekt „Detektion und Entfernung von Pyrrolizidinalkaloid-haltigen Unkräutern aus Kulturpflanzen nach der Ernte - PA-NIRSort“ wird aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über seinen Projektträger, die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Förderkennzeichen [22013216](https://www.fnr.de/22013216)) gefördert.

Ergebnisse von mehrjährigen Versuchen zu Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wurzeldrogen

Bauke van der Veen, VNK B.V., Loofklapper 25-27, 8256 SL Biddinghuizen, Niederlande

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind eine Gruppe von mehr als hundert Verbindungen, die in unserer Umwelt allgegenwärtig sind. Einige dieser PAK sind als krebs-erzeugend, erbgutverändernd und teratogen bekannt. In getrockneten Kräutern, die in den Niederlanden und in anderen europäischen Ländern kultiviert wurden, wurden PAK nachgewiesen, die über den von der EU (EU, 2015) festgelegten Höchstgehalten in getrockneten Kräutern lagen für Benzo (a) pyren (BaP) und der Summe der vier folgenden PAK: BaP Benzo [a] anthracen (BaA), Benzo [b] fluoranten (BbF) und Chrysen (Chr) (Σ PAH4). Die Herkunft dieser PAK in Kräutern ist unbekannt. VNK kultiviert, erntet und trocknet Kräuter einschließlich Baldrian und möchte die PAK-Quelle identifizieren, um die EU-Grenzwerte für PAK in Kräutern einzuhalten. Ziel der vorliegenden Studie war es, die in der Baldrianwurzel gefundene PAK-Quelle zu identifizieren und mögliche Maßnahmen zur Verringerung der PAK-Konzentration in der Baldrianwurzel zu ermitteln.

Es wurde ein Topfversuch in einem Gewächshaus über eine Dauer von 9 Monaten durchgeführt, bei dem Baldrian auf unversehrttem Boden und auf einem frisch kontaminiertem Boden mit geringen Anteilen an BaP, BaA, BbF und Chr im Bereich von 50-1000 $\mu\text{g} / \text{kg dw}$ kultiviert wurde. Das Akkumulationspotential der vier PAK (PAK4) in Baldrian wurde bewertet, und für jedes PAK4 wurde ein linearer Anstieg der PAK-Gehalte in der Baldrianwurzel mit zunehmenden PAK-Konzentrationen im Boden beobachtet. Die Biokonzentrationsfaktoren (BCF), die aus den frisch versetzten Böden erhalten wurden, variierten zwischen 0,39 für BaP und 1,9 für Chr, und der BCF für die unversehrten Böden, die niedrige PAH-Hintergrundwerte enthielten, variierten zwischen 0,44 für BaP und 1,19 für Chr. Zusätzlich wurde beobachtet, dass die kleinen Wurzeln der Baldrianwurzel höhere PAK-Spiegel enthielten als das Herz der Baldrianwurzel.

Zusammenfassend zeigte die vorliegende Studie, dass Böden, die PAH4 in geringen Mengen enthalten, über die Aufnahme von PAK aus dem Boden in die Baldrianwurzel eine wahrscheinliche Quelle für PAH in der Baldrianwurzel sein können. Außerdem tragen an der Baldrianwurzel anhaftender Boden und mit Baldrianwurzel eingekapselte Granulate ebenfalls zu den PAK-Gehalten in der Baldrianwurzel bei. Reduktionsmaßnahmen für PAK in Baldrianwurzeln können sich am besten auf die Reduktion von Bodenpartikeln konzentrieren, die an Wurzeloberflächen anhaften, die PAK-Konzentration im Boden (Wasser) senken und die Bioverfügbarkeit von PAK aus dem Boden verringern. Es wird jedoch empfohlen, zunächst eine Feldstudie zur Aufnahme von PAK aus dem Boden in die Baldrianwurzel durchzuführen, um zu untersuchen, inwieweit die im Topfversuch erhaltenen Ergebnisse den Feldbedingungen ähneln.

Aus der Arbeit von GFS® e.V. Bernburg

Doz. h.c. Dr. Bernd Hoppe, Vorsitzender Gemeinnützige Forschungsvereinigung Saluplanta (GFS)® e.V. Bernburg, Prof.-Oberdorf-Siedlung 16, 06406 Bernburg, gfs.ev@t-online.de

Entscheidend für die weitere Entwicklung des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen sind nach wie vor die Faktoren Wissenschaft, Forschung Anbauberatung und Bildung. Einen Beitrag dazu leistet die 1999 gegründete Gemeinnützige Forschungsvereinigung Saluplanta e.V. (GFS) Bernburg.

Derzeit wird das Handbuch Band 3: „Krankheiten und Schädigungen an Arznei- und Gewürzpflanzen“ aktualisiert, da insbesondere in den letzten Jahren viele neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Phytopathologie vorliegen. Die Veränderungen in der Taxonomie in den letzten Jahren erhöhen den Arbeitsaufwand erheblich. Geplant ist die Druckreife des Werkes bis 31.12.2021.

Zur Realisierung dieses anspruchsvollen Zieles wurde zwischen dem Präsidenten des Julius Kühn-Institutes Quedlinburg Prof. Dr. Frank Ordon und dem Vorsitzenden GFS e.V. Bernburg Dr. Bernd Hoppe im Dezember 2019 eine Vereinbarung zur gemeinsamen Herausgeber-schaft des Bandes 3 abgeschlossen.

Gliederung Band 3 NEU:

- 3.1 Allgemeiner Teil
 - 3.1.1 Abiotische Schäden
 - 3.1.2 Virosen
 - 3.1.3 Bakteriosen einschl. Phytoplasmosen
 - 3.1.4 Mykosen
 - 3.1.5 Schmarotzerpflanzen
 - 3.1.6 Tierische Schaderreger
- 3.2 Spezieller Teil

Krankheiten und Schädigungen an den einzelnen Arten
von *Ackerschachtelhalm* (*Equisetum arvense* L.) bis Zwiebel-Wildarten (*Allium* spec.).

Am Band 3 arbeiten derzeit:

- Abiotische Schäden: Dipl.-Ing. H. Blum, Dr. B. Hoppe,
- Virosen: Dr. F. Rabenstein,
- Bakteriosen einschl. Phytoplasmosen: Prof. Dr. K. Naumann,
- Mykosen: Dr. U. Gärber, Dr. J. Gabler, Dr. A. Kusterer,
- Schmarotzerpflanzen: Prof. Dr. K. Hammer,
- Tierische Schaderreger: Dr. E. Schliephake und Prof. Dr. M. Hommes.

In Erarbeitung ist auch ein Ergänzungsband 6 „Arznei- und Gewürzpflanzen A – Z“, in dem in den Bänden 4 und 5 nicht erfasste Arten abgehandelt werden.

Band 6 Gliederung für Arten:

- a. Verwendung und Inhaltsstoffe
- b. Botanik
- c. Klima- und Bodenansprüche
- d. Stellung in der Fruchtfolge
- e. Herkünfte bzw. Sorten
- f. Anbautechnik
 - Bestellung: (Bodenvorbereitung, Keimung, Saatgutbehandlung, Aussaat, Pflanzgutgewinnung, Pflanzung etc.) // Pflegemaßnahmen // Düngung // Beregnung // Pflanzenschutz/Krankheiten und Schädlinge
- g. Ernte und Nacherntebehandlung
- h. Ökonomik

Zum Stand der Arbeiten Band 6 Handbuch Arznei- und Gewürzpflanzenbau:

Monografien in Erarbeitung:

- Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel) Dipl.-Biol. Susanne Wahl
- Erdrauch (*Fumaria officinalis* L.) Dipl.-Biol. Susanne Wahl
- Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus* L.) Dipl.-Ing. Brigitte Mikus-Plescher
- Rosenwurz (*Rhodiola rosea* L.) Dr. Hans-Jürgen Hannig, Dr. Andreas Plescher
- Kalmus (*Acorus calamus* L.) Dr. Hans-Jürgen Hannig
- Mutterkraut (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip.) Dr. Hans-Jürgen Hannig
- Edelweiß (*Leontopodium alpinum* (Cass.) Dr. Christoph Carlen
- Echte Edelraute (*Artemisia umbelliformis* Lam.) Dr. Christoph Carlen
- Beifuss, einjährig (*Artemisia annua* L.) Dr. Christoph Carlen
- Süßkraut (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.) Prof. Dr. Ralf Pude
- Prof. Dr. Eberhard Teuscher, Prof. Dr. Karl Hammer
- Resede (*Reseda luteola* L.) Dr. Lothar Adam
- Efeu (*Hedera helix* L.) Dr. Adrian Kranvogel
- Rucola (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC) Prof. Dr. J. Pölitz
- Winterheckenzwiebel (*Allium fistulosum* L.) Prof. Dr. J. Pölitz
- Sauerampfer (*Rumex rugosus* Campd.) Prof. Dr. J. Pölitz
- Schnittsellerie (*Apium graveolens* L.) Prof. Dr. J. Pölitz

Vorliegende Monografien:

- Weidenröschen (*Epilobium parviflorum* Schreb. u.a. ssp.) Dr. Christian Röhrich
- Weinlaub (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera* L.) Dr. Hansjörg Hagels, Prof. Dr. Ernst Rühl
- Immergrün (*Vinca minor* L.) PhD Krisztina Szabo
- Quecke (*Agropyron repens* (L.) P.Beauv.) PhD Sara Kindlovits
- Koloquinte (*Citrullus colocynthis* (L.) Schrad.) Dr. Christoph Grunert u.a.
- Hopfen (*Humulus lupulus* L.) Dr. Florian Weihrauch u.a.
- Heilziest (*Betonica officinalis* L.) Dr. Christian Röhrich
- Süßholz (*Glycyrrhiza glabra* L.) Dr. Beata Gosztola
- Pastinak (*Pastinaca sativa* L.) Prof. Dr. Nazim Gruda, Universität Bonn

Für die Erarbeitung des Handbuches Band 3 und 6 werden derzeit noch kompetente Autoren zur Mitarbeit gesucht, die entsprechende Ergänzungen bzw. weitere Arten einbringen möchten.

Ziel ist es, eine **englischsprachige Ausgabe** herauszubringen, da es aus vielen Ländern die Nachfrage nach einer englischsprachigen Ausgabe gibt (wie Bulgarien, Chile, Indien, Japan, Polen, Rumänien, Russland und Ungarn).

Offen sind die Übersetzungskosten der Bände 1, 2, 4 und 5 in die englische Sprache, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich um eine fachspezifische Übersetzung eines wissenschaftlichen Werkes handelt. Die Übersetzungskosten liegen bei 199.000 Euro netto (vorliegendes Angebot der Firma probicon Berlin 2019). Entsprechende Sponsoren konnten bisher nicht gewonnen werden.

Die Mitarbeit von weiteren Autoren, die zu den Bänden 3 und 6 vorgesehenen Inhalten entsprechende Ergänzungen, weitere Arten etc. haben, ist ausdrücklich erwünscht.

Bitte kontaktieren: Dr. Bernd Hoppe: gfs.ev@t-online.de

oder per Telefon +49 3471 352833.

***Peronospora salviae-officinalis* - neue Erkenntnisse zu Infektionsbiologie, Epidemiologie und Wirtsspektrum**

Mascha Hoffmeister, Dr. Yvonne Becker, Dr. Wolfgang Maier, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig, wolfgang.maier@julius-kuehn.de

Seit einigen Jahren ist Falscher Mehltau der bedeutendste Schaderreger im Salbeianbau in Deutschland. Der Verursacher dieser Krankheit, *Peronospora salviae-officinalis*, wurde 2009 als neue Art beschrieben, mit Echtem Salbei (*Salvia officinalis*) als einzigem Wirt. Da der Erreger den Salbeianbau in Deutschland gefährdet, sollten im Rahmen eines durch das Bundeslandwirtschaftsministerium geförderten Projektes (Förderkennzeichen [22006411](#)) die wissenschaftlichen Grundlagen für die Kontrolle des Erregers geschaffen werden. Hierzu sollten insbesondere die Infektionsbiologie und Epidemiologie des Erregers im Detail aufgeklärt und der Krankheitsverlauf unter kontrollierten Bedingungen reproduziert und mittels geeigneter Mikroskopiertechniken dokumentiert werden. Mittels Monitoring sollte zudem die Verbreitung des Pathogens im deutschen Salbeianbau nachvollzogen werden. Des Weiteren wurden morphologische und molekularphylogenetische Untersuchungen an *P. salviae-officinalis* und anderen auf Lippenblütlern, insbesondere auf anderen Salbei-Arten vorkommenden Falschen Mehltauen durchgeführt. Hierdurch sollten die Artgrenzen dieser Erreger genauer geklärt werden, welche eine hohe Relevanz für ihr Potential als potentielle Inokulumquelle haben.

Um die Infektionsbiologie des Erregers besser zu verstehen, wurde zunächst eine ständige Erregerhaltung des obligat biotrophen *Peronospora salviae-officinalis* auf seinem Wirt *S. officinalis* in Klimakammern etabliert und optimiert. Mit frischem Inokulum aus der Erregerhaltung wurden anschließend standardisierte Infektionsversuche in Klimaschränken durchgeführt. Zunächst wurde untersucht, ob eine 24-stündige Dunkelinkubation nach der Inokulation, wie sie bei Falschen Mehltauen üblicherweise eingesetzt wird, zwingend nötig ist für eine erfolgreiche Infektion von Salbei. Unsere Versuche zeigten, dass *P. salviae-officinalis* keine Dunkelinkubation benötigt, um Salbei zu infizieren. Es kann bei Infektionsversuchen direkt mit einem 12-Stunden hell-dunkel-Rhythmus gestartet werden. Die Ergebnisse zeigten außerdem, dass eine initiale Blattnässedauer von 3 Stunden für eine Infektion ausreicht, *P. salviae-officinalis* aber zwingend ein weiteres Ereignis hoher Luftfeuchtigkeit am Ende des Infektionszyklus benötigt, um zu sporulieren. Versuche unter verschiedenen Inkubationstemperaturen (5, 10, 15, 20 und 25 °C) zeigten, dass bei 20 und 25 °C die Entwicklung von symptomatischer und sporulierender Blattfläche am frühesten einsetzt (4dpi), bei 10 °C am spätesten. Sporulierende und symptomatische Blattfläche waren bei Temperaturen von 15-20 °C am höchsten. Bei einer Inkubationstemperatur von 5 °C konnten innerhalb eines 14-tägigen Beobachtungszeitraums keine Sporulation oder Blattflecke beobachtet werden. Um zu überprüfen, ob *P. salviae-officinalis* Salbei bei 5 °C tatsächlich nicht infizieren kann oder Salbei infiziert und dann latent vorliegt, wurden die Pflanzen der 5 °C-Variante nach Beendigung des Versuchs bei 25 °C weiter inkubiert. Bereits nach 2 Tagen bei 25 °C konnte bei den Pflanzen der 5 °C-Variante das Einsetzen der Sporulation beobachtet werden. Dies zeigt, dass *P. salviae-officinalis* Salbei auch bei Temperaturen von 5 °C infizieren kann, das Gewebe schon teilweise kolonisiert und dann schnell Inokulum bildet, wenn die Temperaturen ansteigen. Für den Salbeianbau in gemäßigten Breiten bedeutet dies, dass Salbei fast über das ganze Jahr hinweg mit *P. salviae-officinalis* infiziert werden kann. Im Rahmen der Infektionsversuche konnte auch die Bildung von Oosporen induziert werden. Diese werden bei Temperaturen zwischen 15 und 25 °C in symptomatischem Blattgewebe gebildet.

Um den zeitlichen und zellulären Verlauf des Infektionsprozesses von *P. salviae-officinalis* an Salbei zu beobachten, wurden zu verschiedenen Zeitpunkten Blattproben von inokulierten Pflanzen für die konfokale Laserscanningmikroskopie gefärbt. Die Zellwände von Oomyceten

bestehen im Gegensatz zu denen Echter Pilze nicht überwiegend aus Chitin, sondern aus Zellulose. Daher musste eine Färbemethode gefunden werden, welche die *P. salviae-officinalis*-Strukturen mit ausreichend Kontrast zu den ebenfalls Zellulose enthaltenden pflanzlichen Zellen färbt. Bei der von uns etablierten Methode werden die Blattproben zunächst in einer aufsteigenden Ethanolreihe dehydriert, dann in einer absteigenden Ethanolreihe rehydriert und anschließend drei Stunden in KOH inkubiert, um die Blätter bestmöglich zu entfärben. Anschließend werden sie mit einer 1:1 Mischung aus Anilin- und Trypanblau mittels Vakuuminfiltration in einem Exsikkator gefärbt. Mit besagter Färbemethode konnte der gesamte Infektionsprozess von *P. salviae-officinalis* an Salbei, von der Anheftung der Konidien bis zur erneuten Sporulation, beobachtet und dokumentiert werden.

Das Monitoring wurde in den Jahren 2016 und 2017 auf 8 ökologisch bewirtschafteten Flächen durch Ökoplant e.V. durchgeführt. Außerdem wurde ein intensiv wirtschaftender Betrieb mit integriertem Pflanzenschutz parallel zum Monitoring betreut. Dabei konnte in allen untersuchten Salbeibeständen *P. salviae-officinalis* nachgewiesen werden. Der durch *P. salviae-officinalis* verursachte Schaden war im intensiv wirtschaftenden Betrieb trotz Einsatz von Pflanzenschutzmitteln am größten.

Um zu klären, ob die rasche weltweite Verbreitung von *P. salviae-officinalis* durch Saatgutverbreitung des Erregers erfolgt sein könnte, wurde Salbeisaatgut unterschiedlicher Herkunft auf Kontaminationen mit *P. salviae-officinalis* getestet. Die Untersuchung des Saatguts erfolgte zum einen molekularbiologisch mittels DNA-Extraktion, PCR, Sequenzierung und Sequenzvergleich, zum anderen mittels einer Saatgutwaschmethode die ursprünglich für Tilletia-Brandsporen an Weizen konzipiert wurde. In allen acht untersuchten Saatgutproben konnte DNA von *P. salviae-officinalis* nachgewiesen werden. Außerdem wurden mit der Saatgutwaschmethode Oosporen aber auch Konidien und Konidienträger in den Saatgutpartien nachgewiesen. Belastetes Saatgut könnte somit die Ursache der schnellen weltweiten Verschleppung der Krankheit sein und auch die Ursache dafür, dass in unserem deutschlandweiten Monitoring sämtliche untersuchten Anbauflächen einen Befall aufwiesen, auch neu gesäte Flächen.

Die morphologischen und molekularphylogenetischen Untersuchungen ergaben, dass der Falsche Mehltau an Muskatellersalbei (*S. sclarea*) konspezifisch mit *P. salviae-officinalis* ist und somit *S. sclarea* einen weiteren Wirt für *P. salviae-officinalis* darstellt. Dagegen handelt es sich bei dem Falschen Mehltau an Wiesensalbei (*S. pratensis*) um eine bislang unbekannte Art, die gegenwärtig von uns beschrieben wird. Diese Ergebnisse legen nahe, dass der in Deutschland in bestimmten Regionen verbreitete Wiesensalbei keine Rolle als Inokulum für Echten Salbei spielt. Neben den Falschen Mehltauen an Wiesen- und Muskatellersalbei wurden auch weitere Proben von *Peronospora*-Arten an anderen Lippenblütlern morphologisch und molekularphylogenetisch untersucht. Darunter auch Proben von *Peronospora belbahrii* s. l. an Basilikum (*Ocimum basilicum*) und Buntnessel (*Plectranthus scutellarioides*, Coleus). Es stellte sich heraus, dass es sich bei dem Falschen Mehltau an Coleus nicht um *P. belbahrii*, sondern um eine eigene Art handelt, die sich morphologisch als auch phylogenetisch von *P. belbahrii* an Basilikum unterscheidet. Diese Art wird ebenfalls gerade von uns beschrieben.

Die Salbeiblüte und ihre Produkte – Gewinnung, chemische Zusammensetzung und Wirkung

Sebastian Gericke, Prof. Dr. Karl Speer, Technische Universität Dresden, Professur für Spezielle Lebensmittelchemie und Lebensmittelproduktion, Bergstr. 66, 01069 Dresden, karl.speer@chemie.tu-dresden.de

Salbei (*Salvia officinalis* L.) ist eine weitverbreitete Arzneipflanze, welche schon seit der Antike gegen zahlreiche Krankheiten wie Asthma, Bauch- und Zahnschmerzen erfolgreich eingesetzt wurde und auch heute noch vielfach Verwendung findet. Die getrockneten Blätter werden als Gewürz genutzt, und Extrakte sind Bestandteil von Phytopharmaka sowie Naturkosmetikprodukten. Seit 1904 existiert die Firma Bombastus-Werke AG in Freital bei Dresden, welche sich auf die Herstellung unterschiedlichster Salbeiprodukte spezialisiert hat. Sie besitzt zudem die größten Salbeifelder in Europa mit fast 40 ha Gesamtfläche. Dabei werden neben den Salbeiblättern auch die Wurzeln und Blüten zu pharmazeutischen Erzeugnissen verarbeitet. Bei der Herstellung von Salbeiblütenprodukten wird ein sehr altes Extraktionsverfahren, welches bereits im 18. Jahrhundert von Dr. Johann Hill beschrieben wurde, traditionell eingesetzt. Hill verweist zudem auf die besondere Heilkraft der Salbeiblüten, welche angeblich sogar das menschliche Leben verlängern sollen. Es werden dazu frische Salbeiblüten in einem Ethanol-Wasser-Gemisch in 500 Liter Steingutbottichen mazeriert. Der so erhaltene alkoholisch-wässrige Salbeiblütenfluidextrakt wird dann destilliert, um den Alkohol wieder zu entfernen. Dabei kommt es aufgrund der Löslichkeit der enthaltenen Inhaltsstoffe zu einer Ausfällung, welche sich am Boden absetzt. Dieser wasserunlösliche Rückstand wird durch Dekantieren von dem wässrigen überstehenden Extrakt getrennt, getrocknet und als Salbeiblütenharz bezeichnet. Der abdekantierte wässrige Salbeiblütenextrakt wird traditionell seit über 80 Jahren als Arzneimittel bei Erschöpfungszuständen eingesetzt und vermarktet. Das Salbeiblütenharz wurde bisher jedoch nicht als Wirkstoff in Form eines Arzneimittels, Medizinprodukts oder Kosmetikums verwendet. Lediglich als Salbeiblütenschnaps kam es ca. 1995 das erste Mal auf den Markt und ist auch heute noch käuflich zu erwerben. Es wurde zudem in der Vergangenheit bisher nur spärlich untersucht. Erste chemische und bakteriologische Analysen wurden 1956 durchgeführt.

Über 50 Jahre später wurde man wieder auf das Salbeiblütenharz aufmerksam und untersuchte es mit modernen Analysemethoden auf dessen chemische Zusammensetzung. Dabei konnten zum Teil bisher unbekannte Substanzen isoliert und deren Struktur aufgeklärt werden. Die Substanzen haben ihren Ursprung zum einen in der Salbeiblüte selbst und werden zum anderen erst durch den Herstellprozess gebildet:

Die Salbeiblüten enthalten die Substanz Tri-*p*-coumaroylspermidin, welche hier zum ersten Mal für die Gattung *Salvia* beschrieben werden konnte. Sie wurde weder in den Blättern noch in den Stängeln der Pflanze nachgewiesen. Zur Zeit der Knospenbildung ist sie nur in Spuren nachweisbar, steigt dann aber mit der Blütenentwicklung stetig an und erreicht ihr Konzentrationsmaximum zur Zeit der vollen Blüte. Die Konzentration sinkt anschließend wieder, wenn die Blüten verblühen und die Samenreifung beginnt.

Durch die Mazeration in Ethanol wird aus Kaffeesäure dessen Ethylester gebildet, welcher ebenfalls Bestandteil des Blütenharzes ist. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass sich die zwei neu identifizierten Substanzen Salviquinone A und B erst aus dem Abietan-Diterpen Carnosol durch Oxidation bei Kontakt mit Luftsauerstoff bilden. Diese Reaktion tritt besonders bei der Lagerung des Salbeiblütenfluidextraktes ein. Dieser wird gewöhnlich in 10.000-Liter Stahltanks gelagert, welcher durch portionsweise Entnahmen des Extraktes einen mehr oder weniger großen Luftdom besitzt. Wird das Salbeiblütenharz, in welchem die Konzentration von Carnosol wesentlich höher ist als im Salbeiblütenfluidextrakt, in alkoholisch-

wässriger Lösung über eine längere Zeit mit Luft in Kontakt gebracht, entsteht besonders viel von der Substanz Salviquinone A. Aufgrund dieser Besonderheiten können die neu identifizierten Substanzen aus dem Salbeiblütenharz als Qualitätsmarker eingesetzt werden. Dabei kann Tri-*p*-coumaroylspermidin als Marker für die tatsächliche Verwendung von Salbeiblüten und Kaffeesäureethylester als indirekter Marker für das eingesetzte organische Extraktionsmittel Ethanol dienen. Außerdem eignet sich Salviquinone A, welches sich nur bei Kontakt mit Sauerstoff bildet, zur Abschätzung des Oxidationsgrades bzw. der Art der Lagerung von alkoholischen Salbeiextrakten.

Weiterhin konnte das bisher nicht medizinisch genutzte Salbeiblütenharz im Vergleich zu einem zunächst ähnlich erscheinenden Salbeiblüten-CO₂-Extrakt, welcher als Wirkstoff u.a. in einer Zahncreme Verwendung findet, erfolgreich *in vitro* gegen verschiedene Bakterienstämme sowie gegen das kariesverursachende Pathogen *Streptococcus mutans* getestet werden. Dabei zeigte sich für das Salbeiblütenharz im Vergleich zu Chlorhexidin eine fast 80 %ige inhibierende Wirksamkeit, wo hingegen der Salbeiblüten-CO₂-Extrakt ohne Wirkung blieb. Die Verwendung von Salbeiblütenharz in der Mundhygiene könnte demnach eine neue Anwendungsmöglichkeit in der Kariesprophylaxe bilden. [1] Erste galenische Verarbeitungsversuche des Salbeiblütenharzes wurden in Form einer Zahncreme bereits erfolgreich durchgeführt. Dabei zeigte sich der Wirkstoff Salbeiblütenharz in der Zahncreme zudem als homogen verteilt als auch weitgehend lagerungsstabil.

Literatur:

[1] Gericke, S.; Lübken, T.; Wolf, D.; Kaiser, M.; Hannig, C.; Speer, K. Identification of New Compounds from Sage Flowers (*Salvia officinalis* L.) as Markers for Quality Control and the Influence of the Manufacturing Technology on the Chemical Composition and Antibacterial Activity of Sage Flower Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2018, 66, 1843–1853.
Inhalte dieser Kurzfassung wurden im *J. Agric. Food Chem.* 2018, 66, 1843–1853 veröffentlicht.

Arzneipflanzen für die Onkologie – Arten, Inhaltsstoffe und Anwendungen

Prof. Dr. Michael Keusgen, Philipps-Universität Marburg, Dekanat Pharmazie, Wilhelm-Roser-Str. 2, 35032 Marburg, keusgen@staff.uni-marburg.de, www.uni-marburg.de/fb16

Es ist ein alter Traum der Menschheit, hochwirksame Arzneipflanzen gegen Tumorerkrankungen zu finden, die nach Möglichkeit ein günstiges Nebenwirkungsspektrum haben. Auch wenn es zahlreiche neuere Publikationen zu diesem Thema gibt, steht der wirklich große Durchbruch noch aus. Zwar gibt es hochpotente Arzneipflanzen, deren isolierte Inhaltsstoffe für die Tumorthherapie geeignet sind, wobei jedoch der Einsatz eines Gesamtextraktes zumeist weniger sinnvoll ist. Typische Beispiele sind *Catharanthus roseus* mit den Vinca-Alkaloiden und *Artemisia glabella* mit dem Sesquiterpen Arglabin. Fernerhin werden gereinigte Fraktionen der Mistel *Viscum album* verwendet, deren wertbestimmende Inhaltsstoffe die Lektine sind.

Daneben gibt es aber noch zahlreiche weitere Spezies, die in einer Krebstherapie durchaus unterstützend eingesetzt werden können. Derzeit stark beworben wird der Gelbwurzelstock *Curcuma longa* bzw. *C. xanthorrhiza*, dessen Polyphenole (Curcuminoide) Antitumorwirkungen haben sollen. Die Untersuchungen wurden aber nahezu ausschließlich an isolierten Zellen und im Tiermodell durchgeführt; die Datenlage in Bezug auf einen Wirksamkeitsnachweis am Menschen ist sehr schlecht. *Curcuma* kann in Deutschland in Gewächshäusern kultiviert werden. Diese Option ist durchaus interessant, da Importmaterial zumeist aus subtropischen Regionen kommt und es insbesondere bei der Trocknung zu Kontaminationen mit Pilzen kommen kann.

Eine vielversprechende Art ist auch die Schlafbeere *Withania somnifera*; die wertbestimmenden Inhaltsstoffe sind die Withaferine. Die Schlafbeere ist ein fester Bestandteil der Ayurvedischen Medizin („Ashwagandha“); Verwendung finden die unterirdischen Teile. *W. somnifera* hat zwar auf dem Weltmarkt eine gute Verfügbarkeit, jedoch ist die Ware vielfach von zweifelhafter Qualität und es muss mit Kontaminanten jeglicher Art gerechnet werden. Aus diesem Grunde wurde ein erster erfolgreicher Anbauversuch in Deutschland unternommen. Die Datenlage zur Antitumor-Wirkung von *W. somnifera* kann als relativ gut bezeichnet werden [1]; insbesondere erscheint eine Anwendung in Kombination mit konventionellen Therapien bzw. in den therapiefreien Phasen als sinnvoll. Ähnlich ist auch die Ballonerbse *Sutherlandia frutescens* zu beurteilen, bei der Versuche zur Inkulturnahme in Deutschland ebenfalls als sinnvoll erscheinen.

Wie bereits oben erwähnt, können *Artemisia*-Arten wertvolle Lieferanten für Antitumor-Wirkstoffe sein. Die große Gattung *Artemisia* ist in Asien weit verbreitet, wobei aride Regionen bevorzugt werden (Abbildung 1). Hier würde sich ein großflächiges Screening durchaus lohnen. Wertbestimmende Inhaltsstoffe sind die Sesquiterpene, die häufig ungewöhnliche Substitutionsmuster mit Sauerstoff-Funktionen aufweisen, aus denen eine relativ hohe Reaktivität hervorgeht.



Abb. 1: *Artemisia*-Steppe im Hochland von Zentral-Afghanistan

Lange bekannt ist die Antitumor-Aktivität von Lauchgewächsen der Gattung *Allium*. Auch hierzu gibt es zahlreiche Untersuchungen. Neuere Ergebnisse an Arten der Untergattung *Melanocrommyum* liefern Hinweise auf eine starke Wirkung gegen Blasenkarzinome [2]. Hervorzuheben ist hier die Art *Allium stipitatum*, die zwischen Iran, Afghanistan und Tadschikistan heimisch ist, aber auch in Deutschland ein ausgezeichnetes Wachstum zeigt (Abbildung 2). Als tropische Pflanze, die bei uns im Gewächshaus kultiviert werden könnte, sei noch das Mahagonigewächs *Aglaia foveolata* erwähnt, welche das Silvestrol enthält.



Abb. 2: *Allium stipitatum*

Literatur

- [1]M. Winters. *Ancient Medicine, Modern Use: Withania somnifera and its Potential Role in Integrative Oncology*. *Alternative Medicine Review* 11 (2006), 269-277.
- [2]E. Jivishov. *Investigations on Wild Allium Species. Part I: Cysteine Sulfoxides of Flowers. Part 2: Anticancer Activity of Bulb Extracts*. Dissertation Philipps-Universität Marburg, 2016.

SAYE – Die Geschichte einer Phytomedizin gegen Malaria

Zéphirin Dakuyo¹, Aline Lamien-Meda², Martin Kiendrebeogo³, Maminata Traoré-Coulibaly⁴, Merlin Willcox⁵, Johannes Novak²

¹ Phytofla, Banfora, Burkina Faso // ² Veterinärmedizinische Universität Wien, Arbeitsgruppe Funktionelle Pflanzenstoffe, Österreich // ³ Laboratoire de Biochimie & Chimie Appliquées (LABIOCA), University of Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso // ⁴ Direction Régionale de l'Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS-DRO/CNRST), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso // ⁵ Nuffield Department of Primary Health Care Sciences, University of Oxford, Oxford, United Kingdom

Malaria, eine Infektionskrankheit, die von einzelligen Parasiten der Gattung *Plasmodium* hervorgerufen wird, ist eines der größten Gesundheitsprobleme weltweit und wird z.B. für bis zu 32 % aller Todesfälle in Burkina Faso verantwortlich gemacht. In diesem Land ist die traditionelle Medizin nach wie vor ein überaus wichtiger Teil der gesamten Gesundheitsversorgung. Die wissenschaftliche Erforschung der Anwendung und Wirkung traditioneller Heilmittel ist eine von der WHO initiierte und geförderte Strategie, um die ausübenden Praktiker der traditionellen und der westlichen Medizin zusammenzubringen.

Als traditionelle Mittel gegen Malaria finden in Burkina Faso und den benachbarten Ländern unter anderem die beiden Arten der Schneckensamenbäume (*Cochlospermum*, Bixaceae), die in Westafrika vorkommen (*C. planchonii* und *C. tinctorium*) häufige Verwendung. Angewendet wird diese Medizin in Form eines Dekokts des Rhizoms. Die Wirkung gegen Malaria wurde bereits *in vitro* untersucht, wobei sich zeigte, dass vor allem unpolare Extrakte sehr wirksam sind. Des Weiteren wurden bereits auch einige toxikologische Untersuchungen angestellt, die es erlauben, die Anwendung von *Cochlospermum* als Medizin als sicher einzustufen.

Cochlospermum ist weiter auch gegen Hepatitis sehr wirksam, ein weiteres großes Gesundheitsproblem in Burkina Faso. Das brachte Dr. Dakuyo auf die Idee, *Cochlospermum* mit anderen Pflanzen zu kombinieren, die ebenfalls gegen Gelbsucht und Malaria wirksam sind. Diese Teemischung vermarktet er unter dem Namen „Saye“ (dem Wort für Gelbsucht in der lokalen Dioulassprache). Nach kurzer Zeit erhielt er von Patienten das Feedback, dass seine Mischung effektiver sei als *Cochlospermum* alleine. 2001 gründete Dr. Dakuyo seine eigene Firma „Phytofla“ und erhielt 2005 die offizielle Registrierung des Gesundheitsministeriums von Burkina Faso für „Saye“. 2015 produzierte Dr. Dakuyo bereits 60.000 Packungen Saye und 25.000 Packungen N'Dribala (nur *Cochlospermum*) pro Jahr.

Um den stark steigenden Bedarf an Rohstoffen abzusichern hat Dr. Dakuyo eine Zusammenarbeit mit einer Produzentengemeinschaft begonnen. Von den 250 Mitgliedern dieser Gemeinschaft kultivierten 2015 nur etwa 10 *Cochlospermum*, während der überwiegende Anteil wild gesammelt wurde. Doch ist die Kultivierung aufgrund der Übersammlung stark im Steigen. In der Zwischenzeit wurden auch einige der aktiven Substanzen in *Cochlospermum* aufgeklärt. Somit kann nun auch eine Qualitätssicherung mit einer HPLC-Methode oder einer daraus abgeleiteten einfacheren spektroskopischen Methode durchgeführt werden. Des Weiteren wurde in der Zwischenzeit auch eine, vom Forschungsministerium Burkina Faso's finanzierte klinische Prüfung von Saye durchgeführt und die Wirksamkeit von Saye belegt. Somit steht mit diesem Produkt eine gute Alternative zu den bisherigen Standardtherapien zur Verfügung.

Gefleckter Schierling (*Conium maculatum* L.) – Wirksame Heilpflanze oder tödliches Gift?

Dr. Ulrike Lohwasser¹, PD Dr. Dr. h.c. Andreas Börner¹, Prof. Dr. Remigius Chizzola², Prof. Dr. Johannes Novak²

¹ Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Corrensstr. 3, 06466 Stadt Seeland/OT Gatersleben, lohwasse@ipk-gatersleben.de,

boerner@ipk-gatersleben.de // ² Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Österreich, Remigius.Chizzola@vetmeduni.ac.at, Johannes.Novak@vetmeduni.ac.at

Gefleckter Schierling (*Conium maculatum* L.) gehört in die Familie der Doldenblütler (*Apiaceae*). Die bis zu zwei Meter hohe Pflanze mit ihren trüb-weißen Dolden ist für den Laien nur schwer von den vielen anderen weißen Doldenblütlern auf unseren Wiesen und Wegrändern, wie z. B. Wiesenkerbel und Kümmel, zu unterscheiden. Die Pflanze ist einjährig-überwinternd oder zweijährig, im ersten Jahr bleibt die Pflanze vegetativ, im zweiten Jahr kommt sie dann zur Blüte und bildet reife Früchte aus. Der gefleckte Schierling ist vor allem bekannt wegen seiner Giftigkeit. Mit einem Trank aus dieser Giftpflanze wurde im Altertum der berühmte Philosoph Sokrates hingerichtet. Das Alkaloid Coniin, ein für den Schierling typischer Inhaltsstoff, ist in seiner Giftigkeit durchaus vergleichbar mit Curare und Nikotin. Es wird sehr gut von der Haut und den Schleimhäuten aufgenommen und bewirkt Lähmungserscheinungen bis hin zum Tod durch Atemlähmung bei vollem Bewusstsein. Im 18. und 19. Jh. galt *Conium* als Heilmittel bei Krebserkrankungen. Als Auflage oder in Form von Salben verwendete man *Conium* früher auch bei Lymphknotenentzündungen, Brustentzündungen, eiternden Geschwüren. Dabei wurde eine heilende, schmerzlindernde und kühlende Wirkung beschrieben. Wegen der starken Giftigkeit wird *Conium* heute nur noch in homöopathischer Form verwendet (Quelle: <https://www.pascoe.de/service/newsletter-naturmedizin/detail/gefleckter-schierling-conium-maculatum-heilpflanze-des-monats-oktober.html>).

In der Genbank Gatersleben befinden sich 16 Akzessionen, größtenteils Wildmaterial, davon 10 mit Ursprungsland Deutschland und jeweils eine aus Frankreich, Georgien, Italien und Russland. Zwei Muster kommen aus botanischen Gärten mit unbekannter Herkunft. Es erfolgte ein Anbau in 2014/2015. Die morphologischen Bonituren beschränkten sich auf Blühtermin, der Blühzeitpunkt lag zwischen dem 3.6.-25.6.2015, und Pflanzenhöhe, diese lag zwischen 130-400 cm; ansonsten gab es keine großen Unterschiede zwischen den Akzessionen. Von jeweils 10 Einzelpflanzen pro Akzession wurden die ausgereifte Enddolden, unreife Früchte der Seitendolden, Infloreszenzen, Blätter, Stängel und Wurzeln abgenommen und auf Alkaloide untersucht. Die Untersuchung wurde mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie mit Flammenionisationsdetektor (GC-MS/FID) durchgeführt. In den ausgereiften Enddolden und den Stängeln konnten keine Alkaloide nachgewiesen werden. Die unreifen Früchte, Infloreszenzen und Blätter wiesen sehr unterschiedliche Alkaloidzusammensetzungen und -konzentrationen auf. Die Hauptalkaloide sind Coniin, γ -Conicein und N-Methylconiin, vereinzelt konnte Ethyl-Pipecolat gefunden werden. Problematisch ist, dass auch innerhalb einzelner Akzessionen große Unterschiede bei den Alkaloiden auftreten. Eine Akzession war völlig homogen und wies nur γ -Conicein auf. In den Wurzeln wurden keine Alkaloide nachgewiesen, dafür andere Substanzen wie Furocoumarine, Phytosterole, Polyine, so dass hier vermutlich nicht von einer Toxizität auszugehen ist.

Aufgrund des hohen Alkaloid Gehaltes an Coniin und γ -Conicein bleibt Schierling in erster Linie eine Giftpflanze. Aber eine homöopathische Anwendung bei Lymphknoten-Schwellungen und Schwindel ist nach wie vor möglich.

Phytochemische Charakterisierung komplexer Naturstoffgemische aus Wundklee (*Anthyllis vulneraria* L.)

Dr. Peter Lorenz, Marek Bunse, Prof. Dr. Florian C. Stintzing, Prof. Dr. Dietmar R. Kammerer, WALA Heilmittel GmbH, Abteilung Analytische Entwicklung / Forschung, Phytochemische Forschung, Dorfstr. 1, 73087 Bad Boll/Eckwälden, peter.lorenz@wala.de

A. vulneraria L., im Englischen „Kidney Vetch“ (Nierenwicke), gehört zur Pflanzenfamilie der Hülsenfrüchtler (*Fabaceae*) und ist auf kalkreichen Böden von Nordeuropa bis in den Mittelmeerraum zu finden. In der Literatur ist eine volksmedizinische Verwendung der Pflanze zur Behandlung von Wunden und Geschwüren belegt, worauf auch der Name „Wundklee“ hindeutet [1].

Möglicherweise geht diese Anwendung auf die Signaturenlehre zurück, da die Blüten oft rot überlaufen sind. Heutzutage werden Wundklee-Extrakte insbesondere in kosmetischen Präparaten eingesetzt.

Zur Phytochemie der Pflanze liegen bisher keine umfassenden Untersuchungen vor. In Blättern und Stängeln, die bis zu 24 % Protein enthalten, wurden insbesondere Flavonoidglykoside und Saponine nachgewiesen [1, 2, 3]. In dem hier vorgestellten phytochemischen Screening konnte gezeigt werden, dass *A. vulneraria* ein komplexes Gemisch verschiedener Sekundärmetabolite darstellt.

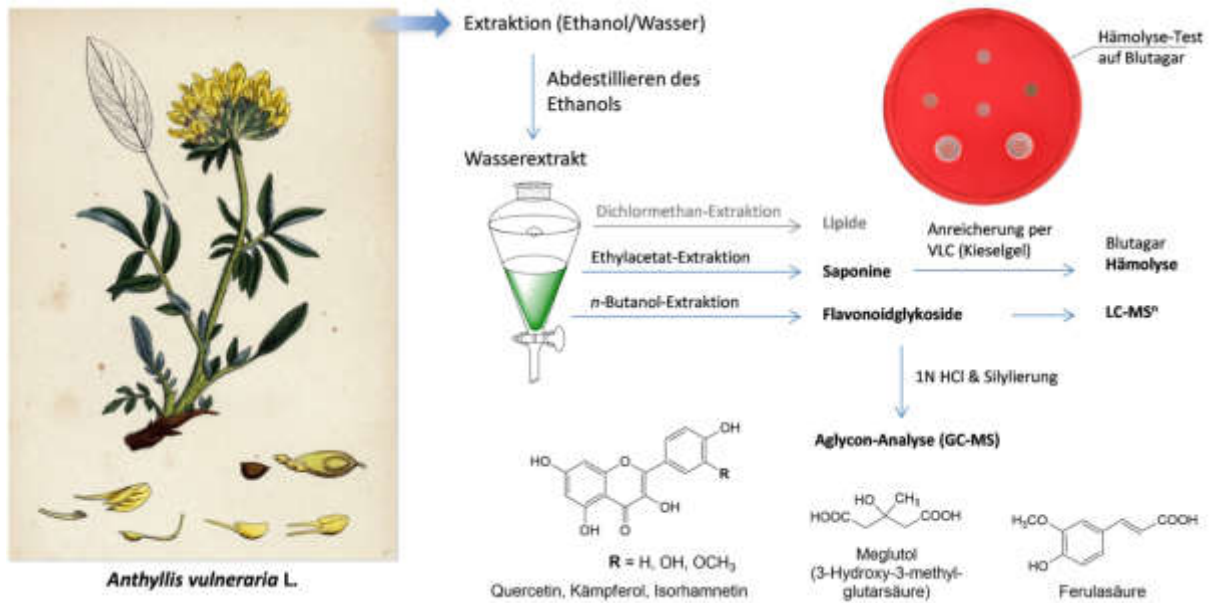
Hierzu wurde das Pflanzenmaterial mit einer Ethanol-Wasser-Mischung (1:1, Vol/Vol) ausgezogen. Nach destillativer Abtrennung des Ethanols wurde der Extrakt nachfolgend mit Ethylacetat und *n*-Butanol ausgeschüttelt, um die mittelpolaren und polaren Inhaltsstoffe zu separieren. Im polaren Extrakt (*n*-Butanol) konnten mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie (DC) und durch LC-MSⁿ-Untersuchungen mehr als 50 Flavonoidglykoside nachgewiesen werden, deren Strukturen ein, zwei oder drei Saccharideinheiten (Hexosen und Pentosen) enthalten.

Nach Hydrolyse (1N HCl) und anschließender Silylierung der Komponenten des Flavonoidextraktes wurden mit Hilfe der GC-MS insbesondere die Aglykone Quercetin, Kämpferol und Isorhamnetin bestimmt. Als weitere Hydrolyseprodukte wurden erstmals Meglutol (3-Hydroxy-3-methylglutarsäure) und Ferulasäure (3-Methoxy-4-hydroxybenzoesäure) nachgewiesen, die auch als Acylkomponenten der Flavonoidglykoside per LC-MS nachweisbar waren. Weiterhin konnten Glucose, Rhamnose, Arabinose und Galactose als glykosidische Bestandteile detektiert werden.

Der mittelpolare Extrakt (Ethylacetat) zeigte im Gegensatz zum polaren *n*-Butanol-Extrakt eine hämolytische Wirkung in einem Agardiffusions-Test (Blutagar), was auf die Anwesenheit von Saponinen hindeutet. Während Flavonoide aufgrund ihrer antioxidativen Wirkung eine membranschützende Funktion haben, erhöhen Saponine als Gegenspieler die Membrandurchlässigkeit.

Eine aus dem Ethylacetat-Extrakt chromatographisch aufgereinigte Saponin-Fraktion zeigte erwartungsgemäß eine deutlich erhöhte hämolytische (membranzerstörende) Aktivität im Vergleich zum Ausgangsextrakt. Eine Isolierung und Strukturanalyse einzelner Saponine ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Die Charakterisierung des Flavonoid- und Saponin-Profiles von *A. vulneraria* bildet die Grundlage für zukünftige Wirksamkeitsstudien.



Literatur:

- [1] Blaschek, W., Hilgenfeldt, U., Holzgrabe, U., Mörike, K., Reichling, J., Ruth, P. (Hrsg.) Hager-Rom 2018, Hagers Enzyklopädie der Arzneistoffe und Drogen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Springer Verlag GmbH, 2019.
- [2] Gonnet, J.-F. (1975) Flavonol glycosides of *Anthyllis vulneraria* leaves. *Phytochemistry* 14: 823.
- [3] Nartowska, J., Wawer, I., Strzelecka, H. (2001) Triterpenoid saponin from *Anthyllis vulneraria* L. *Acta Pol. Pharm.* 58:289-291.

Die Krummhübler Laboranten – die ersten Profis in der Kräuterbranche?

Dr. Jerzy Jambor, Polish Herbal Committee Poznań, *Phytopharm Kleka S.A.*
Kleka 30, PL-63-040 Nowe Miasto nad Wartą, Polen, jerzy.jambor@phytoservice.pl

Die Anfänge der Produktion von Heilpflanzenprodukten im Riesengebirge (Karkonosze) werden in vielen verschiedenen Publikationen beschrieben. Eine von ihnen spricht von zwei Protestanten, Medizinstudenten aus Prag, die sich Ende des 16. Jahrhunderts auf der Flucht vor religiöser Verfolgung in Krummhübel (Karpacz) niedergelassen haben. Die Studenten Nicolaus und Solomon fanden Zuflucht im Hause von Melchior Grossmann, wo sie die erste Manufaktur für Kräuterprodukte in Krummhübel errichteten. Die Studenten führten Melchior Grossmann und seinen Freund Jonas Exner in die Kunst der Herstellung von Kräutermischungen, Tinkturen und Salben ein. Ende des 17. Jahrhunderts gab es 57 Häuser in Krummhübel. In etwa 40 gab es Laboranten. Aus diesem Grund wurde Krummhübel das Dorf der Apotheker genannt.

Die Laborantenhäuser waren typische Hütten mit Satteldach und Fachwerk. Was sie unterschied, war der Innenraum. Der größte Raum im Erdgeschoss, aus Granitsteinen, war ein Labor mit einem großen Küchenherd und einer Destillieranlage. Im angrenzenden Raum fand die Produkt-Portionierung statt. Die Seitenkammer mit den Schränken, Fässern, Kisten und Regalen diente als Lager für die Lagerung von Produkten. Der luftige Dachboden diente als Trockenraum für Kräuter. Das getrocknete Produkt wurde - wegen der Brandgefahr - in kleinen, freistehenden Gebäuden gelagert. Durch den Bau eines solchen Hofes entstand ein Hausgarten mit Heilpflanzen.

Um die Medikamente zu beschreiben, verwendeten die Laboranten Rezepte und Notizen, in denen sie lateinische Namen zum Schutz ihrer Geheimnisse benutzten. Lateinkenntnisse wurden bei der um 1700 eingeführten Meisterprüfung verlangt. Damals bildeten die Laboranten aus Krummhübel und Umgebung die Zunft der Kräuterkenner. Zur Zeit Ihrer größten Entwicklung beschäftigte sie 28 Meister der Kräuterkunde. Um sie herum waren Lehrlinge, Kräutersammler, Saisonarbeiter und Verkäufer.

Im 18. Jahrhundert stellten die Krummhübler Laboranten über 200 verschiedene pflanzliche Arzneimittel her. Sie wurden nicht nur aus Kräutern, sondern auch aus pulverisierten Mineralien hergestellt. Es wurden auch Tierpräparate verwendet (z.B. pulverisiertes Hirschhorn). Die Arzneimittel wurden unter Verwendung verschiedener Arten von Pflanzenölen, Honig, Wein und Äthylalkohol, meist in heimischen Brennereien destilliert, als Hilfsstoffe hergestellt. Die Riesengebirgs-Kräuterprodukte, aus Arnika (*Arnica montana*), Rosenwurz (*Rhodiola rosea*), Frühlings-Safran (*Crocus vernus*), Silberdistel (*Carlina acaulis*), Wald-Schlüsselblume (*Primula elatior*), wurden in vielen Ländern Europas vertrieben. Das älteste bekannte Buch der Krummhübler Laboranten ist das „Medicin-Buch“ von 1792, geschrieben von Johan Christoph Rittmann. Es enthielt 150 Rezepte für Arzneimittel aus Riesengebirgskräutern.

Die Zeit der Habsburger-Herrschaft im Riesengebirge war der Tätigkeit der Laboranten gewogen. Die Situation änderte sich, als die Gebiete unter preußische Herrschaft kamen. Die Herstellung von pflanzlichen Arzneimitteln durch Laboranten wurde nur auf der Grundlage einer offiziellen Lizenz und nicht nach den Regeln der Zunft möglich. Im Jahre 1796 bestand die Laborantenzunft aus 27 Mitgliedern, die hauptsächlich in Krummhübel, Querseiffen (Płóczki) und Arnsdorf (Miłków) lebten. Damals wurde die Zunft von Christian Ignatius Exner (der Älteste der Zunft), Benjamin Gottlieb Exner (Ober der Zunft) und Johannes Christoph Grossmann (Helfer des Obersten der Zunft) geleitet.

Trotz administrativer Schwierigkeiten wuchs der Ruhm der pflanzlichen Arzneimittel aus Krummhübel. Selbst Johann Wolfgang von Goethe interessierte sich für die Produkte aus Krummhübel. Im Jahre 1810 wurde in Stonsdorf (Staniszów) die Firma W. Koerner & Co gegründet, die sich in Herstellung von Likören aus Riesengebirgskräutern nach Rezepten der Krummhübler Laboranten spezialisiert hat. Ein bekanntes Produkt dieser Firma ist der „Echt Stonsdorfer Bitter“ Likör.

In den Jahren 1831-32 kam es in Mitteleuropa zu einer Cholera-Epidemie, die auch das Riesengebirge betraf. Die Angst vor der Krankheit war so groß, dass die preußische Regierung die Hilfe von Krummhübler Laboranten in Anspruch nahm. Der Laborant Carl Traugott Ende war sogar Mitglied der Seuchenbekämpfung. In der Region Krummhübel war er auch als stellvertretender Regionalarzt tätig.

Im Jahre 1843 beschränkte das königliche Edikt die zulässige Anzahl der Riesengebirgskräuterprodukte von 46 auf 21. Im selben Jahr wurde die Erteilung neuer Genehmigungen für die Kräuterpraxis ausgesetzt. Dies war der Anfang vom Ende der Krummhübler Laboranten. Die Kräuterkunst im Riesengebirge begann zu verschwinden. Im Jahr 1843 wurde Ernst August Zölfel aus Krummhübel und Ernst Friedrich Riesenberger aus Arnsdorf ausnahmsweise das Privileg eines lebenslangen Rechts zur Herstellung von pflanzlichen Arzneimitteln gewährt. Ihre Medikamente waren in Glasflaschen verpackt, beschrieben und mit einem roten Siegel versehen. Sie wurden in Städten in Niederschlesien verkauft. Ernst August Zwölfel, der letzte der Laboranten der Zunft, starb am 28. März 1884 und wurde auf dem evangelischen Friedhof in Krummhübel beigesetzt.

Das Buch über die Arbeit der Laboranten aus Krummhübel „Der letzte Laborant“ schrieb im Jahre 1891 Theodor Fontane, einer der prominentesten Vertreter des europäischen Realismus. In späteren Jahren schrieb Hans Reitzig das Buch „Die Laboranten von Krummhübel“, mit vielen vergessenen Rezepten für Kräutermischungen, Tinkturen und Salben. Die Forschung

über die Aktivitäten der Laboranten wurde von Will-Erich Peuckert (1895-1969), einem weltberühmten Ethnologen, durchgeführt. Im Jahr 1934 wurde er Professor an der Universität in Breslau und gründete ein Museum in Krummhübel, das den Laboranten gewidmet war und in den 1950er Jahren geschlossen wurde. Im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts wurde die Geschichte der Krummhübler Laboranten von Krzysztof Kmiec (1950-2011), einem Forscher an der Jagiellonen-Universität in Krakau, aufgegriffen. In den letzten Jahren wurde im Nationalpark Riesengebirge eine den Krummhübler Laboranten gewidmete Ausstellung organisiert, in der Sie ein typisches Kräuterhaus und einen Heilpflanzengarten besuchen können.

Hanfanbau in Österreich

Rudolf Marchart, Franz Tiefenbacher, WALDLAND Holding GmbH, Oberwaltenreith 10, A-3532 Friedersbach, Österreich, rudolf.marchart@waldland.at, franz.tiefenbacher@waldland.at, www.waldland.at

Das Waldviertel ist eine Region im Norden Österreichs und aufgrund vieler Besonderheiten weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt. Bedingt durch die kleinstrukturierte Landwirtschaft wurde bereits sehr früh das große Potential einer kooperativen Produktions- und Vermarktungsorganisation erkannt. Mit der Gründung des Waldviertler Sonderkulturenvereins im Jahr 1984 durch damals 70 Landwirte konzentrierte man sich auf die Erzeugung einer Vielzahl von pflanzlichen aber auch tierischen Spezialprodukten unter der Marke WALDLAND. Die Basis dafür bilden die mittlerweile rund 950 landwirtschaftlichen Mitgliedsbetriebe. Verarbeitet wird am Werksgelände in der kleinen Ortschaft Oberwaltenreith, zentral gelegen in der Region Waldviertel. Das operative Geschäft ist aufgrund der großen Produktanzahl auf mittlerweile 6 Firmen aufgeteilt, die allesamt jedoch zu 100% im Besitz des Vereines agieren.

Am pflanzlichen Sektor werden auf etwa 5.000 ha Vertragsfläche Arznei- und Gewürzpflanzen, Tee- und Küchenkräuter, sowie Öl- und Backsaaten nach konventionellen oder biologisch zertifizierten Richtlinien erzeugt. Im tierischen Sektor werden Weidegänse, Enten und Freilandhühner sowie Waldviertler Karpfen, Forelle und besonders der WALDLAND Edelwels durch die Mitgliedsbetriebe gehalten. Die Schlachtung und weitere Verarbeitung findet wiederum zentral in Oberwaltenreith statt.

Nachgelagert erfolgt ebenfalls am Standort die Veredelung dieser landwirtschaftlichen Rohstoffe mittels einer Vielzahl von eigenen Einrichtungen wie beispielsweise Sortiermaschinen, Pflanzenölpresen, Infrarotkeimungsanlage, Mahl-, Schneide- und Rebelmaschinen, Abpackanlagen, Küche und Catering, Backstuben, Fleisch- und Fischverarbeitung. Prozessbegleitend fungieren das firmeneigene QK-Labor, Betriebswerkstätte, Energieerzeugung bis hin zur eigenen Abwasseraufbereitung.

Durch permanente Forschung wurde und wird ständig das Produktportfolio vergrößert, bzw. auch die Produktqualität den wachsenden Anforderungen des Marktes angepasst. Der Verkauf der Produkte erfolgt überwiegend im Export, vor allem innerhalb Europas.

Hanf als eine der ältesten Kulturpflanzen begleitet WALDLAND bereits seit dem Beginn der 90er Jahre, wobei hier in vielen Belangen Pionierarbeit geleistet wurde. Der Anbau von Hanf ist gesetzlichen Regelungen unterworfen, wobei hier national z. Bsp. das Suchtgiftgesetz und die Suchtmittelverordnung, aber auch EU-Verordnungen berücksichtigt werden müssen. Als Basis dient hier den Landwirten in Österreich die „Hanfsortenliste der Agrarmarkt Austria“, die jährlich aktualisiert wird und sehr eng abgestimmt ist mit dem „Gemeinsamen Sortenkatalog der EU“. Wir sprechen hier von Nutzhanf im Sinne der Verwendung von Hanfsamen, Hanföl und Hanfblättern zur Verwendung als Lebensmittel, bzw. Hanffaser für die Verwen-

dung für technische Zwecke wie beispielsweise Baustoffe. Hierzu werden nur Sorten zugelassen wo in allen Pflanzenteilen der Tetrahydrocannabinolgehalt kleiner 0,3% ist. Der Gehalt an anderen Cannabinoiden wie beispielsweise Cannabidiol ist bez. der Fragestellung einer Anbauzulassung nicht relevant. Der Anbau von Hanf zwecks Gewinnung von Suchtgift für die Herstellung von Arzneimitteln ist prinzipiell untersagt, allerdings gibt es Ausnahmeregelungen die im österreichischen Suchtmittelgesetz detailliert angeführt sind.

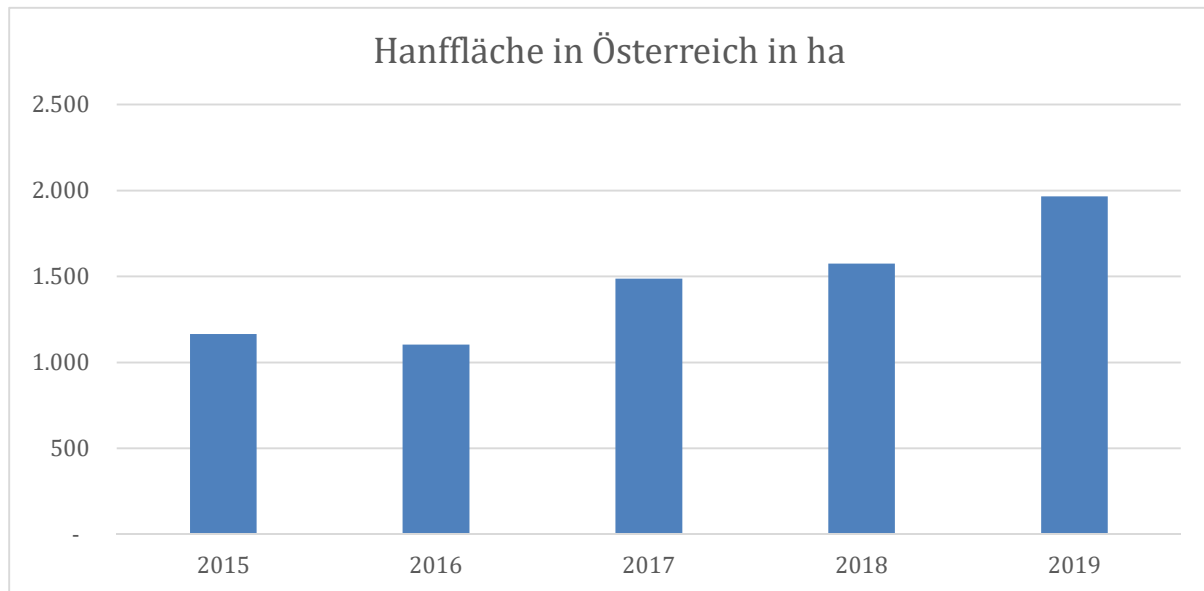


Abb. 1: Hanffläche in Österreich in ha (Quelle: ÖSTERREICHISCHER VERBAND FÜR ARZNEI - UND GEWÜRZPFLANZENANBAU)

Der Anbau von Nutzhanf auf landwirtschaftlichen Flächen ist in Österreich in den letzten 5 Jahren permanent gewachsen. Aktuell mit der Ernte 2019 wurden 1.966 ha in Österreich kultiviert. Der steigende Anbau ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass einerseits fast alle Teile der Pflanze verwendet werden können und somit der Einsatz in einer Vielzahl an unterschiedlichen Produkten Verwendung findet.

Die Nutzung der Samen überwiegt deutlich, genaue Zahlen dazu liegen aber nicht vor. Die später geschälten Samen werden gerne in Müslimischungen, Schokoladen, etc. verwendet. Hanföl kaltgepresst findet in der Küche sehr gerne Verwendung. Das daraus anfallende Nebenprodukt Hanfpresskuchen wird mittlerweile sehr oft, ob des höheren Proteingehaltes als Hanfsamen-Mehl oder Hanfsamen-Protein vermarktet. Hanfsamen in ungeschälter Version sind in fast jeder Vogelsamenmischung enthalten.

WALDLAND hat bereits vor über 20 Jahren mit der Ernte und Verarbeitung von Hanfblatt aus biologischer Produktion begonnen. Hierzu werden mit Spezialmaschinen die Laubblätter der Pflanze geerntet, geschnitten, getrocknet und fraktioniert. Das daraus gewonnene Produkt Hanfblatt BIO ist Basis für Teemischungen, wird aber aufgrund des sehr aromatischen Geschmacks gerne auch als Monotee verwendet. Bedeutsam für die Inverkehrbringung in Österreich ist hier, dass als Bestandteil nur die Laubblätter, keinesfalls die Hanfblüten enthalten sein dürfen. Zusätzlich dürfen keinerlei gesundheitsbezogene Angaben auf der Verpackung enthalten sein. Bezüglich des Gehaltes an THC für die Verwendung als Lebensmittel gibt es in Österreich aktuell noch keine Grenzwerte. Es erfolgt eine individuelle Risikobewertung durch die Aufsichtsbehörde, wobei hier aufgrund der Verzehrmenge und der akuten Referenzdosis der EFSA (1 µg THC pro kg Körpergewicht) beurteilt wird. Im Fokus für diese Bewertung steht jedoch sehr stark die Übergangsrate von THC ins Teewasser, die je nach Literaturstelle zwischen 5 und 100 % angegeben wird. WALDLAND hat hierzu gemeinsam

mit dem Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe der Veterinärmedizinischen Universität Wien begonnen, diese Frage wissenschaftlich aufzubereiten. Erste Daten dazu werden präsentiert, lagen aber bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

Ein weiterer Verwendungszweck ist die Nutzung von blühendem Hanfkraut zur Gewinnung von Cannabidiol durch CO₂-Extraktion. Cannabidiol ist nicht psychoaktiv und somit nicht als Suchtgift eingestuft. Es wirkt entkrampfend, entzündungshemmend, angstlösend und gegen Übelkeit. Aktuell ist Cannabidiol-Extrakt in einer fast unüberschaubaren Vielzahl an Produkten enthalten. Für den Einsatz in Lebensmitteln fehlt jedoch die entsprechende Risikobewertung und fällt somit unter die Novel-Food-Verordnung. Der Gehalt an Cannabidiol in der Pflanze ist je nach verwendeter Sorte, Pflanzenteil und Erntestadium sehr unterschiedlich. Die Anforderungen an die Erntetechnik und die spätere Verarbeitung ist sehr hoch, wofür vor allem der Fasergehalt im Stängel verantwortlich zeichnet.

Hanf: Ökologische Kulturpflanze mit Potential als Heil- und Gewürzpflanze für die tierische Ernährung

Bernd Frank, BaFa Neu GmbH, Malsch

Verbesserung des Ertragspotentials und des Ätherischölgehaltes bei Kümmel (*Carum carvi* L.)

Daniel Becker¹, Dr. David Riewe², Dr. Claudia Beleites³, Dr. Andrea Krähmer², Dr. Wolfram Junghanns⁴, Dr. Wolf-Dieter Blüthner⁵, Dr. Frank Marthe¹

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg, daniel.becker@julius-kuehn.de // ² Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin // ³ Chemometrix GmbH, Wölfersheim // ⁴ Junghanns GmbH, Aschersleben, OT Groß-Schierstedt // ⁵ Erfurt

Kümmel (*Carum carvi* L.) wurde bereits vor Christi Geburt aufgrund seiner verdauungsfördernden Eigenschaften verwendet. Dieser Effekt ist insbesondere auf den Gehalt an ätherischem Öl zurückzuführen. Dessen Hauptbestandteile sind Carvon und Limonen. Für die arzneiliche Nutzung muss Kümmel gemäß Europäischem Arzneibuch (Ph. Eur. 9.0) mindestens 3 % ätherisches Öl mit über 50 %igem Carvonanteil nach Destillation enthalten.

Als Wildpflanze ist der Doldenblütler (Umbelliferae) weit verbreitet mit Vorkommen in Europa, Nordafrika und Asien, besonders auch in alpinen Höhenlagen. Die Anbaufläche in Deutschland betrug in den letzten Jahren unter 300 ha. Der deutsche Bedarf von 3.500 t (circa 5 Mio. € Marktvolumen) kann hiermit bei einem durchschnittlichen Ertrag von 1 t/ha bei Weitem nicht gedeckt werden. Während nach wie vor oft zweijährige Sorten angebaut werden, lag in Deutschland seit Einführung der einjährigen Sorte 'Sprinter' Ende der 90er Jahre der Fokus auf einjährigen Sorten. Im Gegensatz zu früheren einjährigen Sorten erreichte 'Sprinter' den Mindestgehalt an ätherischem Öl. Bis heute besteht jedoch Verbesserungsbedarf im Ertrag sowie im Ätherischölgehalt.

Ertragssteigerungen sind erforderlich, um den Kümmelanbau in Deutschland attraktiver zu gestalten. Ein höherer Ätherischölgehalt wäre zudem wünschenswert, um qualitativ hochwertigere Ware anbieten zu können. Eine Ausdehnung der Anbauflächen hätte neben dem unmittelbaren finanziellen Nutzen für den Anbauer folgende weitere Vorteile: Positive Effekte in der Fruchtfolge, Erhöhung der Agrobiodiversität und des Nahrungsangebots für (bestäubende) Insekten sowie mehr regionale Produktion und Verkauf.

Im laufenden Projekt wurden 1,5 t/ha Ertrag und 5 % Ätherischölgehalt als Zuchtziele festgelegt. Als Ausgangsmaterial für die Selektion standen Inzuchtlinien in der 5. Selbstungs-Generation zur Verfügung, die primär auf Kreuzungen zwischen ölreichen zweijährigen Sorten und einjährigen Selektionen zurückgehen. Diese wurden im Projekt letztmalig auf hohen Ätherischölgehalt selektiert und für Leistungstests vermehrt, um deren Ertrag ermitteln zu können.

Es steht jedoch zu erwarten, dass diese Linien selbst nicht den anvisierten Ertrag erreichen können: Kümmel gilt aufgrund der Protandrie (Reife der Staubbeutel vor den Fruchtblättern) primär als Fremdbefruchter. Bei Fremdbefruchtern ist üblicherweise Inzuchtdepression anzunehmen. Die Kreuzung von Inzuchtlinien wiederum kann den Ertrag deutlich über den Mittelwert der Inzuchtlinien steigern (Heterosis-Effekt). Daher wurde gleichzeitig die Anwendbarkeit der Züchtungsmethode "Synthetische Sorte" getestet, die ein spezielles Verfahren der Populationszüchtung darstellt. Hybridzüchtung ist derzeit nicht möglich, weil kein System zur Befruchtunglenkung vorliegt.

Bei der Züchtungsmethode "Synthetische Sorte" werden gezielt Komponenten (hier Inzuchtlinien) gemischt. Im ersten Schritt müssen geeignete Komponenten ermittelt werden. Dafür werden die Linien ausgekreuzt. Der Ertrag der dabei entstehenden F₁-Populationen wird in

Leistungstests ermittelt. Für den Aufbau einer Synthetischen Sorte werden dann Linien selektiert, deren F₁-Populationen einen überdurchschnittlichen Ertrag (= hohe Allgemeine Kombinationseignung, GCA) aufweisen und zudem eine hohe Eigenleistung zeigen.

Für den durchgeführten Versuch wurden 18 Inzuchtlinien ausgewählt. Im Jahr 2018 wurden die Linien in einem Durchkreuzungsbeet (Polycross) so gepflanzt, dass jede Linie jede andere Linie mit derselben Wahrscheinlichkeit befruchten konnte. Im Jahr 2019 wurden die 18 Inzuchtlinien, die 18 F₁-Populationen sowie vier Vergleichsstandards am Standort Quedlinburg in Parzellen (12 m²) in vier Wiederholungen angebaut. Der Ätherischölgehalt wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) gemessen.

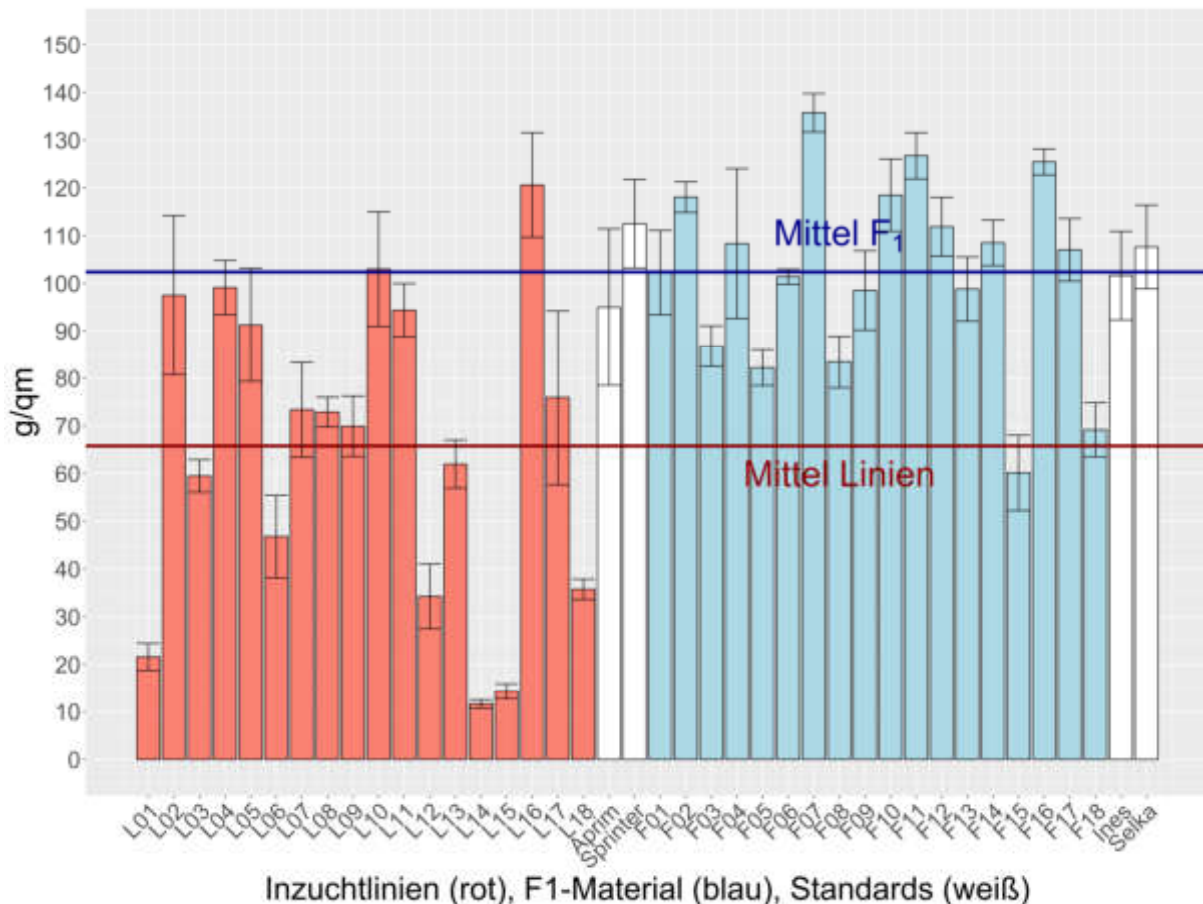


Abb. 1: Ertrag in g/qm, Fehlerbalken = Standardfehler, F01 entspricht der F₁-Population der Linie L01 usw.

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse des Leistungstests für den Ertrag: Es wurden Linien mit Erträgen im Bereich der Standards gefunden, aber auch Linien mit extrem geringen Erträgen. Letzteres ist nicht unerwartet, da keine Vorselektion auf Ertrag möglich war. In 17 von 18 Fällen konnte durch Auskreuzung eine Ertragssteigerung festgestellt werden. Im Mittel erzielten die F₁-Populationen 54 % mehr Ertrag. Einige F₁-Populationen lagen damit im Bereich oder höher als die Standards. Somit konnte erstmals für Kümmel ein Heterosis-Effekt beschrieben werden. Noch höhere Erträge können erwartet werden, wenn künftig ausschließlich Linien mit hoher Eigenleistung und hoher GCA kombiniert werden.

Für die verwendeten Standards fiel der Ätherischölgehalt 2019 im Vergleich zu den Vorjahren deutlich geringer aus. Dieser Effekt wird auch für die Prüfglieder vermutet. Die meisten Linien mit gutem Ertrag zeigten Werte von 3,5 bis 5,2 %. Die F₁-Populationen wiesen im Mittel einen etwas höheren Gehalt auf. Von einem erwiesenen Heterosis-Effekt beim Ätherischölgehalt kann auf dieser Basis jedoch nicht gesprochen werden.

Weiter wurde untersucht, inwieweit es im Polycross tatsächlich zur postulierten Auskreuzung kommt, da bisher unbekannt war, ob und in welchem Maße es bei offener Blüte zur Selbstbefruchtung kommen kann. Mit Hilfe molekulargenetischer Marker (PACE/KASP-Marker basierend auf GBS-Daten) konnte für sieben Linien bei einer Stichprobengröße von 188 Pflanzen erstmals die Auskreuzungsrate bestimmt werden. Sie lag bei 52 bis 82 % (66,5 % im Mittel). Daraus folgt, dass die sogenannten F₁-Populationen in nicht unerheblichem Maße homozygote Pflanzen der jeweiligen Inzuchtlinie enthalten. Aufgrund dieser teils hohen Selbstbefruchtungsrate sollte auch eine spätere Nachbaugeneration als Saatgut für die "Synthetische Sorte" nutzbar sein, da der Durchkreuzungsgrad weiter ansteigt.

Der gefundene Heterosis-Effekt legt nahe, die Züchtungsmethode "Synthetische Sorte" weiter zu verfolgen. Eine erste "Synthetische Sorte" für Kümmel kann mit den vielversprechenden Inzuchtlinien als Komponenten bereits zusammengestellt und getestet werden. Über mehrere Jahre bewertet könnte diese Sorte im Durchschnitt einen Ätherischölgehalt von in etwa 5 % durchaus erzielen. Erst durch mehrjährige Tests können jedoch die optimalen Komponenten ermittelt werden. Ob das Zuchtziel von 1,5 t/ha erreicht werden kann, müssen größere Praxisversuche zeigen. Die aktuellen Ergebnisse stimmen aber zuversichtlich, dass die aktuellen Standard-Sorten deutlich übertroffen werden können.

Das Vorhaben wird aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über seinen Projektträger, die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Förderkennzeichen [22023215](#)) gefördert.

Einsatz von LED-Technik im Gewächshausanbau von Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP): Auswirkung auf Ertrag und Qualität von Thymian (*Thymus vulgaris* L.)

Jenny Tabbert¹, Christoph von Studzinski², Oliver Arnold²

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin, jenny.tabbert@julius-kuehn.de; www.led4plants.julius-kuehn.de // ² FUTURELED GmbH, Holzhauser Str. 139, 13509 Berlin

Der Gewächshausanbau von Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP) ist in vielen Regionen der Welt mit zunehmendem geographischen Breitengrad im Herbst und Winter ohne den Einsatz von zusätzlichen Beleuchtungssystemen aufgrund der geringen natürlichen Sonnenstunden und der unzureichenden Lichtintensitäten undenkbar. Zwar ermöglichte der Einzug verschiedenster Beleuchtungsarten bisweilen eine Verlängerung der Anbauzeiten, jedoch sind die herkömmlichen Belichtungssysteme in vielerlei Hinsicht verbesserungswürdig: Fotosynthetisch unpassende Lichtspektren und unzureichende Lichtmengen führen zu vergleichsweise geringen gartenbaulichen Erträgen sowie mangelhafter Qualität und hohe Stromkosten erweisen sich für die Gartenbaubetriebe als unrentabel. Daher hat sich das „LED4Plants“-Projekt ein Beleuchtungssystem für eine ertragreiche, ganzjährige sowie wirtschaftliche Gewächshausproduktion zum Ziel gesetzt.

Die im Rahmen des Projekts entwickelte LED-Technik bildet das Spektrum des Sonnenlichts im pflanzlich relevanten Spektralbereich von 400 bis 700 nm optimal ab und strahlt deutlich intensiver als herkömmliche Assimilationsbelichtungen (Abbildung 1).

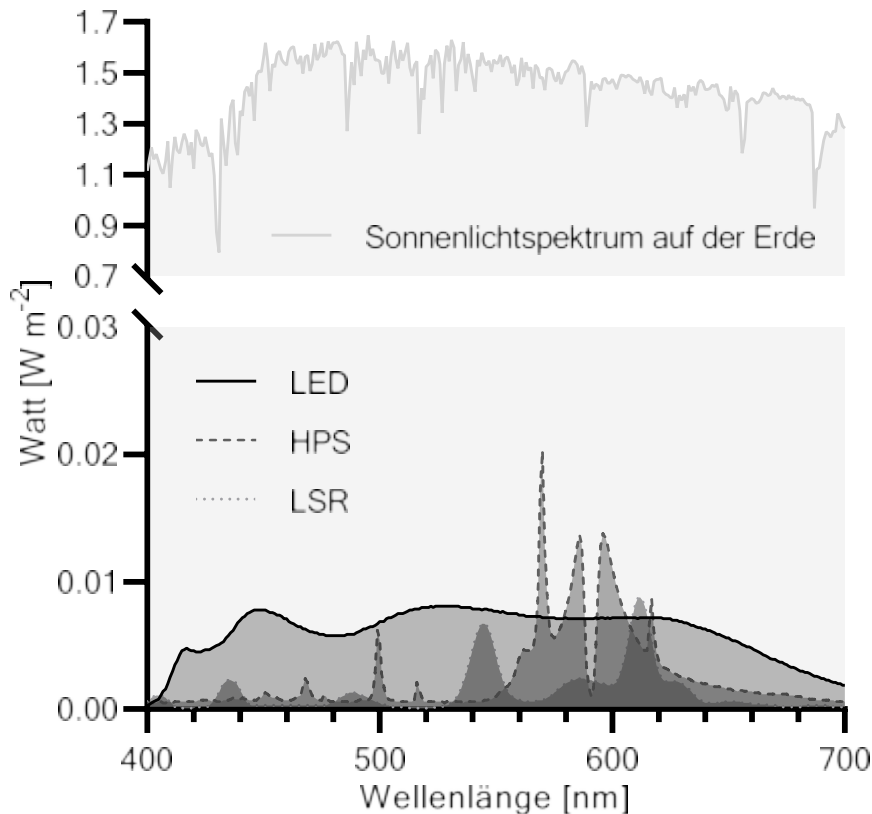


Abbildung 1: Spektrale Zusammensetzung [W m^{-2}] je Wellenlänge
(LED = Licht-emittierende Diode, HPS = Natriumdampfdrucklampe, LSR = Leuchtstoffröhre)

Um den Einfluss dieser neuartigen LED-Technik auf Ertrag und Qualität von Thymian (*Thymus vulgaris* L.) vergleichend zu Natriumdampfdrucklampen (HPS) und Leuchtstoffröhren (LSR) zu untersuchen, wurde ein randomisiertes Experiment mit vier räumlich voneinander unabhängigen Wiederholungen ($n = 18$ Pflanzen je Wiederholung) in einem Gewächshaus im Herbst und Winter durchgeführt.

Deutliche Ertragssteigerungen um Faktor 2 und 5 im Vergleich zur HPS und LSR wurden ermittelt. Die Qualität des Thymians bezogen auf wertgebende Blattinhaltsstoffe (wie Thymol, γ -Terpinen, p -Cymen, Carvacrol, Borneol, Linalool, u.a.) blieb im Vergleich zur HPS unverändert und verdoppelte sich im Vergleich zur LSR. Unter Einbeziehung des Stromverbrauchs erweist sich das LED-System als wirtschaftlichstes System. Die Ertragssteigerungen der Sonnenlicht-LEDs bei mindestens gleichbleibender Qualität können künftig zur Verkürzung der Kultivierungsdauer, zu früherer Marktfähigkeit, mehreren Ernten und höheren finanziellen Einnahmen in den Gartenbaubetrieben beitragen.

Dieses Kooperationsprojekt wird durch das Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft vom Land Brandenburg und durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) gefördert.

Der Einfluss verschiedener Temperaturen auf den Trocknungsverlauf und die Qualität von Grünhafer (*Avena sativa* L.)

Ziba Barati, Dr. Sebastian Awiszus, Sebastian Reyer, Franziska Bruckert, Prof. Dr. Joachim Müller, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Tropen und Subtropen (440e), Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, awiszus@uni-hohenheim.de

Grünhafer (*Avena sativa* L.), als Arzneipflanze enthält gesundheitsfördernde Wirkstoffe wie Flavonoide, Steroidverbindungen, Saponine, Alkaloide, Mineralien, Vitamine und Carotin - allesamt wertvoll zur Unterstützung des Immunsystems. Um die Haltbarkeit des Grünhafers zu verlängern und seine wertgebenden Inhaltsstoffe für spätere Anwendungen in pflanzlichen Arzneimitteln und Pharmazeutika zu erhalten, muss der Hafer, geerntet im Stadium der Teigreife, getrocknet werden. In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss verschiedener Temperaturen auf das Trocknungsverhalten von Grünhafer und seine Eigenschaften untersucht. Die Trocknungsversuche wurden mit dem Präzisionslabortrockner des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim (Stuttgart, Deutschland) durchgeführt. Vor dem Trocknungsversuch wurde der geerntete Grünhafer in 0,02 m große Stücke geschnitten (Abbildung 1). Der Grünhafer wurde bei Temperaturen von 30 °C, 50 °C und 70 °C getrocknet. Die Luftgeschwindigkeit und die Luftfeuchtigkeit wurden konstant bei 0,2 m s⁻¹ und 10 g kg⁻¹ absoluter Luftfeuchtigkeit gehalten. Der getrocknete Grünhafer wurde hinsichtlich Trockensubstanzgehalt, Wasseraktivität, Farbe, Gesamtphenol- und Flavonoidgehalt analysiert. Abbildung 2 zeigt Veränderungen des Feuchtigkeitsgehalts und des Feuchtigkeitsverhältnisses des bei drei verschiedenen Temperaturen getrockneten Grünhafers in Abhängigkeit von der Trocknungszeit (min). Der Feuchtigkeitsgehalt und der Feuchtigkeitsgrad sanken langsam, bis der gewünschte Feuchtigkeitsgehalt von 10 % erreicht wurde. Darüber hinaus verkürzte sich die Gesamttrocknungszeit durch die Erhöhung der Temperatur erheblich. Tabelle 1 zeigt den Einfluss der unterschiedlichen Temperaturen auf die Qualität des Grünhafers. Es wurde beobachtet, dass die L*, a* und b* Werte von Grünhafer während des Trocknungsprozesses zunehmen. Darüber hinaus konnten deutliche Unterschiede in den Farbwerten von Grünhafer, der bei verschiedenen Temperaturen getrocknet wurde, festgestellt werden. Der Gesamtphenolgehalt des getrockneten Grünhafers lag zwischen 411,61 ± 6,24 und 456,75 ± 10,41 GAE mg (100g)⁻¹ getrockneter Probe. Der Trocknungsprozess bei unterschiedlichen Temperaturen hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Gesamtphenolgehalt (p > 0,05). Allerdings war der Flavonoidgehalt des bei 30 °C getrockneten Grünhafers signifikant höher (1,38 %, db) als des bei 50 °C (0,97 %, db) und des bei 70 °C (0,95 %, db) getrockneten Grünhafers. Die Ergebnisse zeigen, dass die Temperatur des Trocknungsprozesses die Farbe und den Gesamtphenolgehalt des Grünhafers beeinflusst. Es wurde festgestellt, dass der Gesamtphenol- und der Flavonoidgehalt für den bei 30 °C getrockneten Grünhafer trotz der längeren Trocknungszeit höher war und sich die Farbwerte im Vergleich zu den anderen Temperaturen stärker änderten. Daher sollte in weiteren Studien die optimale Temperatur für die Trocknung von Grünhafer entsprechend dem Zweck des Trocknungsprozesses bestimmt werden.

Das Vorhaben wird aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über seinen Projektträger, die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Förderkennzeichen [22021317](#)) gefördert.



Abb. 1: Grünhafer in 0,02 m Stücke geschnitten vor dem Trocknen

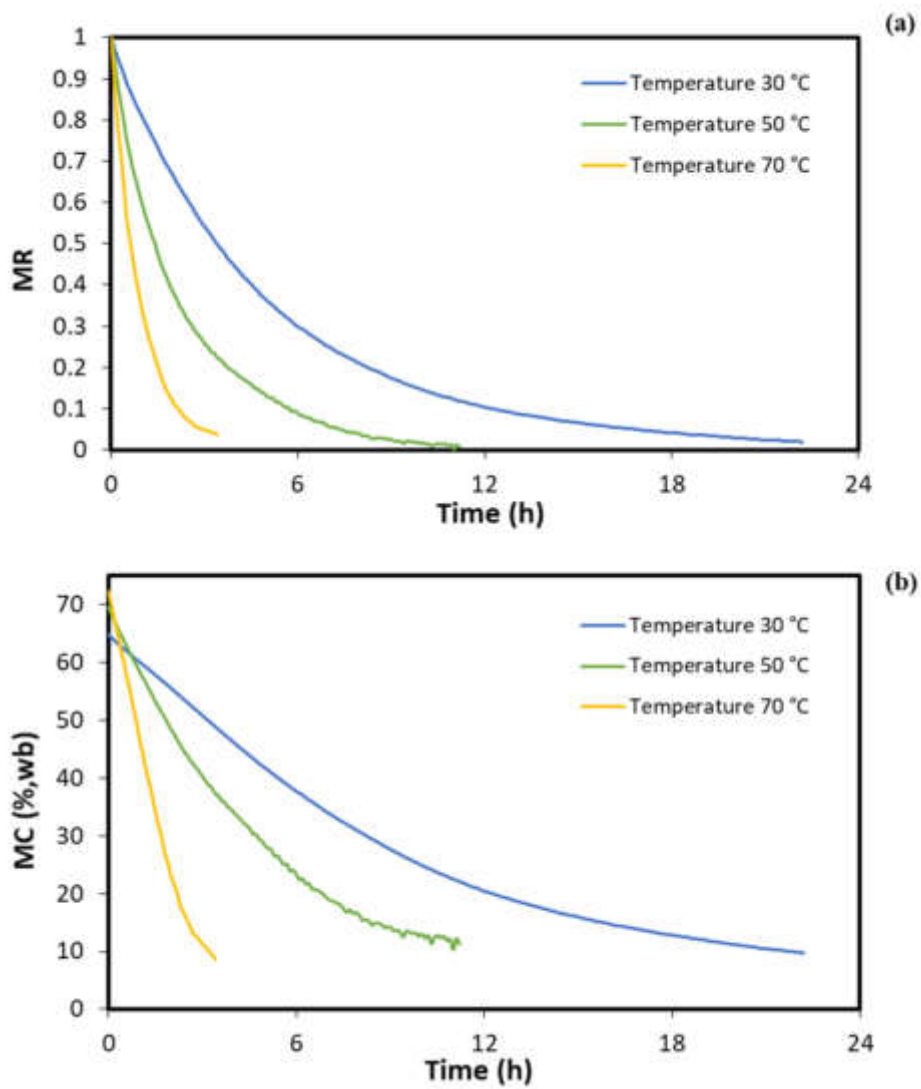


Abb. 2: (a) Feuchtigkeitsverhältnis und (b) Feuchtigkeitsgehalt des bei drei verschiedenen Temperaturen getrockneten Grünhafers in Abhängigkeit von der Trockenzeit (min).

Tab. 1: Einfluss unterschiedlicher Trocknungstemperaturen auf die Qualität von Grünhafer

Probe	L*	a*	b*	ΔE	TPC GAE mg (100g) ⁻¹	Flavonoide %, db
Grünhafer, frisch	39,71 ± 1,69 ^a	-8,33 ± 0,67 ^a	26,41 ± 1,65 ^{a, b}	-	643,61 ± 0,54 ^b	1,00 ± 0,04 ^a
Grünhafer, gefriergetrocknet	62,35 ± 0,83 ^c	-8,03 ± 0,12 ^a	30,37 ± 0,43 ^d	22,99 ^b	425,18 ± 34,15 ^a	1,05 ± 0,40 ^a
Grünhafer, getrocknet bei 30 °C	62,59 ± 2,15 ^c	-4,68 ± 0,73 ^c	27,24 ± 0,99 ^{b, c}	23,18 ^b	411,61 ± 6,24 ^a	1,38 ± 0,03 ^b
Grünhafer, getrocknet bei 50 °C	60,04 ± 2,70 ^b	-5,67 ± 0,60 ^b	25,86 ± 1,46 ^a	20,51 ^a	440,44 ± 20,22 ^{a, b}	0,97 ± 0,10 ^a
Grünhafer, getrocknet bei 70 °C	60,51 ± 2,87 ^{b, c}	-4,12 ± 0,45 ^d	27,83 ± 1,00 ^c	21,27 ^{a, b}	456,75 ± 10,41 ^{a, b}	0,95 ± 0,04 ^a

Verschiedene Buchstaben in einer Spalte zeigen die signifikante Differenz zwischen den Mittelwerten ($p < 0,05$).

Wetter und Klima im Wandel – Was wissen wir und was nicht?

Falk Böttcher, Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Leipzig, Kärrnerstr. 68, 04288 Leipzig, falk.boettcher@dwd.de

Das Klima war und ist immer Veränderungen unterlegen, die unterschiedliche Ursachen haben. In früheren Jahrhunderten waren dies immer nur natürlich ausgelöste astronomische, geophysikalische und geochemische Prozesse, auf die die Menschheit keinen Einfluss hat. Konkret sind dies beispielsweise Variationen der Erdbahn im Raum, Veränderungen der Sonnenaktivität und Vulkanausbrüche. Diese Zusammenhänge wurden seit dem 19. Jahrhundert untersucht und publiziert, wobei auch die Wirkung des Kohlendioxids insbesondere auf die Lufttemperatur schon 1896 in einer Veröffentlichung von Svante Arrhenius beschrieben wurde.

Heute ist die Klimatologie in der Lage, mit gekoppelten Erdsystemmodellen den Klimawandel und seine Auswirkungen zu beschreiben. Dabei kommt den Wasserhaushaltsgrößen besondere Bedeutung zu. In der Klimatologie hat sich aus mehreren Gründen ein Mindestzeitraum von 30 Jahren für die Beschreibung der statistischen Eigenschaften der meteorologischen Parameter bewährt.

Das langfristige Klimamonitoring zeigt, dass neben den natürlichen klimabildenden Prozessen noch weitere Prozesse wirken. Stand der Forschung ist dabei, dass es sich hierbei um klimawirksame Gase handelt, die der Erdatmosphäre beigemischt sind. Diese klimawirksamen Gase, es handelt sich in der Hauptsache um Wasserdampf, Kohlendioxid, Ozon, Lachgas, Ammoniak und Methan, kommen auf natürlichem Weg in die Erdatmosphäre, aber sie werden insbesondere seit dem Beginn der Industrialisierung und der Nutzung fossiler Brennstoffe sowie intensiver landwirtschaftlicher Produktionsmethoden über das natürliche Maß hinaus durch die menschlichen Tätigkeiten freigesetzt und beeinflussen so die Ausformung des Klimas mit. Die Forschung zeigt heute, dass der anthropogene Anteil am Klimawandel die entscheidende Größe sowohl für die Richtung als auch das Maß der Klimaänderungen darstellt und sich im Umkehrschluss die beobachteten Änderungen nur dadurch erklären lassen, dass die durch die Menschen verursachten Atmosphärenbestandteile in die Betrachtung einbezogen werden. Dies ist vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), einer den Vereinten Nationen nachgeordneten Organisation, in deren regelmäßig erscheinenden Assessment

Reports mit zunehmender Evidenz nachgewiesen worden. Letztmalig begann eine solche Veröffentlichungsperiode 2013 und die nächste ist ab 2020/21 angekündigt.

Wenn über den Klimawandel gesprochen wird, fällt meist sehr schnell der Begriff Treibhauseffekt. Die Atmosphäre unseres Planeten mit ihren Bestandteilen sorgt erst dafür, dass Leben in der gewohnten Form möglich ist. Gäbe es die klimawirksamen Gase nicht, würde auf unserer Erde eine um etwa 33 Kelvin geringere mittlere Lufttemperatur von -18 Grad Celsius herrschen. Die klimawirksamen Gase in der Atmosphäre sorgen also dafür, dass die Temperatur im vorindustriellen Zeitalter etwa 15 Grad Celsius erreicht hatte. Dies wird als natürlicher Treibhauseffekt bezeichnet. Die einzelnen Gase haben einen unterschiedlichen Anteil an diesem Treibhauseffekt. Der größte Anteil wird vom Wasserdampf, der gasförmigen Form des Wassers, ausgelöst und beträgt nicht ganz 21 Kelvin. An zweiter Stelle folgt das Kohlendioxid. Sein Anteil wird mit etwas mehr als 7 Kelvin angegeben. Die restlichen etwa 5 Kelvin verteilen sich auf Ozon (2,4 Kelvin), Lachgas (1,4 Kelvin), Methan (0,8 Kelvin) und andere Gase (etwa 0,6 Kelvin). Weiterführende Aussagen hierzu sind dem aktuellen IPCC-Assessment Report von 2013 zu entnehmen.

Fragen des Klimawandels werden heute in Kombination von Monitoring und Modellierung bearbeitet. Dabei kommt zunächst der rückschauenden Betrachtung große Bedeutung zu, denn aus dem Vergleich zwischen den aus der Vergangenheit verfügbaren Monitoringergebnissen und einer in die Vergangenheit gerichteten Modellierung kann einerseits die Güte der Modelle abgeschätzt werden und andererseits kann über die Steuerung des Modellinputs genau erkundet werden, welche Prozesse am Klimawandel mitwirken. Über physikalisch begründete Szenarien, die wiederum ein künftiges Verhalten der Menschheit in Bezug auf die Veränderung der Emissionen klimawirksamer Gase beschreiben, wird mit den Klimamodellen eine Berechnung der klimatischen Zukunft vorgenommen. Dies erfolgt über verschiedene zeitliche und räumliche Aggregationsstufen und in der Koppelung mit Wirkmodellen können dann sehr spezifische Informationen über die klima-induzierten Veränderungen in der Zukunft in verschiedenen Sektoren des menschlichen Lebens und darin eingebettet auch der wirtschaftlichen Tätigkeit gewonnen werden. Diese Wirkmodelle bilden klimaabhängige Entwicklungsprozesse verschiedener Sektoren der Volkswirtschaft in unterschiedlicher Komplexität sowohl in der klimatologischen Vergangenheit als auch in der klimatologischen Zukunft ab.

Informationen zu solchen Veränderungen sind beispielsweise dem vom Deutschen Wetterdienst im Internet publizierten Deutschen Klimaatlas zu entnehmen. Die Datenbasis dieses Werkzeuges sind einerseits die meteorologischen Messungen, die heute unter vergleichbaren Messmethoden über Deutschland einen flächenhaften Blick in die Vergangenheit bis 1881 erlauben und in Richtung Zukunft wird andererseits mit Ergebnissen unterschiedlicher Klimasimulationen gearbeitet, die sich sowohl hinsichtlich des grundlegenden Szenarios als auch der Art der Modellierung und des Grades der Regionalisierung unterscheiden. Auf diesem Gebiet ist die Forschung derzeit sehr aktiv, weil den Nutzern nicht zugemutet werden kann, aus all den verfügbaren Ergebnissen den jeweils nützlichsten Datensatz auszuwählen.

Die realen Änderungen der klimatischen Randbedingungen lassen sich am Beispiel der Lufttemperatur am besten so erklären, dass die Bandbreite der möglichen Ereignisse größer wird bei gleichzeitig steigender Durchschnittstemperatur und unveränderter Intensität kalter Ereignisse, was dann wieder zur Folge hat, dass es auf der warmen Seite der Werteverteilung zu mehr warmen und sehr warmen Fällen führen muss.

Die Niederschlagsänderungen zeigen im Flächenmittel über Deutschland eine um etwa 10 – 15 % zunehmende Jahresniederschlagssumme. Dabei gibt es regionale Unterschiede. Während sich in den nördlichen, westlichen und südlichen Regionen diese Zunahme real bemerkbar macht, ist sie nach Osten hin kaum noch zu spüren und an der Oder-Neiße-Linie sind sogar Gebiete mit abnehmender Jahresniederschlagssumme zu verzeichnen. Die Veränderung

des Niederschlages zeigt sich auf vielerlei Weise, so ändert sich die halbjährliche Verteilung über Deutschland. Im Winterhalbjahr nimmt die Niederschlagsmenge zu, während sie im Sommerhalbjahr abnimmt, wobei im Sommerhalbjahr selbst eine Niederschlagsabnahme in der ersten Hälfte und eine gewisse Zunahme in der zweiten Hälfte verzeichnet werden kann. Dies hat insbesondere auf die Land- und Forstwirtschaft sowie den Gartenbau Einfluss und zwingt in diesen Sektoren zu Anpassungen insbesondere im Hinblick des Anbauspektrums, der Sortenwahl und der Bodenbearbeitung sowie der Nutzung von Technologien, um die Niederschlagsdefizite auszugleichen. Hier sei als Beispiel die Zusatzbewässerung genannt, die natürlich nur dann wirksam werden kann, wenn Wasserreservoirs nutzbar sind und durch die Zusatzbewässerung keine Auswirkungen auf das Wasserdargebot erkennbar sind.

Neben der unterschiedlichen Veränderung der Niederschlagsmenge und -verteilung gibt es durch klimawandelbedingte Veränderungen der atmosphärischen Zirkulation insbesondere über den mittleren Breiten eine Veränderung in der Stabilität von Wetterlagen, die dazu führt, dass sich das Verhältnis zwischen warmfront- und kaltfrontgebundenen Niederschlägen verändert. Warmfrontniederschläge, die sogenannten Landregen, nehmen in ihrer Häufigkeit ab und Kaltfrontniederschläge, die überwiegend schauerartigen Charakter haben, nehmen zu. Die Zunahme der Kaltfrontniederschläge, die oft durch starke Intensitäten und starke Intensitätsschwankungen gekennzeichnet sind, werden meist schlechter in den Boden infiltriert und liefern damit gelegentlich Oberflächenabfluss, der in Kombination mit unbewachsenen oder nur spärlich bedeckten Böden in hügeligem oder bergigem Gelände Erosionsereignisse auslösen kann. Die Datenlage ist so, dass im Winterhalbjahr bei Starkniederschlägen, die auf der Basis von Tagessummen des Niederschlages mit einem Erreichen und Überschreiten der Grenze von 20 mm beschrieben werden, sowohl in Häufigkeit als auch in Intensität Zunahmen statistisch gesichert sind. Im Sommerhalbjahr sehen wir bei diesen Niederschlägen keine wesentliche Veränderung der Häufigkeit, aber zunehmende Intensitäten. Wenn die Einstufung des Niederschlages als Starkniederschlag auf kleinere Zeitschritte reflektieren soll, dann ist die Aussage noch mit Unsicherheiten behaftet, denn das dafür verfügbare Datenmaterial liefert für diese Aussagen eine noch nicht abgesicherte Basis. Die Veränderung der Stabilität von Wetterlagen führt auch zunehmend zu längeren niederschlagsarmen oder niederschlagsfreien Perioden. Die Bodenfeuchte als eine resultierende Größe des Wasserhaushaltes wird in Deutschland nicht flächendeckend gemessen, aber es gibt regional verteilt Messungen, die gemeinsam mit Modellierungen ein zuverlässiges Bild der Änderungen dieser Größe liefern. Hierbei sind auch das Wasserspeichervermögen und der jeweilige Bewuchs bedeutsam. Dabei spielt auch die durch die erreichbare Wurzeltiefe erschließbare Mächtigkeit des Bodens eine Rolle. Unter der Voraussetzung gleichmäßiger Wurzeltiefe zeigt sich im Kontext des Klimawandels ein Trend zur Abnahme der Bodenfeuchte unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzenarten aber auch unter Dauerkulturen sowohl in Landwirtschaft wie im Forst in den jeweiligen Vegetationsmonaten, während in den Monaten ohne nennenswerte Vegetationsregungen die Bodenfeuchte leicht zunimmt. Wie stark der Trend zur Abnahme in den Vegetationszeiten ist, hängt wiederum vom Bodenwasserspeichervermögen des jeweiligen Standortes ab. Es muss aber auch festgestellt werden, dass die Bodenfeuchte mit ihrem langperiodischen Verlaufsverhalten durch Niederschlagsarmut ausgelöste meteorologische Trockenheit in gewissem Umfang in der Landwirtschaft und im Forstbereich abpuffert.

Perspektiven bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Heil- und Gewürzpflanzen

Frances Karlstedt, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg, Frances.Karlstedt@llg.mule.sachsen-anhalt.de

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln hängt maßgeblich von deren Zulassung ab. Die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln wird bestimmt durch rechtliche Rahmenbedingungen, die für das Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln und deren Wirkstoffen vorgegeben sind. Die Grundlage der europäischen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffgenehmigung bildet die Verordnung (EG) 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln. Diese handelt nach dem Vorsorge- und Substitutionsprinzip.

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt über ein nationales Verfahren, hier gelten ebenso die Verordnung (EU) 1107/2009 sowie das deutsche Pflanzenschutzgesetz. Ziel dieser rechtlichen Leitlinien ist die EU-weite Harmonisierung sowie nationale Beschleunigung von Zulassungsverfahren.

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in den Heil- und Gewürzpflanzen wird nach Art. 51 zur Ausweitung des Geltungsbereichs auf geringfügige Anwendungen auf Basis einer Grundzulassung beantragt. Seit dem Jahr 1995 koordiniert das Land Sachsen-Anhalt die Arbeiten der Lückenindikation auf dem Gebiet des Heil- und Gewürzpflanzenanbaus.

Um mögliche Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt weiter zu reduzieren, die mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verbunden sein können, bildet der Nationale Aktionsplan ein rechtliches Rahmenmaß. So soll die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln für Anwendungen von geringfügigem Umfang im Hinblick auf geeignete Resistenzstrategien verbessert werden. Angestrebt wird, dass bis 2023 für 80 % aller relevanten Anwendungsgebiete mindestens drei Wirkstoffgruppen zur Verfügung stehen. Derzeit gibt es viele kurzfristige Übergangslösungen von Mitteln, die bei einer Neubewertung nicht automatisch wieder zugelassen werden und damit als Einsatzalternativen fehlen.

Gegenwärtig sind in Deutschland 223 Anwendungsgebiete im Bereich Herbizide, Fungizide und Insektizide für Heil- und Gewürzpflanzen zugelassen. Es muss beachtet werden, dass Zulassungen für die Gruppe der frischen Kräuter, Gewürze und Teekräuter gelten können, die Zulassung aber auch oftmals nur einzelne Kulturen umfasst.

Im Diagramm wird die Entwicklung zugelassener Anwendungsgebiete in den Heil- und Gewürzpflanzen dargestellt (Abbildung 1).

Maßgeblich beeinflusst wird die Verfügbarkeit ebenso von der Wirkstoffentwicklung der Pflanzenschutzmittelindustrie, vor allem im Hinblick auf ein nachhaltiges Resistenzmanagement. Jedoch sind die Anforderungen an die Wirkstoffentwicklung immens gestiegen, dem gegenüber steht der vergleichsweise geringe Absatzmarkt der Heil- und Gewürzpflanzen.

Die Vorgaben, vorbeugende und nicht-chemische Bekämpfungsmaßnahmen zu nutzen, führen langfristig zu veränderten Anbauverfahren, die aufwändiger und komplexer werden. So muss bei einem Verzicht auf chemische Bekämpfungsmaßnahmen, z. B. durch die Nutzung biologischer Mittel, deren Entwicklung intensiver Forschungsarbeit bedarf, oftmals der geringere Wirkungsgrad und der damit sinkende Bekämpfungserfolg in Kauf genommen werden.

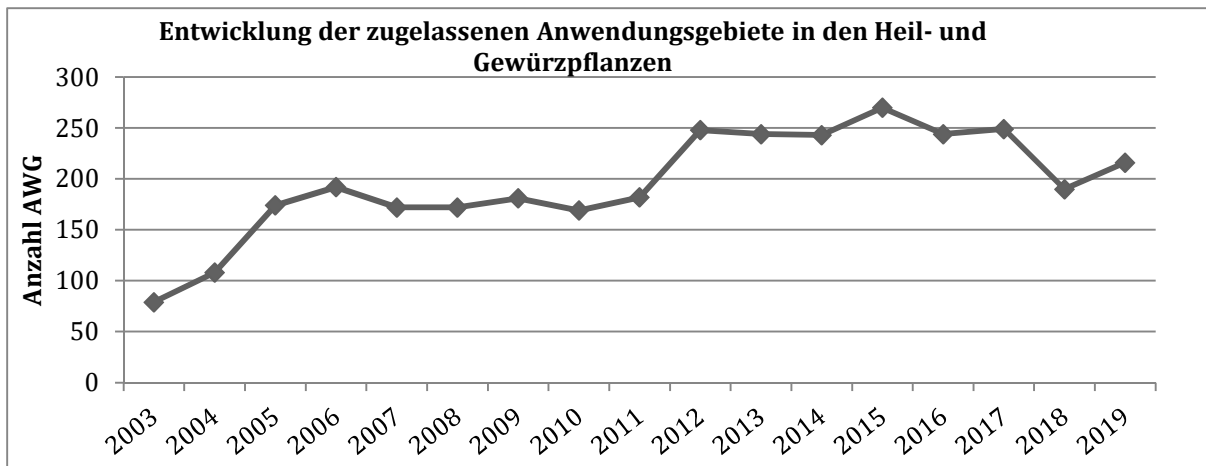


Abb. 1: Entwicklung der zugelassenen Anwendungsgebiete in den Heil- und Gewürzpflanzen von 2003 – 2019

Aufgrund der vielen ineinandergreifenden Faktoren wird die Verfügbarkeit der chemischen Pflanzenschutzmittel in Zukunft abnehmen. Im Ausblick zeigt der Vortrag die Auswirkungen rechtlicher, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Rahmenbedingungen auf die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln am Beispiel der Heil- und Gewürzpflanzen.

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen – Ein Instrument zur Förderung der Biodiversität

Dr. Andréé Hamm¹, Hannah Knaup¹, Hanna Blum²

¹ Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Lehrstuhl Agrarökologie und organischer Landbau, Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn, a.hamm@uni-bonn.de, s6haknau@uni-bonn.de // ² Außenlabor der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Campus Klein-Altendorf, Klein-Altendorf 2, 53359 Rheinbach, hblum@uni-bonn.de

Die Ökosysteme weltweit, die sich sowohl in ihrer abiotischen als auch biotischen Ausstattung z.T. sehr stark unterscheiden, können nur dann fortbestehen, wenn gewährleistet ist, dass die dazu notwendigen ökosystemaren Funktionen sichergestellt werden. Der überwiegende Teil dieser Funktionen wird dabei von lebenden Organismen wie Bakterien, Pilzen, Pflanzen und Tieren übernommen.

So sind es z. B. zahlreiche Arten und unzählige Individuen der Bodenorganismen, die dazu beitragen, dass es zum Umsatz von organischem Bestandsabfall kommt, wodurch Nährstoffe in den Böden wieder pflanzenverfügbar gemacht werden. Auch für die Durchlüftung und die Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens des Bodens und eine Verbesserung seiner Krümelstruktur sind diese Organismen mitverantwortlich. Viele dieser Organismen sind Insekten bzw. deren Larvenstadien. Ihnen haben wir es u. a. zu verdanken, wenn wir über fruchtbare Böden verfügen können, die eine Grundvoraussetzung für gute Erträge in der Landwirtschaft darstellen.

Die Larven der Insektenordnungen Eintags-, Stein- und Köcherfliegen entwickeln sich im Wasser und spielen eine wichtige Rolle bei der Selbstreinigung stehender und fließender Binnengewässer. Auch die Larven einiger Schwebfliegenarten übernehmen eine solche Funktion in den Gewässern oder ernähren sich z.B. von den Larven bestimmter Schadinsekten und spielen damit eine wichtige Rolle bei der biologischen Schädlingsbekämpfung.

Wenn es um die Sicherstellung der Erträge z.B. im Obst- und Gemüseanbau geht, spielt gerade die Ökosystemfunktion der Bestäubung eine wichtige Rolle. Diese wird in unseren Breiten fast ausschließlich von Insekten übernommen. Insbesondere zahlreiche Arten bzw. Individuen der Insektenordnung Hautflügler (Hymenoptera) und hier besonders von den Bienen spielen hier eine besondere Rolle. Bundesweit existieren neben der Honigbiene über 560 Wildbienenarten von denen allein über 30 Arten der Gattung *Bombus* (Hummeln) angehören. Obwohl alle Bienen in Deutschland nach dem Bundesartenschutzgesetz unter besonderem Schutz stehen, werden dennoch über die Hälfte der Bienen auf der Roten Liste der bedrohten Arten geführt. Da die Bienen in unseren Breiten strikte Vegetarier sind, sich sowohl als Larve als auch Adulte ausschließlich von Pollen, Nektar und Drüsensekreten der Pflanzen ernähren und in der Regel noch dazu über eine starke Behaarung verfügen, sind sie die wichtigsten Bestäuber überhaupt und leisten einen enormen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität auf der einen und zur Steigerung der Erträge nicht nur im Obstbau auf der anderen Seite.

Aber nicht nur die Ordnung der Hymenoptera sondern auch andere Insektenordnungen wie die der Schmetterlinge (Lepidoptera), der Käfer (Coleoptera) oder auch der „Fliegen“ (Diptera) sind an der Bestäubung vieler Wild- und Nutzpflanzen maßgeblich beteiligt und tragen so ebenfalls zum Erhalt der Biodiversität und zur Steigerung der Erträge bei. So wurden z.B. die Adulten vieler Schwebfliegenarten, von denen in Deutschland ca. 440 bekannt sind, häufig beim Blütenbesuch beobachtet, ihre Bedeutung als Bestäuber wurde jedoch bislang aber meist als untergeordnet eingestuft.

Auch in den Nahrungsnetzen spielen Insekten eine zentrale Rolle. So fungieren zahlreiche Arten im adulten und oder larvalen Stadium als Regulatoren der Populationen anderer Tierarten. Insekten und ihre Entwicklungsstadien dienen aber auch anderen als Nahrung und sichern so z.B. die Existenz zahlreicher insektivorer Vogelarten und tragen damit zum Erhalt der Diversität der heimischen Avifauna bei.



Abb. 1 (links): *Sphaerophoria* sp. (Langbauchschwebfliege)

Abb. 2 (rechts): *Apis mellifera*, (Honigbiene) auf einer Leinblüte

Bereits die angeführten Beispiele deuten an, wie enorm wichtig eine große Artenvielfalt für den Fortbestand natürlicher, halbnatürlicher und vom Menschen in unterschiedlicher Intensität genutzter Lebensräume und ihrer Lebensgemeinschaften ist.

Der drastische Rückgang der Artenvielfalt weltweit und auch in Deutschland ist mittlerweile hinlänglich bekannt. Maßnahmen, die diesem Rückgang entgegenwirken sollen, werden vielerorts diskutiert und auch bereits umgesetzt. Letzteres geschieht besonders auch in den Agrarökosystemen.

Denn laut Schätzungen des BMEL sind in Deutschland ca. 70-80% der bedrohten Arten existenziell an landwirtschaftliche Nutzungssysteme gebunden (BMEL, 2005). Dieser Befund macht deutlich, dass eine Integration von Naturschutzzielen in den Produktionsablauf auf landwirtschaftlichen Nutzflächen und in deren Umfeld für den Erhalt und die Verbesserung der Biodiversität in der Kulturlandschaft von überragender Bedeutung ist.

In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob der Anbau alternativer Nutzpflanzen wie Arznei- und Gewürzpflanzen neben der Anlage von Blühstreifen oder dem Anbau von Zwischenfrüchten etc. ein geeignetes Instrument zur Förderung der Biodiversität darstellen kann.

An der Universität Bonn wird daher in einem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) geförderten Projekt „Entwicklung eines Bestäubungsmanagements im Arzneipflanzenanbau zur Steigerung der Erträge und gleichzeitigen Erhöhung der Ökosystemleistungen“ (Förderkennzeichen: [22001116](#)) unter anderem untersucht, ob durch einen abgestimmten Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen die durchgängige Verfügbarkeit der floralen Ressourcen Pollen und Nektar in den Agrarökosystemen z.B. auch während der Trachtlücken von Ende Juni bis August deutlich gesteigert werden kann. Hierdurch wäre eine wichtige Voraussetzung erfüllt, damit sich blütenbesuchende Insekten wiederansiedeln bzw. die Populationen bereits vorkommender Arten stabilisieren oder sogar vergrößern. Und tatsächlich konnten in zahlreichen Studien der Abteilung Agrarökologie und Organischer Landbau der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn bereits hohe Artenzahlen und Abundanzen blütenbesuchender Insekten wie Bienen, Wespen und Schwebfliegen aber auch Wanzen, in den Beständen von Fenchel, Lein, Bohnenkraut und anderen Arznei- und Gewürzpflanzen nachgewiesen werden.

Die Untersuchungen hierzu fanden im Wesentlichen auf zwei Außenlaboren der Universität Bonn, dem ökologisch wirtschaftenden Wiesengut bei Hennef an der Sieg (WG) und dem Campus Klein-Altendorf (CKA), sowie auf zusätzlichen Flächen (AH, RWE, BOL), die sich im weiteren Umfeld von Bonn befanden (Abbildung 3).

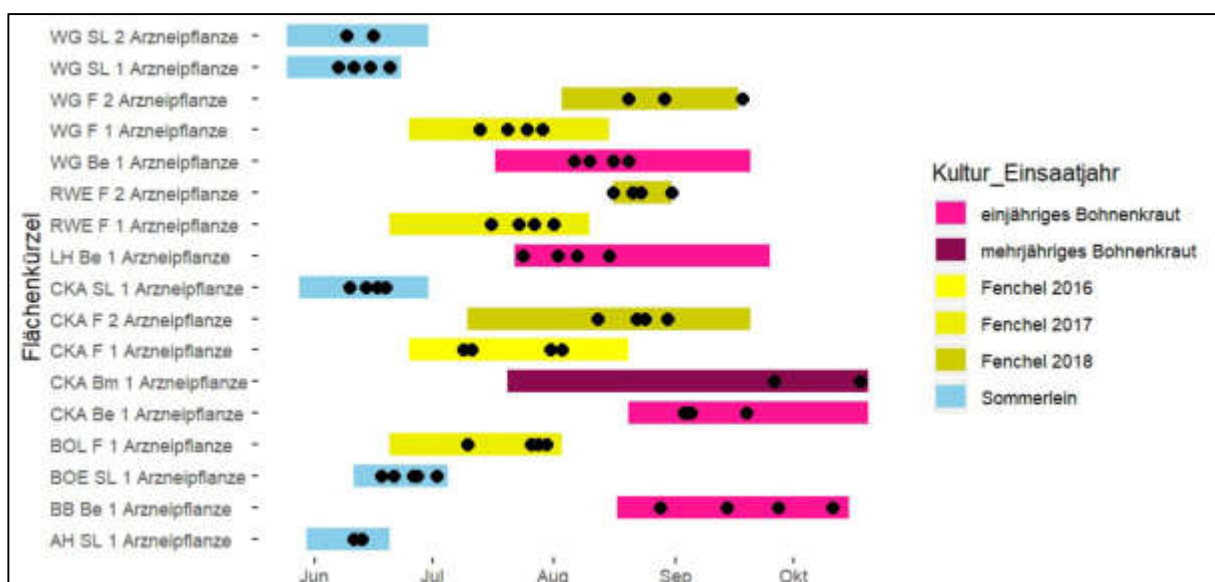


Abb. 3: Der Abbildung können die jeweiligen Kulturen inklusive Einsaatjahr (Farbe), deren Blühzeiträume (X-Achse) und die Erfassungstermine (schwarze Punkte) in 2018 entnommen werden. Die y-Achse gibt Auskunft über die Identität der Flächen. Weiter zeigt die Abbildung, dass der abgestimmte Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen am Wiesengut und am Campus Klein-Altendorf zu einer durchgängigen Verfügbarkeit der floralen Ressourcen Pollen und Nektar in 2018 geführt hat.

In der Folge wird ein Teil erster Ergebnisse der Untersuchungen vorgestellt, die auf den Erfassungen von Echten Bienen (Apidae) und Schwebfliegen (Syrphidae) beruhen. Die Erfassungen erfolgten mittels Kescher in der Regel an vier Erfassungsterminen im Fenchel, Sommerlein und Bohnenkraut jeweils für zweimal 30 Minuten effektive Erfassungsdauer entlang von bis zu drei Transekten. Um die Ergebnisse in der Folge adäquat interpretieren und die Bedeutung des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus in der Folge richtig einschätzen zu können, wurden die gleiche Vorgehensweise ab 2018 auch auf nichtblühenden Referenzflächen und Flächen mit regionaltypischen Alternativblühaspekten durchgeführt.

Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchungen bisher 338 Taxa nachgewiesen. Dabei konnten die erfassten Individuen der Familie der Schwebfliegen, Syrphidae, 77 Morphospezies, davon mindestens 66 Arten, und die Individuen der Familie der Echten Bienen, Apidae, 73 Morphospezies, davon mindestens 63 Arten, zugeordnet werden konnten (vgl. Abbildung 4, 5).

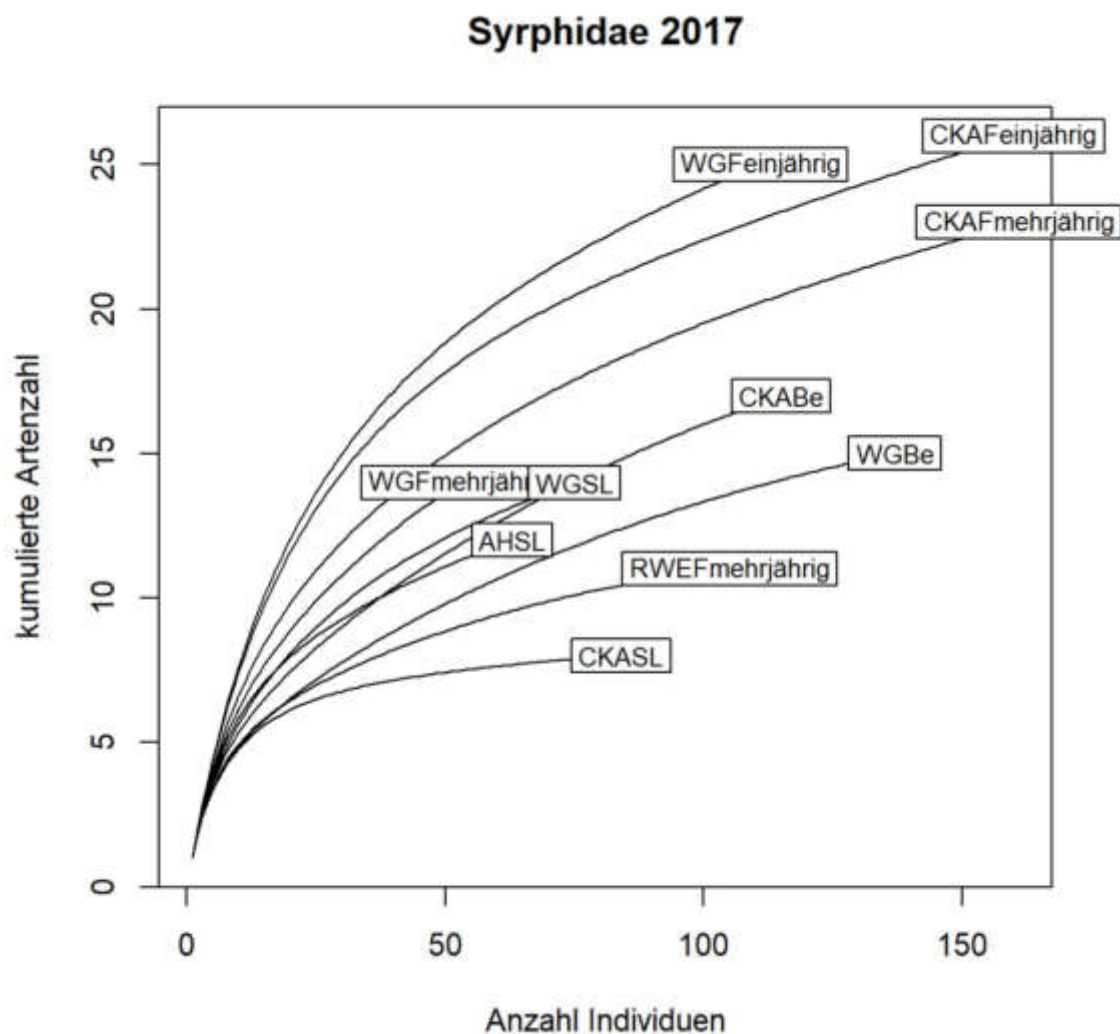


Abb. 4: Dargestellt ist die Anzahl der in 2017 auf den Flächen erfassten Schwebfliegenindividuen und -arten mit Hilfe sogenannter „accumulation curves“. Je steiler der Kurvenverlauf, desto mehr Arten wären bei weiteren Erfassungsterminen zu erwarten gewesen (WG = Wiesengut, CKA = Campus Klein Altendorf, AH/RWE = zusätzliche Fläche im weiteren Umfeld von Bonn).

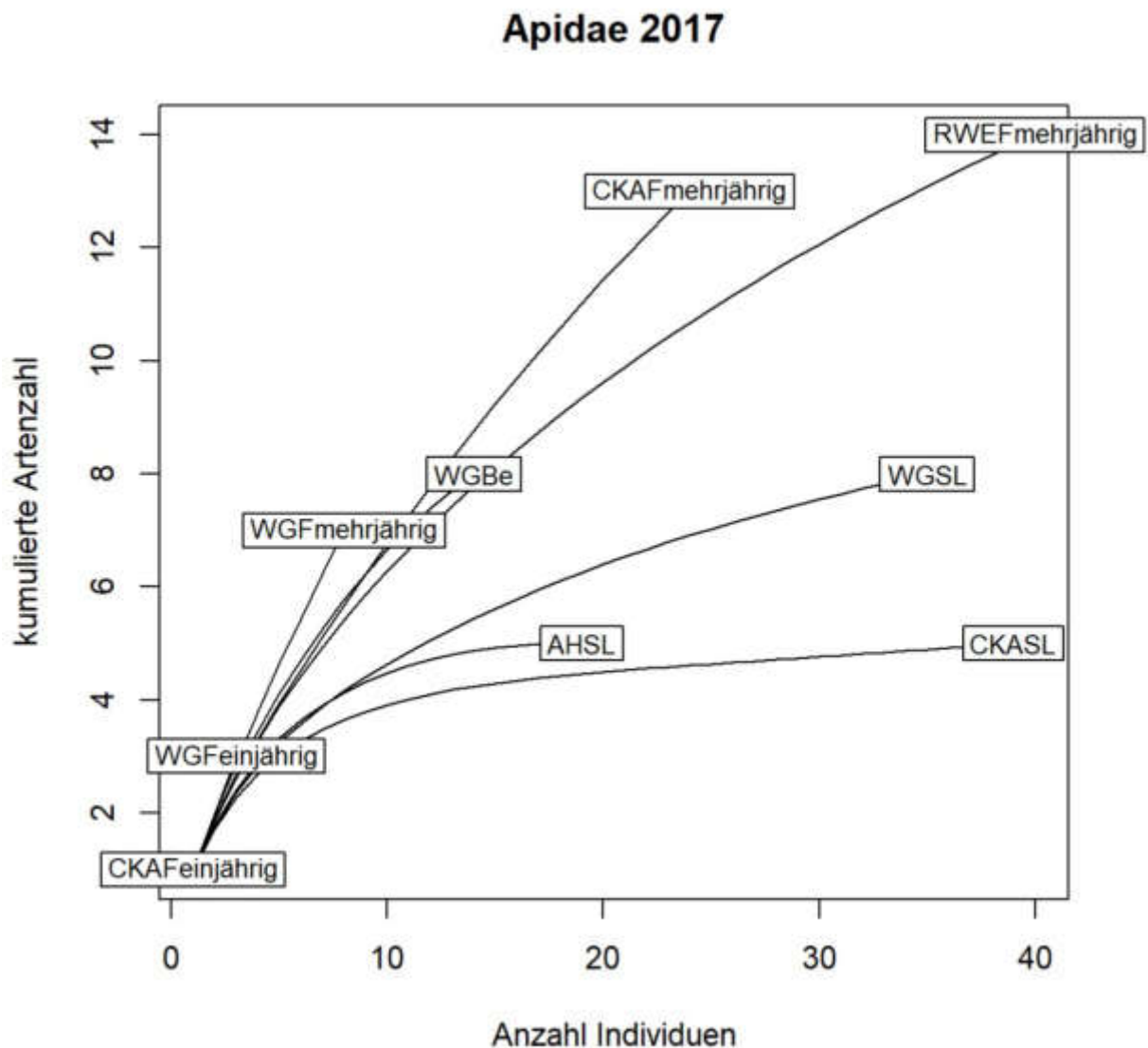


Abb. 5: Dargestellt ist die Anzahl der in 2017 auf den Flächen erfassten Bienenindividuen und -arten mit Hilfe sogenannter „accumulation curves“. Je steiler der Kurvenverlauf, desto mehr Arten wären bei weiteren Erfassungsterminen zu erwarten gewesen (WG = Wiesengut, CKA = Campus Klein Altendorf, AH/RWE = zusätzliche Fläche im weiteren Umfeld von Bonn).

Der Vergleich der Erfassungsergebnisse von den verschiedenen Flächen zeigt für die Schwebfliegen, dass auf den Arznei- und Gewürzpflanzen sowohl deutlich mehr Individuen als auch Arten nachgewiesen werden konnten als auf den blütenarmen Referenzflächen bzw. den Flächen mit Alternativem Blühaspekt (Abbildung 6 -9). Bei den Echten Bienen liegt die auf den Arznei- und Gewürzpflanzen erfasste Individuenzahl immer höher als auf den Vergleichsflächen. Die nachgewiesenen Artenzahl blütenreicher Referenzflächen, die z.B. mit Sonnenhut bestellt waren, reichen dagegen mitunter durchaus an die Artenzahlen heran, die auf Lein, Bohnenkraut oder auch Fenchel beobachtet werden konnten.

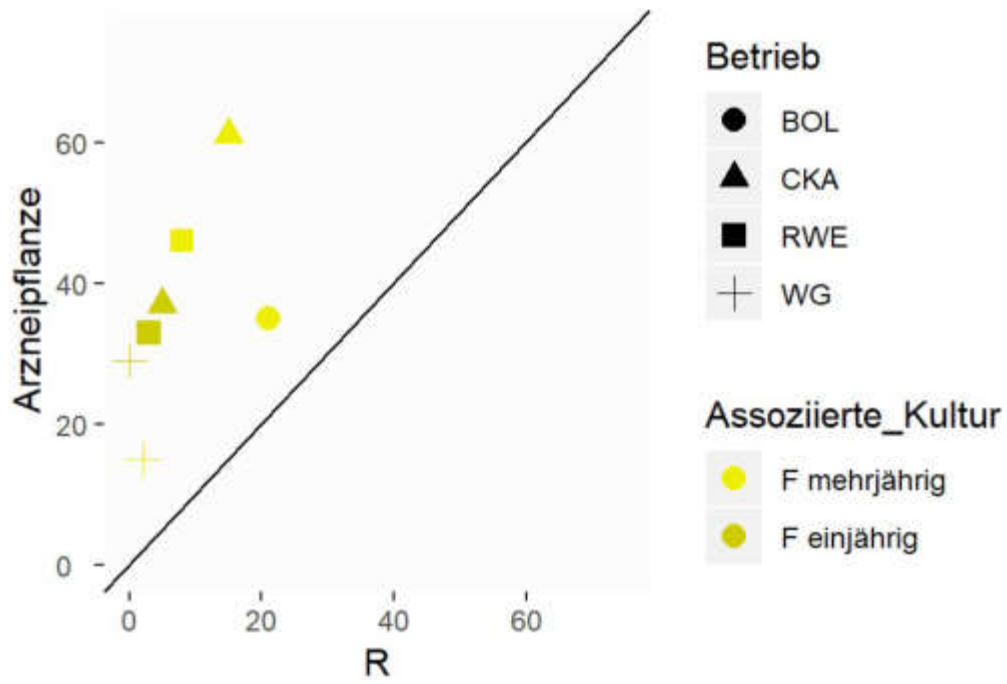


Abb. 6.: Auf allen untersuchten Fenchelflächen konnten mehr Schwebfliegenindividuen nachgewiesen werden als auf den blütenarmen Referenzflächen.

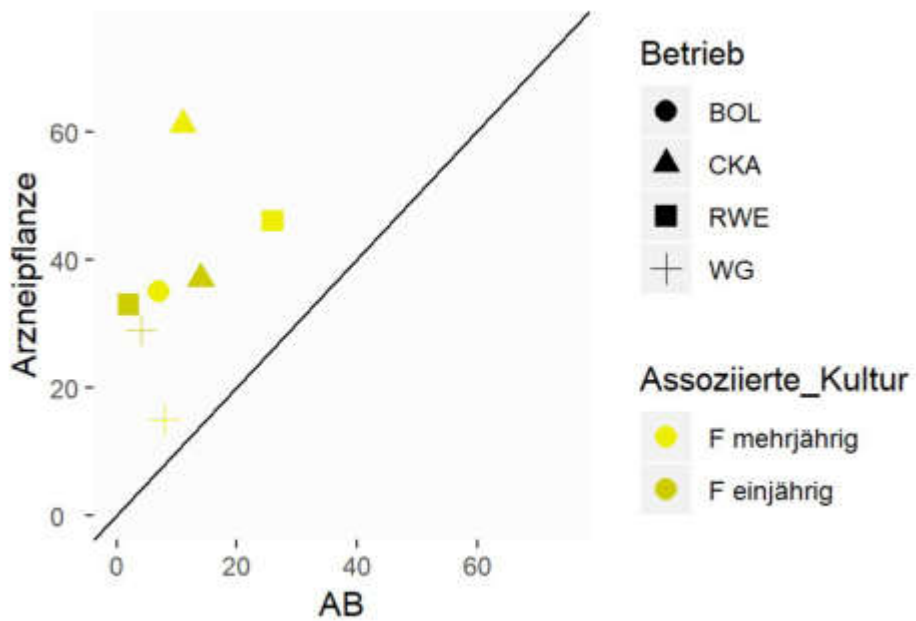


Abb. 7.: Auf allen untersuchten Fenchelflächen konnten mehr Schwebfliegenindividuen nachgewiesen werden als auf den Flächen mit alternativem Blühaspekt.

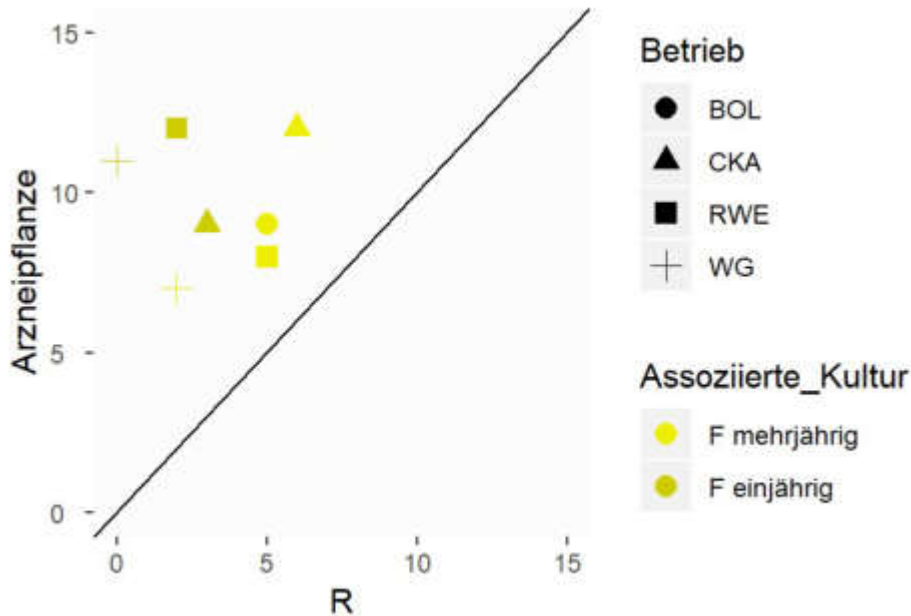


Abb. 8.: Auf allen untersuchten Fenchelflächen konnten mehr Schwebfliegenarten nachgewiesen werden als auf den Referenzflächen.

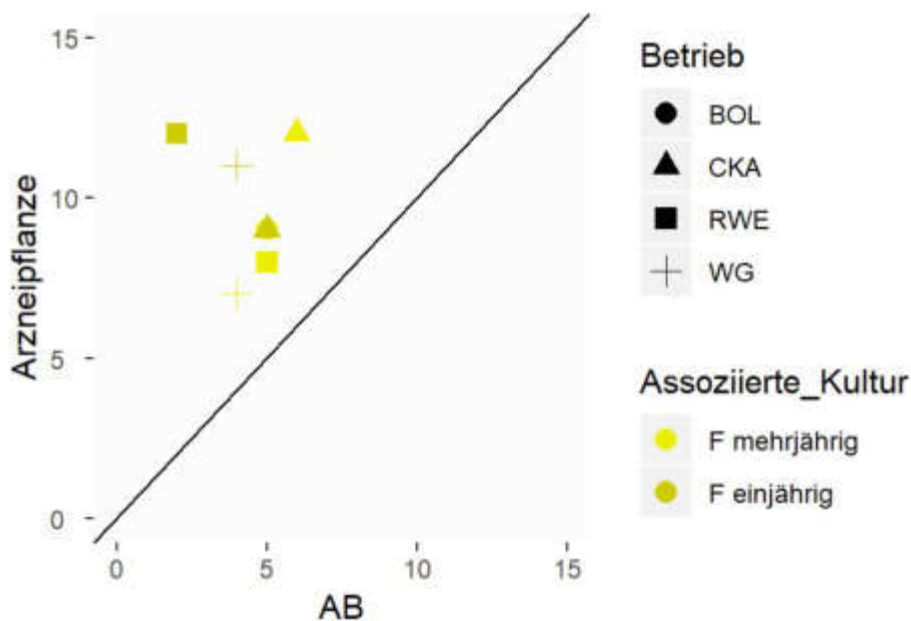


Abb. 9.: Auf allen untersuchten Fenchelflächen konnten mehr Schwebfliegenarten nachgewiesen werden als auf den Flächen mit alternativem Blühaspekt.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die bisherigen Ergebnisse, die im Projekt „Entwicklung eines Bestäubungsmanagements im Arzneipflanzenanbau zur Steigerung der Erträge und gleichzeitiger Erhöhung der Ökosystemleistungen“ an der Universität generiert wurden, deutlich zeigen, dass ein gut abgestimmter Anbau zu einer durchgängigen Verfügbarkeit der floralen Ressourcen Pollen und Nektar führen und dadurch einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der Diversität vor allem der Insekten, aber auch weiterer Tiergruppen in den Agrarökosystemen leisten kann.

Sind die Bienen noch zu retten? Potentiale des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus zur Wildbienenförderung

Henri Greil, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Bienenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, henri.greil@julius-kuehn.de

Wir leben im Anthropozän, dem Zeitalter des Menschen. Dies bedeutet, dass wir alle Prozesse und damit auch die Lebensbedingungen für die Pflanzen und Tiere auf der Erde beeinflussen. So hat z.B. die Krefelder Studie (Hallmann et al. 2017) große Rückgänge der Insektenbiomasse gezeigt und Experten diskutieren, ob wir gerade das sechste Massenaussterben beobachten. Vor allem der Verlust von geeignetem Lebensraum stellt eine starke Beeinflussung dar und wird durch die Intensivierung der agrarischen Nutzung und die fortschreitende Urbanisierung kontinuierlich vorangetrieben. Die Bienen stellen eine wichtige Gruppe der Insekten dar, da sie aufgrund ihrer Bestäubungsleistung als eine Schlüsselart (engl. keystone species) gelten, die eine erhebliche Bedeutung für die Biodiversität ausübt. Obwohl die Anzahl der Bienenarten in Deutschland zunimmt sind über 40% der Arten bedroht und vor allem nehmen die Bestände stark ab (Westrich et al. 2011). Da die knapp 600 in Deutschland vorkommenden Wildbienenarten zum Teil sehr unterschiedliche Lebensansprüche aufweisen, müssen auch Maßnahmen zur artspezifischen Förderung unterschiedlich ausgebildet werden. Jedoch bestehen gerade im Bereich der Wildbienenförderung noch erhebliche Wissenslücken.

In dem Forschungsmodellprojekt „Bienenstadt Braunschweig“ untersuchen wir artspezifische Fördermöglichkeiten und die Vernetzung von Wildbienenvorkommen im gesamten Stadtgebiet einer mitteldeutschen Großstadt mit ¼ Millionen Einwohnern. Die Stadt Braunschweig hat ca. 6 Millionen Euro zur Förderung der biologischen Vielfalt und für Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt eingeworben. Durch eine Kooperation mit der Stadt Braunschweig können wir die Ausgestaltung der Maßnahmen und die nachfolgende Entwicklung wissenschaftlich begleiten. Vorgestellt werden erste Erfassungsergebnisse der Wildbienenvorkommen im Stadtgebiet sowie die ersten Umsetzungsmaßnahmen. Über die Kooperation mit der Stadt hinaus haben sich zahlreiche Einrichtungen, Verbände, Firmen und Privatpersonen aus der Stadt gemeldet, die das Projekt unterstützen wollen. An das Projekt werden zahlreiche Forschungsvorhaben im Wildbienenbereich angedockt und im Aktionsprogramm Insektenschutz wurde bereits ein erster Forschungsantrag fachlich positiv bewertet und wird im Frühjahr 2020 starten. In diesem Projekt werden wir Möglichkeiten zur Förderung von Wildbienen in urbanen Freiräumen in Abhängigkeit von verschiedenen Nutzungen, z.B. auf Sportplätzen, Schulen oder in Kleingärten untersuchen. Aufgrund des Struktureichtums und der pflanzlichen Vielfalt stellen Kleingärten die wertvollsten städtischen Lebensräume für Wildbienen dar (Baldock et al. 2019). Die vielfach in den Gärten angebauten Arznei- und Gewürzpflanzen spielen dabei vermutlich für viele Wildbienenarten als Pollen- und Nektarquelle eine entscheidende Rolle.

Alljährlich werden von verschiedenen Organisationen Pflanzen und Tierarten des Jahres gekürt. In 2020 ist die Arzneipflanze des Jahres der Echte Lavendel (*Lavendula angustifolia*) und die Heilpflanze des Jahres die Wegwarte (*Cichorium intybus*). Beide Pflanzen sind für Bienen sehr attraktiv, so ist bei der Wegwarte die Nutzung des Pollens durch 38 Wildbienenarten nachgewiesen und von diesen sind 10 Arten auf die Pflanzenfamilie spezialisiert (oligoektisch). Lavendel wird vor allem von Hummeln und aufgrund des hohen Nektarwerts auch von Honigbienen intensiv besammelt. Bei einem Blick in die Liste der Arzneipflanzen des Jahres fallen zahlreiche weitere für Bienen sehr wichtige Pollen- und Nektarpflanzen auf, Beispiele sind 2019 Weißdorne (*Crataegus*), 2015 das Echte Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) oder 2010 der Gemeine Efeu (*Hedera helix*). Das auch von der neu am JKI gegründeten Nachwuchsforschergruppe Arzneipflanzen in den Fokus genommene Johanniskraut nutzen mindestens 16 Wildbienenarten aus 6 verschiedenen Gattungen.

Aufgrund der hohen Attraktivität vieler Pflanzenarten für Wild- und Honigbienen und der Pflanzenvielfalt stellt der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau ein sehr großes Potential zur Förderung von Wildbienen im landwirtschaftlichen Bereich dar. Im Ackerbau stellt vor allem die geringe Anzahl der Kulturen eines der größten Probleme für Bienen in den Agrarlandschaften dar. So wird auf etwa 40% der landwirtschaftlichen Fläche für Bienen wenig attraktives Getreide angebaut, wogegen die Rapsanbaufläche in den letzten Jahren stark zurückgeht. Bei Kulturen, die auf eine Insektenbestäubung angewiesen sind, zeigen verschiedene Studien in unterschiedlichen Kulturen, dass bei einer Bestäubung durch unterschiedliche Bienenarten sowohl der Ertrag, als auch die Qualität der Früchte gesteigert wird. Dies ist auch in der Saatgutproduktion von Bedeutung. Während Honigbienen leicht durch Imker in die Kulturen gewandert werden können, benötigen Wildbienen geeignete Nistmöglichkeiten sowie ein ausreichendes artspezifisches Nahrungsangebot über mehrere Jahre in der Nähe. Obwohl im Obstbau bereits seit vielen Jahren die in Hohlräumen nistenden Mauerbienen (*Osmia bicornis* und *Osmia cornuta*) zur Bestäubung eingesetzt werden, gibt es in anderen Kulturen kaum eine gezielte Förderung oder Ansiedelung von Wildbienenarten, die diese Pflanzen besonders gut bestäuben.

Die dargestellte Attraktivität vieler Arznei- und Gewürzpflanzen birgt ein großes Potential für wissenschaftliche Untersuchungen und Versuche zur Förderung von Wildbienen. Als erster Schritt ist ein wissenschaftliches Baseline-Monitoring in Arznei- und Gewürzpflanzenanbauflächen zur Identifikation der dort vorkommenden Wildbienenarten anzustreben. In vergleichenden Untersuchungen sollte die Attraktivität verschiedener Sorten der jeweiligen Pflanzenart für die Bienenarten ermittelt werden, so sind z.B. gravierende Unterschiede bei Lavendelsorten bekannt. Anschließend könnten artspezifische Fördermaßnahmen konzipiert und in Versuchen getestet werden.

Zusammengefasst könnte eine Ausweitung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Deutschland nicht nur eine Erweiterung des Anbauspektrums aus wirtschaftlicher Beweggründen für Landwirte bedeuten, sondern in den Anbaugebieten auch einen wertvollen Baustein zur Förderung von Wildbienen in der Agrarlandschaft darstellen.

Literatur:

Baldock, K.C.R., Goddard, M.A., Hicks, D.M. et al. A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nat Ecol Evol* 3, 363–373 (2019) doi:10.1038/s41559-018-0769-y

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Paul Westrich, Ulrich Frommer, Klaus Mandery,, Helmut Riemann, Heike Ruhnke, Christoph Saure & Johannes Voith: Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. 5. Fassung, Stand Februar 2011. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (3), 2012 (2011), S. 373-416. Bundesamt für Naturschutz.

Phyto-sanitäre Eigenschaften und Charakterisierung der Zusammensetzung von Wasserdampf-Hydrolaten aus der ätherisch Öl-Produktion

Sibylle Kümritz¹, Djamila Ghanem¹, Daniel Rüde¹, Dr. Torsten Meiners¹, Dr. David Riewe¹, Lukas Uhlenbrock², Prof. Dr.-Ing Jochen Strube², Dr. Andrea Krähmer¹

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, sibylle.kuemritz@julius-kuehn.de, www.julius-kuehn.de // ² Technische Universität Clausthal, Institut für Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik, Leibnizstr. 15, 38678 Clausthal-Zellerfeld, strube@itv.tu-clausthal.de

Ätherische Öle aus Arznei- und Gewürzpflanzen (AGP) sind durch ein breites Spektrum bioaktiver Wirkungen gekennzeichnet und werden in verschiedenen Bereichen der Pharma-, Kosmetik- und Lebensmittelindustrie eingesetzt. Bei der klassischen Gewinnung mittels Wasserdampfdestillation fallen neben den vergleichsweise geringen Mengen an Produkt (Öl) größere Mengen an Restströmen an, welche derzeit zumeist ungenutzt verworfen werden. Durch inhaltsstoffliche Erschließung dieser Nebenprodukte erfährt das prozessierte Pflanzenmaterial eine zusätzliche Wertschöpfung, die helfen kann, die Stellung des deutschen Qualitätsanbaus von AGP im globalen Wettbewerb zu steigern.

Zur Stärkung des einheimischen AGP-Anbaus und nachgelagerter, verarbeitender Industrie fokussiert das Verbund-Projekt „Ressourceneffiziente Gewinnung pharmazeutischer Wirkstoffe aus Wasserdampf-Hydrolaten und Destillationsrückständen (ResiDest)“ auf Pflanzenarten, welche für die ätherisch-Öl-Produktion in Deutschland von Bedeutung sind.

Das wässrige, kondensierte Hydrolat sowie die destillierte Biomasse (Trester) stellen die mengenmäßig größten Restströme der Wasserdampfdestillation dar. Hydrolate enthalten flüchtige und wasserlösliche Komponenten, größtenteils Spuren ätherischer Öle und weitere pflanzliche Metabolite. Ein Beispiel für Hydrolate sind Blütenwasser, wie z.B. Rosenwasser, welches als Duft- und Aroma-Zusatz in Kosmetika und Lebensmitteln verwendet wird.

Hydrolate ausgewählter Blüten-, Kraut- und Fruchtdrogen (Kamille, Oregano, Majoran, Thymian, Salbei, Fenchel und Kümmel) zeigten *in-vitro* unterschiedlich stark ausgeprägte antifungale Wirkungen gegen die phytopathogenen Pilze *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum* und *F. sambucinum*. Hydrolate, welche eine hemmende Wirkung auf das Pilzwachstum aufwiesen, wurden mittels chromatographischer Trennverfahren auf ihre Zusammensetzung untersucht. Weitere Untersuchungen zur Wirkung der Hydrolate direkt am System Pflanze-Pilz und deren Wirksamkeit gegen Schadinsekten sind geplant. Dabei wird die Effektivität der Hydrolate mit der Wirkung identifizierter Reinsubstanzen verglichen. Sind die aktiven Komponenten bekannt, kann die Wirkstoffsuche auf neue Pflanzenarten und Reststoffströme ausgeweitet werden. Damit ergeben sich neue Einsatzgebiete für die Nebenprodukte der ätherisch-Öl-Produktion im Bereich des biobasierten Pflanzenschutzes unter Nutzung von Reststoffen und Abfallströmen.

Neben der Direktnutzung der wässrigen Phasen werden die bioaktiven Inhaltsstoffe der Restströme extrahiert und aufkonzentriert. Nach einer Optimierung der Betriebsparameter soll der Prozess in den Technikumsmaßstab übertragen werden und ggf. ein Technologietransfer bis hin zum Produktionsmaßstab erfolgen.

Dieses Kooperationsprojekt wird aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Förderkennzeichen: [22021517](https://www.nwr.de/)) im Rahmen des Förderprogramms “Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert.

Entwicklung eines physikochemischen Prozessmodells für die Beschreibung von Wasser- und Dampfdestillation

Lukas Uhlenbrock², Thorsten Roth², Prof. Dr.-Ing Jochen Strube², Sibylle Kümmritz¹, Dr. Torsten Meiners¹, Dr. Andrea Krämer¹

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, sibylle.kuemmritz@julius-kuehn.de, www.julius-kuehn.de // ² Technische Universität Clausthal, Institut für Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik, Leibnizstr. 15, 38678 Clausthal-Zellerfeld, strube@itv.tu-clausthal.de

Wasser- und Dampfdestillationen werden schon lange eingesetzt, um die ätherischen Öle von Pflanzen zu erhalten. Dies liegt daran, dass im ätherischen Öl nach der Destillation keine Verunreinigungen wie zum Beispiel organische Lösemittel vorliegen. Zudem ist der Prozess im Vergleich zu fortschrittlichen Grundoperationen, wie der Extraktion mit überkritischen Fluiden, einfacher und günstiger durchzuführen.

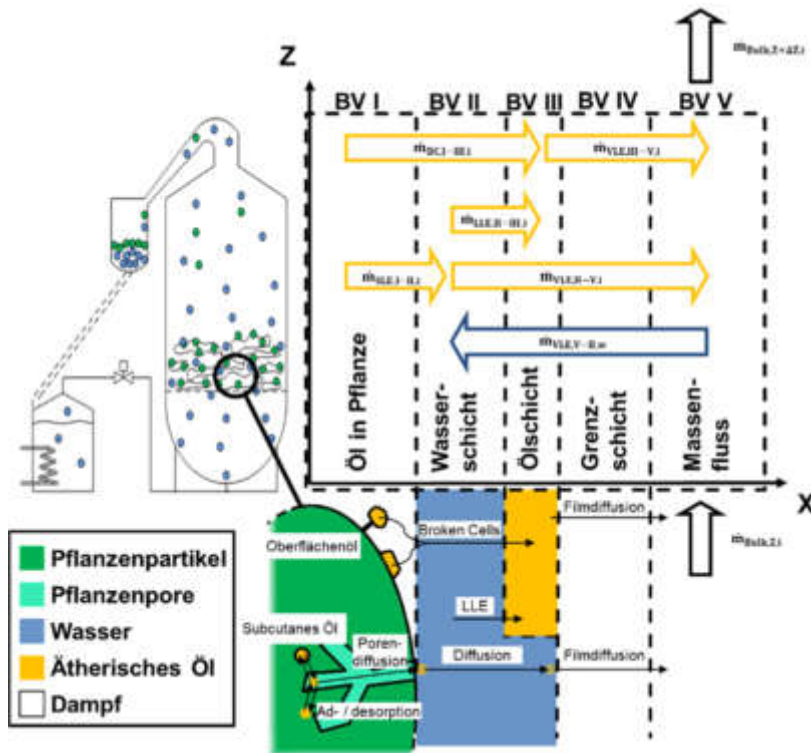


Abb. 1: Bilanzräume Wasser- und Dampfdestillation

Trotz der aufgezeigten Vorteile und der damit verbundenen breiten Anwendung in der Industrie, wurden bisher kaum physikochemische Modelle entwickelt, denen die fundamentalen Stofftransportvorgänge dieser Grundoperation zugrunde liegen.

Das entwickelte Modell ermöglicht es, die Grundlagen des betrachteten Prozesses besser zu verstehen. Zudem kann durch das Modell Zeit und Geld bei der Prozessentwicklung und der Anlagenoptimierung gespart werden.

Die Modellierung von Wasser- und Dampfdestillationen unterscheidet zwischen der Extraktion aus oberflächlichen Pflanzenhärcchen und aus dem inneren der Pflanzenpartikel. Die Bilanzräume des entwickelten Modells, in dem diese Unterscheidung implementiert ist, sind in Abbildung 1 dargestellt.

Der Vergleich des modelltheoretischen Extraktionsergebnisses mit experimentellen Daten aus dem Labor zeigt eine hohe Präzision und Genauigkeit. Da das Modell auf einer physikochemischen Beschreibung der Stofftransporteffekte unter Berücksichtigung von Materialparametern beruht, wird eine Anwendung des Modells auf weitere relevante Pflanzensysteme angestrebt.

Danksagung:

Dieses Kooperationsprojekt wird aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Förderkennzeichen: [22021517](#)) im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert.

Phytochemische Charakterisierung komplexer Naturstoffgemische aus Wundklee (*Anthyllis vulneraria* L.)

Dr. Peter Lorenz, Marek Bunse, Prof. Dr. Florian C. Stintzing, Prof. Dr. Dietmar R. Kammerer, WALA Heilmittel GmbH, Abteilung Analytische Entwicklung / Forschung, Phytochemische Forschung, Dorfstr. 1, 73087 Bad Boll/Eckwälden, peter.lorenz@wala.de

Abstract siehe Vortrag

Der Einfluss des Retardant „Hardy“ auf die biochemische Zusammensetzung der ätherischen Öle von Bohnenkraut und Türkischem Drachenkopf

Prof. Dr. Elena Malankina¹, Doz. Dr. Lamara Kozlovskaja², Georgy Malankin², Landwirtschaftliche Universität zu Moskau, Timiryasevskaja, 49, RUS-127550, Moskau, Russland,¹ Lehrstuhl für Gemüseanbau, gandurina@mail.ru,² Lehrstuhl für Botanik

Retardanten (Wachstumsregulatoren) werden in Gartenbau und Landwirtschaft zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums verwendet. Unter diesem Begriff werden sowohl pflanzliche Phytohormone als auch synthetische Stoffe zusammengefasst. Die Retardanten dienen zum Beispiel zur Erhöhung der Standfestigkeit bei Getreide durch Verkürzung der Halmlänge oder Verringerung der Pflanzenhöhe durch Stauchung im Gartenbau. Die bekanntesten und gebräuchlichsten Mittel sind Chlorcholinchlorid (Chlormequatchlorid, Cycocel oder CCC) und 2-Chlorethylphosphonsäure (Ethephon), die als Ethylenentwickler wirksam ist. Bei Arznei- und Gewürzpflanzen verändern diese Pflanzenschutzmittel die chemische Zusammensetzung der ätherischen Öle.

Die Wirkstoffe des neuen Retardants Hardy sind Brassinosteroide und Diphenole. Der Pflanzenwachstumsregulator Hardy ist sicherer in der Anwendung und umweltfreundlicher.

In unseren Forschungsarbeiten haben wir Hardy in verschiedenen Konzentrationen an Bohnenkraut der Sorte ‚Picanta‘ und an Türkischem Drachenkopf geprüft.

In allen Varianten erhöhte sich der ätherische Ölgehalt abhängig von der Konzentration von Hardy, bei Bohnenkraut von 36-41 % zur Kontrolle. Das sind 1,81-1,87 %. In Türkischem Drachenkopf erhöhte sich der Ölgehalt von 0,17 % in der Kontrolle bis 0,31 % mit Hardy (1,5 ml/l). Die Steigerung des Ölgehaltes erfolgte bis 8-10 Tage nach der Behandlung. Im Vergleich zu den klassischen Retardern CCC und 2-Chlorethylphosphonsäure trat nach der Behandlung keine Depression auf. Dies deutet darauf hin, dass der von Hardy ausgehende Stress milder als der von CCC und 2-Chlorethylphosphonsäure ist.

Die Hauptkomponenten des ätherischen Öles vom Bohnenkraut sind Carvacrol und seiner Vorstufen γ -Terpinen. Nach der Behandlung mit Hardy erhöhte sich der Gehalt von γ -Terpinen um 5-8 %, aber der Carvacrol-Gehalt verringerte sich um 4-8 %.

Die wichtigsten Komponenten des ätherischen Öles von Türkischem Drachenkopf sind α -Citral, β -Citral, cis-Geranylacetat und trans-Geraniol. Die Änderungen in ihrem Gehalt unter dem Einfluss von Hardy wurden nicht bestätigt. Der Gehalt von diesen Komponenten war in der Kontrolle und nach der Behandlung (%): α -Citral - 19,93 und 18,3, β -Citral – 13,9 und 11,2, cis-Geranylacetat – 39,57 und 42,23, trans-Geraniol – 12,1 und 9,7. Dies deutet darauf hin, dass nach der Behandlung mit Hardy der Gehalt an ätherischem Öl signifikant anstieg, es jedoch keine signifikanten Änderungen in der Komponentenzusammensetzung gab.

Das Potenzial der Auxine und auxinähnlich wirkender Wachstumsregulatoren an Kulturen der Familie der Doldenblütler (Apiaceae)

Prof. Dr. Elena Malankina, Petr Potschuev, Landwirtschaftliche Universität zu Moskau, Timiryasevskaja, 49, RUS-127550, Moskau, Russland, Lehrstuhl für Gemüseanbau, gandurina@mail.ru

Die Pflanzen der Doldenblütler oder Doldengewächse (Apiaceae oder Umbelliferae) sind wichtige Arznei- und Gewürzpflanzen. Viele von ihnen verwendet man als Küchenkräuter. Als wichtigste und bekannteste Pflanzenarten in Russland kann man Koriander (*Coriandrum sativum* L.), Dill (*Anethum graveolens* L.) und Fenchel (*Foeniculum vulgare* Mill.) nennen. Verwendung als Arzneidrogen finden die Früchte. Der Ertrag von Koriandersamen beträgt bis zu 2 Tonnen pro Hektar bei einem Ölgehalt von 1,5-2,2 %. Der Ertrag von Dill liegt zwischen 0,8 und 1,2 Tonnen pro Hektar mit 5-8% Ölgehalt. Die Erträge an Fenchel Früchten belaufen sich auf 0,6-1,5 Tonnen mit einem Ölgehalt von 1-7 % (Mittel 4 %).

Leider kann man den Ertrag nicht nur durch günstige agrotechnische Methoden, einschließlich der Düngung signifikant erhöhen. Ein grundlegend neuer Ansatz zur Lösung des Problems kann die Verwendung von Wachstumsregulatoren und insbesondere von Auxinen sein.

Aus der vielseitigen Wirkung der Auxine ist hier die Stimulierung der Apikaldominanz (hemmt das Austreiben von lateralen Seitenknospen und weitere Bildung von Dolden) und die Steuerung der Fruchtbildung und -entwicklung von Interesse.

β -Indolylessigsäure, IAA oder Heteroauxin sind die bekanntesten und gebräuchlichsten Vertreter der Auxine. Von den synthetischen Verbindungen mit Auxinaktivität ist vor allem β -Indolylbuttersäure, IBA von praktischer Bedeutung. Außerdem gibt es noch die Substanzen, die die Bildung von Auxinen in Pflanzen aktivieren, z.B. die Hydroxyzimtsäuren und Siliciumderivate (Chelatkomplexe oder Chelate von Kieselsäure). Gemische aus Wachstumsregulatoren und Auxinen und anderen auxinähnlich wirkenden und das Wachstum steigernden Hilfsstoffen sind bereits vorhanden.

Die Feldversuche wurden in den Jahren 2016-2019 in chernozem und non-chernozem Zonen durchgeführt. In unseren Studien haben wir sowohl Heteroauxin und Indolylessigsäure als auch Mischungen davon getestet. Das Ergebnis der Untersuchungen hat eine hohe Wirksamkeit von Auxin und auxinähnlichen Stoffen an Koriander, Dill und Fenchel gezeigt. Im Vergleich zur Kontrolle waren der Ertrag der Früchte und das Tausendkorngewicht 10-20 % höher. Der ätherische Ölgehalt wurde um 10-15 % gesteigert. Zwischen den verschiedenen Varianten (Wachstumsregulator, Zeit der Behandlung, Konzentrationen und Sorten) bestanden hinsichtlich der Zusammensetzung des ätherischen Öls signifikante Unterschiede. Der opti-

male Termin der Behandlung war für alle untersuchten Pflanzenarten Blühbeginn. Die optimalen Konzentrationen waren von Wetterbedingungen, Pflanzenart und Sorten abhängig.

Intraspezifische Variabilität der Reaktionen von Zitronenmelisse auf Umweltfaktoren

Prof. Éva Németh-Zámbori¹, Dr. Krisztina Szabó¹, Gergő Kovács²

¹Szent István Universität, Lehrstuhl Arznei- und Gewürzpflanzen, Villányi Str. 29-35., H-1118 Budapest, Ungarn, zamborine.nemeth.eva@kertk.szie.hu, Szabo.Krisztina@kertk.szie.hu // ²Nationalamt für Sicherheit der Nahrungsmittelkette, Budaörsi út 141-145. H-1118 Budapest, Ungarn, kovacs.gergo.phd@gmail.com

Bis heute werden in der Heil- und Gewürzpflanzenproduktion wenige Sorten verwendet und vielen Anbauern ist es auch noch heute kaum bekannt, dass unsere Heilpflanzen als Art gar nicht einheitlich sind. Sowohl die äußeren Merkmale, Produktionsfähigkeit, Toleranz und Wirkstoffe können eine große intraspezifische Variabilität aufweisen. In der Präsentation zeigen wir Versuchsergebnisse von Zitronenmelisse; wie die Sorte die Produktion und Drogenqualität beeinflussen kann.

In einem erweiterten Gefäßversuch haben wir fünf Herkünfte von *Melissa officinalis* L. untersucht. Als zweiter Faktor wurde der Effekt des Trockenheitsstresses (40 % „Stress“ und 70 % „Kontrolle“ mit 100 % Bodenwasserkapazität) auf die Erträge und die chemischen Merkmale der Herkünfte getestet.

Zwischen den niedrigsten und höchsten Ätherischöl-Werten (0,298–0,67 %) wurden mehr als vierfache Unterschiede festgestellt. Die Variabilität im Gesamtpolyphenolgehalt (0,543-0,948 mg QE/g DM) war etwas kleiner, aber auch signifikant. Die fünf untersuchten Herkünfte erwiesen sich auch in ihren Reaktionen auf den Wassermangel als verschieden. Drei Sorten (‘Gold Leaf’, ‘Lorelei’ und ‘Quedlinburger Niederliegende’) zeigten gleiche Ätherischöl-Gehalte in den gestressten und den Kontrollgefäßen. Die Sorte ‘Lemona’ akkumulierte nur 35 % des originären Ölgehaltes, aber bei der Sorte ‘Soroksár’ haben die Konzentrationen um 58 % zugenommen. Es wurden spezifische Änderungen auch im Falle der nicht flüchtigen Komponenten der Melisse beobachtet. Die Sorte ‘Lorelei’ hatte einen erhöhten Gehalt an Gesamtzimtsäure-Derivaten, während bei den Herkünften ‘Gold Leaf’ und ‘Soroksár’ der Gesamtflavonoid-Gehalt zugenommen hat. Auf trockenem Boden produzierten alle Herkünfte niedrigere Krauterträge, es gab aber signifikante Unterschiede in der Höhe der Ertragsrückgänge.

In einem dreijährigen Freilandversuch haben wir auch die Unterschiede von vier Melisse-Sorten in ihrer Toleranz gegen die Pilzkrankheit *Septoria melissae* Desm. bewiesen. ‘Lemona’ zeigte sich am wenigsten empfindlich, die Häufigkeit der kranken Blätter war um 10-20 % niedriger als bei der empfindlichsten ‘Soroksár’. Auch die Stärke der Symptome war bei den erwähnten Herkünften die leichteste bzw. die schwerste, wobei die anderen zwei Sorten (‘Quedlinburger Niederliegende’ und ‘Ildikó’) mittlere Ergebnisse zeigten.

Danksagung:

Die Arbeit wurde vom Ministerium für Innovation und Technologie im Rahmen des Projekts HE Institutional Excellence (NKFIH-1159-6/2019) unterstützt.

Etablierung der Antherenkultur-Technik bei Johanniskraut zur Erzeugung doppelhaploider Pflanzenlinien

Sina Bleichner, Angela Nagel, Sakinah Taha, Dr. Michael Wallbraun

RLP AgroScience, AlPlanta – Institut für Pflanzenforschung, Breitenweg 71, 67435 Neustadt/Wstr., michael.wallbraun@agrosience.rlp.de

Die Züchtung von Johanniskraut wird durch seine fakultativ apomiktische Befruchtung erschwert, Zuchtziele konnten durch Selektionszüchtung erreicht werden. Neue Eigenschaften können jedoch nicht konventionell über Kreuzungen eingebracht werden. Ein gezieltes Umschalten vom apomiktischen zum sexuellen Befruchtungstyp ist nicht möglich. Für eine Kombinationszüchtung müssen geeignete sexuelle Linien identifiziert werden. Apomiktische Linien sind sehr heterogen, rezessive Allele sind für die konventionelle Züchtung nicht oder nur schwer nutzbar. In homozygoten, doppelhaploiden Pflanzen können jedoch rezessive Allele zur Ausprägung gebracht werden, die phänotypische Variabilität wird dadurch erhöht.

Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderten Vorhabens „Entwicklung der Haploiden-Technik für Johanniskraut zur beschleunigten Umsetzung neuer Zuchtziele“ (Förderkennzeichen: [22023015](#)) durchgeführt. Das Ziel des Vorhabens ist die Etablierung eines Systems zur Herstellung von haploiden bzw. doppelhaploiden (DH) Johanniskrautlinien. Hierzu wird die prinzipielle Fähigkeit unreifer Pollenzellen (Mikrosporen) genutzt, über Embryogenese (Androgenese) zu haploiden Pflanzen zu regenerieren. Das so generierte Pflanzenmaterial soll zur Unterstützung der Selektionszüchtung genutzt werden, um neue Zuchtziele schneller zu erreichen.

Als Ausgangsmaterial für das Vorhaben stand uns eine Sammlung unterschiedlicher Johanniskraut-Herkünfte zur Verfügung. Darunter befinden sich diploide, tetraploide und hexaploide Genotypen, Genotypen mit obligat apomiktischer und obligat sexueller als auch mit fakultativ apomiktischer Fortpflanzung (Molins et al. 2014).

Das geeignete Startmaterial für eine Induktion der Androgenese sind Mikrosporen, die sich in ihrer Entwicklung in der späten einkernigen Phase bzw. in der frühen zweikernigen Phase befinden. Unter Gewächshausbedingungen zeigten Knospen mit einer Länge von 4-6 mm einen hohen Anteil dieser Entwicklungsstadien.

Für die Initiierung einer Antheren-Kultur wurden Knospen oberflächensterilisiert, Antheren ohne Filament präpariert und auf flüssigem Medium kultiviert. Die Umschaltung von der normalen Pollenentwicklung hin zur Androgenese wird durch Anwendung von Stress induziert (Shariatpanahi et al. 2006). Hierzu wurden unterschiedliche Kombinationen von Temperaturstress mit verschiedenen Chemikalien getestet.

In 59 Experimenten mit 97975 Antheren konnten 535 Pflanzen regeneriert werden. Die Effizienz hing stark von den verwendeten Genotypen ab. Bisher konnten 169 Pflanzen mittels Durchflusszytometrie analysiert werden. Bei 10 Pflanzen wurde der haploide Chromosomensatz im Vergleich zu den Ausgangspflanzen nachgewiesen. Da auch polyploide Regenerate nachgewiesen wurden, kann eine spontane Aufdopplung während der Regeneration nicht ausgeschlossen werden. Daher ist eine Analyse mit molekularen Markern geplant, um doppelhaploide Pflanzen, die aus Mikrosporen regeneriert sind, von Pflanzen zu unterscheiden, die aus dem somatischen Antherengewebe entstanden sind.

Zitierte Literatur:

Molins MP et al. (2014): *Biogeographic variation in genetic variability, apomixis expression and ploidy of St. John's wort (Hypericum perforatum) across its native and introduced range. Annals of Botany 113: 417–427,*

Shariatpanahi et al. (2006): *Stresses applied for the re-programming of plant microspores towards in vitro embryogenesis. Physiol Plant 127 (4): 513-534*

Das Standardwerk des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus

Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Band 1-5

Das wissenschaftliche Handbuch versteht sich als Anleitung und Nachschlagewerk für Wissenschaftler, Studenten und Fachleute der Fachgebiete Landwirtschaft und Gartenbau, Medizin und Pharmazie, Ernährungswissenschaft, Kosmetik, Naturstoffforschung, für Ärzte, Apotheker, Heilpraktiker, Mitarbeiter von Behörden, Berater sowie interessierte Laien.



Herausgeber: Doz. h.c., Dr. rer. nat. Bernd Hoppe (BVK)

An den 3.584 Seiten der 5 Bände waren 156 renommierte Autoren aus 8 Nationen beteiligt. Erschienen 2007 bis 2013.

Für Laien sind die Bände 4 und 5, speziell der Punkt **a) Verwendung und Inhaltsstoffe** von 97 Arten Arznei- und Gewürzpflanzen, ein unverzichtbares Nachschlagewerk.

Bei **Arzneipflanzen** werden sowohl traditionelle Anwendungen als auch zum großen Teil durch pharmakologische und klinische Studien abgesicherte Ergebnisse dargelegt.

Bei **Gewürzpflanzen** werden für die einzelnen Arten ganz unterschiedliche gesundheitliche Wirkungen beschrieben wie z.B. verdauungsfördernd, blähungstreibend, blutzuckersenkend, harntreibend, leberschützend, Arteriosklerosen vorbeugend.

Das Standardwerk des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus

Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Band 1-5

<p>Band 1: Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus I 800 Seiten, 43 Autoren, 165 Farbfotos, 2 sw-Fotos, 64 Grafiken, 106 Tabellen. Erschienen 2009 ISBN 978-3-935971-54-6</p>
<p>Band 2: Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus II 768 Seiten, 56 Autoren, 140 Farbfotos, 269 Grafiken, 236 Tabellen. Erschienen 2010 ISBN 978-3-935971-55-3</p>
<p>Band 3: Krankheiten und Schädigungen an Arznei- & Gewürzpflanzen 416 Seiten, 9 Autoren, 75 Farbtafeln. Erschienen 2007 ISBN 978-3-935971-34-8</p>
<p>Band 4: Arznei- und Gewürzpflanzen A - K 800 Seiten, 56 Autoren, 48 Monografien, 401 Farbfotos, 73 Grafiken, 131 Tabellen. Erschienen 2012 ISBN 978-3-935971-62-1</p>
<p>Band 5: Arznei- und Gewürzpflanzen L - Z 800 Seiten, 57 Autoren, 49 Monografien, 345 Farbfotos, 72 Grafiken, 143 Tabellen. Erschienen 2013 ISBN 978-3-935971-64-5</p>

Preis je Band: 85.- € inkl. Mwst. zzgl. Versandkosten

Bestellung:

per Post:

Dr. Junghanns GmbH
OT Groß Schierstedt
Aue 182
D-06449 Aschersleben

per E-Mail:

bestellung@saluplanta.de

Ehrentafel



Ehrenpreis SALUPLANTA e.V. Bernburg

2009	Diplom-Gärtner Niels Lund Chrestensen
2010	Dr. Ralf Marold
2011	Prof. Dr. Chlodwig Franz
2012	Dr. Jutta Gabler
2013	Dr. Jerzy Jambor
2014	Dr. Rüdiger Schmatz
2015	Dipl.-Ing. Hansjoachim Gerber
2016	Dipl.-Ing. Marut Krusche
2017	Prof. Dr. Wolf-Dieter Blüthner
2018	Prof. Dr. Johannes Novak
2019	Prof. Dr. Bernd Honermeier
2020	Dipl.-Ing. Ronald Müller

Ehrenpreis GFS e.V. Bernburg

2009	Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Heinz Schilcher
2010	PD Dr. Friedrich Pank
2011	Prof. Dr. Éva Németh-Zámboriné
2012	Dr. Andreas Plescher
2013	Prof. Dr. Karl Hammer
2014	Dr. Christian Röhricht
2015	Dr. Lothar Adam
2016	Dr. Hans Krüger
2017	Prof. Dr. Elena Malankina
2018	Dr. Ute Gärber
2019	Prof. Dr. Michael Keusgen
2020	Dr. Edgar Schliephake

Text zu den Fotos auf der Rückseite der Tagungsbroschüre

Foto 1	Foto 2
Foto 3	Foto 4
Foto 5	Foto 6

Anordnung Fotos 4. Umschlagseite

Foto 1: Blick in den **Tagungssaal des 29. Bernburger Winterseminars Arznei- und Gewürzpflanzen.**

Foto 2: Im Podium die Referenten (v.l.n.r.) Dr.-Ing. Andreas Schütte, FNR e.V. Gülzow-Prüzen, Prof. Bernd Honermeier, Universität Gießen, Prof. Michael Keusgen, Universität Marburg

Foto 3: Den **GFS-Ehrenpreis 2019** erhielt für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen im Fachgebiet Arznei- und Gewürzpflanzen Herr Prof. Michael Keusgen, Phillips-Universität Marburg. v.l.n.r.: Dr. Wolfram Junghanns, Vorsitzender Saluplanta e.V., Prof. Michael Keusgen, Doz. h.c. Dr. Bernd Hoppe, Vorsitzender GFS e.V.

Foto 4: Den **Saluplanta-Ehrenpreis 2019** für sein großes Engagement im Fachgebiet Arznei- und Gewürzpflanzen erhielt Prof. Bernd Honermeier, Justus-Liebig-Universität Gießen. v.l.n.r.: Dr. Wolfram Junghanns, Vorsitzender Saluplanta e.V., Prof. Bernd Honermeier, Doz. h.c. Dr. Bernd Hoppe, Geschäftsführer Saluplanta e.V.

Foto 5: Dr. Hoppe wird für seine langjährige Tätigkeit als Geschäftsführer von Saluplanta sehr herzlich gedankt. Er ist nunmehr Ehrenmitglied des Vereins.
v.l.n.r. Doz. h.c. Dr. Bernd Hoppe, Dr. Wolfram Junghanns, Vorsitzender Saluplanta e.V., Karin Hoppe

Foto 6: Herzlichen Dank an das Organisationsteam

IMPRESSUM

Herausgeber:

Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg
OT Groß Schierstedt
Aue 182, D-06449 Aschersleben
Internet: www.saluplanta.de
E-Mail: info@saluplanta.de

Redaktion:

Dr. Wolfram Junghanns
Dr. Frank Marthe
Isolde Reichardt
Wenke Stelter
Ronald Anklam

Fotos:

© Ronald Anklam (LLG) (6)



Gesamtherstellung:

Völkel-Druck, Breite Straße 4, 06406 Bernburg

Herausgeber und Redaktion übernehmen keine Haftung für den Inhalt der Beiträge.
Nachdruck und anderweitige Verwertung – auch auszugsweise, mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle – nur mit unserer ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung gestattet.

© 2020 Alle Rechte liegen bei SALUPLANTA[®] e.V. Bernburg

Rückblick auf das 29. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen 19.02. - 20.02.2019



Bereits vormerken!!!
31. Bernburger Winterseminar
Arznei- und Gewürzpflanzen
23. und 24.02.2021

