34. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

20. - 21.02.2024

Tagungsbroschüre

Veranstalter:
Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., Aschersleben

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg

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

34. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

20. - 21.02.2024

Tagungsbroschüre

Veranstalter:

Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., Aschersleben

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg

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

IMPRESSUM

Herausgeber:
Dr. Wolfram Junghanns
Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., Aschersleben
Prof. Dr. Frank Marthe
Julius Kühn-Institut, Quedlinburg

Redaktion:
Isolde Reichardt
Wenke Stelter

ISBN 978-3-95547-140-8
DOI 10.5073/20240131-085854-0

Fotos:
© Frank Quaas (3), FNR (1)

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.

© 2024 Alle Rechte liegen bei SALUPLANTA® e.V.

Vorwort

Nach einer Pause von drei Jahren ist es nun möglich, das 34. Bernburger Winterseminar wieder in gewohnter Weise in Bernburg durchführen zu können. Allen, die dies ermöglicht haben, sei es auf organisatorische, technische und kulinarische Weise, gilt mein Dank! Einen besonderen Dank möchte ich unseren Mitveranstaltern der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow-Prüzen für Ihre Mitarbeit aussprechen. Nur gemeinsam ist es möglich, die derzeit größte in Europa stattfindende Tagung unseres Fachgebietes auszurichten.

Auch in diesem Jahr ist es uns gelungen, namhafte nationale und internationale Referenten zu gewinnen. Sie werden uns von brasilianischen Arzneipflanzen über funktionelle Inhaltsstoffe bis hin zu Züchtung, Qualitätssicherung und Kontaminanten informieren. Da jetzt und in Zukunft auch in unserem Bereich Arbeitskräfte limitiert sind und sein werden, stellen auch automatisierte Systeme zur Unkrautbekämpfung einen wichtigen Punkt dieser Veranstaltung dar. Dieses Thema wird und muss uns in den nächsten Jahren intensiv beschäftigen, wenn wir in der Lage sein wollen, international konkurrenzfähig zu produzieren. Einen Ausblick in neue Nutzungsrichtungen geben uns Vorträge zu Phytotherapie in der Veterinärmedizin sowie dem Einsatz von Pflanzeninhaltsstoffen bei Demenz und Krebstherapie. Ergänzend hierzu werden anhand von Beispielen neue Modellprojekte aus Sachsen-Anhalt und dem Rheinland für bioökonomische Entwicklungen vorgestellt. Auch neue Ergebnisse pflanzenzüchterischer Arbeiten aus verschiedenen Kulturen werden uns nahegebracht. Insgesamt ist es ein sehr breites Themenspektrum, welches vom Anbauer über den Verarbeiter bis zum Anwender reicht und auch die Forschung mit beinhaltet.

Nur durch die aktive Mitarbeit der Referenten war es uns möglich, die Veranstaltung in dieser Form zu organisieren, wofür ich mich ausdrücklich bei allen Referenten bedanken möchte.

Mein Dank geht auch an alle Vorstandsmitglieder sowie sonstigen Helfer sowohl innerhalb des Vereins SALUPLANTA e.V. als auch bei beiden Mitveranstaltern. Ein besonderer Dank gilt Frau Wenke Stelter, Frau Isolde Reichardt sowie Herrn Prof. Frank Marthe.

In diesem Sinne wünsche ich uns allen eine interessante und erfolgreiche Veranstaltung!

Dr. Wolfram Junghanns
Vorsitzender SALUPLANTA e.V.

Wir danken den Sponsoren des 34. Bernburger Winterseminars 2024:

neuwerg
Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe
Land Brandenburg

PhytoLab
SAFEGUARDING BOTANICAL QUALITY.

35. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen

18. und 19. Februar 2025

Das Bernburger Winterseminar ist die größte deutschsprachige, jährlich stattfindende wissenschaftliche Tagung des Fachgebietes mit 200 bis 250 Teilnehmern aus Anbau, Handel, Industrie, Forschung, Beratung und Behörden. Sie erfreut sich internationaler Beteiligung vorwiegend aus dem europäischen Raum.

Das Winterseminar bietet folgende Möglichkeiten:

- Informationen zu Anbau, Markt etc. und Erfahrungsaustausch
- Kontakte zu möglichen Partnern zu knüpfen
- Schulungsnachweise für Qualitätssicherungssysteme zu erhalten
- Poster-, Firmen- und Produktpräsentationen durchzuführen
- aktuelle Präsentationen wissenschaftlicher Ergebnisse in Vorträgen und Postern
- Diskussionen zu nationalen und europäischen rechtlichen Rahmenbedingungen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 3

Inhaltsverzeichnis 5

Programm 34. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen 7

Kurzfassungen der Vorträge 10

Aktuelle Herausforderungen bei der Beschaffung der Arzneipflanzen
Dr. Rafał Chmielecki *10*

Neuere Entwicklungen im Bereich Phytotherapie in der Veterinärmedizin und phytogene Futterzusatzstoffe
Prof. em. DI Dr. Dr. habil. Chlodwig Franz *12*

Alarmstufe rot? Salmonellenfund im Produkt. Fakten zu Nestern, Chargenvermutungen, behördlichen (Über-)Reaktionen.
Dr. Gero Beckmann *15*

DiP: Modellregion der Bioökonomie zur Digitalisierung pflanzlicher Wertschöpfungsketten im Mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt
Prof. Dr. Klaus Pillen *16*

Circular PhytoREVIER: Vom Anbau bis zum Wirkstoff – Wertschöpfung mit Arznei- und Gewürzpflanzen als Beitrag zur Bewältigung des Strukturwandels im Rheinischen Revier
Dr. Lena Grundmann *19*

Wasserverbrauch der Zwischenfrucht und Einfluss auf den Bodenwasservorrat
Dr. Steffi Knoblauch *24*

Einsatz eines autonom fahrenden Hackroboters zur mechanischen Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen – Ein Erfahrungsbericht eines Thüringer Tee- und Arzneipflanzenanbauers
Dr. Karolin Müller *29*

Bekämpfung von PA-Unkräutern: Forschungsansätze und Einsatz autonomer Hacktechnik
Dr. Katrin Keipp *34*

Gezielte strukturelle Beeinflussung ätherischer Öle unter Nutzung der Hydrolatphase - Chancen und Herausforderungen einer Verfahrensentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Christian Stollberg *37*

Brasilianische Heil- und Aromapflanzen (MAPs) als landwirtschaftliche Option für Kleinproduzenten
Dr. Ilio Montanari jr. *39*

Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) - altes und neues
Prof. Dr. Michael Keusgen *44*

Anti-Neurodegenerative Wirkung Johanniskraut (*Hypericum perforatum*)
Ahmed El Menuawy *47*

Untersuchung des Einflusses von *Hypericum perforatum* auf die Toxizität und Strahlensensibilität humaner Tumorzellen
Linda Rebecca Haake *50*

Metaboliten-Profiling basierte Charakterisierung von Wirkstoffen aus Johanniskraut
Dr. Katrin Franke *53*

Strategie zur Kontrolle von Rotwelke im Johanniskrautanbau
Norman Helbing *56*

Estragol und Fenchel: Aktuelle Bewertung und mögliche Konsequenzen für die Praxis
Dr. Barbara Steinhoff *58*

Züchtung neuer Majoranlinien aus Sachsen-Anhalt. Beitrag zur Bewältigung des Klimawandels
Dr. Wolfram Junghanns *60*

Differenzierung von Genotyp- und Umwelt-Effekten auf agronomische und inhaltsstoffliche Eigenschaften der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)
Konstantin Bradke *67*

Das Projekt wurde gefördert durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (FKZ 16KN088402).

Russischer Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz* Rod.) - Von der Wildpflanze zum industriellen Kautschukproduzenten
Dr. Fred Eickmeyer *68*

Kurzfassungen der Poster 72

Wirkung von pflanzenparasitären Nematoden und *Verticillium dahliae* an Pfefferminze
Dr. Katja Sommerfeld-Arnold *72*

Evaluierung genetischer Ressourcen von Kümmel (*Carum carvi*) als Vorausetzung zur Züchtung klimaangepasster Sorten
Dr. Daniel von Maydell *73*

Winterlein – Vorteile im heimischen Anbau von Lein (*Linum usitatissimum*)?
Hanna Blum *74*

Sortenvergleich Zitronenmelisse im ökologischen Anbau in Ungarn

Isolierung und Strukturaufklärung von pathogenhemmenden Inhaltsstoffen aus krautigen Wildpflanzen
M. Hanser *77*

Kennzahlen und Verfahren zur Mechanischen Unkrautregulierung
Dr. Heidi Heuberger *78*

Messung des Öl-Drüsenschuppenaufschlusses von Thymian und Vergleich der Ergebnisse mit denen von Oregano
R. Ibrahem *79*

Bekämpfung von PA-Unkräutern: Forschungsansätze und Einsatz autonomer Hacktechnik
Dr. Katrin Keipp *80*

Characterization of various Frankincense and Myrrh Species applying ATR-FTIR and FT-NIR Spectroscopy Methods
Dr. Andrea Krähmer *83*

Das Standardwerk des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus 84

Programm

Dienstag 20.Februar 2024

10:00 – 10:20 Uhr Eröffnung des 34. Bernburger Winterseminars Arznei- und Gewürzpflanzen
Dr. Wolfram Junghanns, SALUPLANTA®e,V.
Prof. Dr. Falko Holz, Präsident Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Dr.-Ing. Thomas Ziegler, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Gülzow-Prüzen

A. Entwicklungen in Anbau, Regulierung und Nutzung

10:20 – 10:55 Uhr Aktuelle Herausforderungen bei der Beschaffung der Arzneipflanzen
Dr. Rafal Chmielecki, Martin Bauer Polska Sp. z o.o, Witaszyce, Polen

10:55 – 11:30 Uhr Neuere Entwicklungen im Bereich Phytotherapie in der Veterinärmedizin und phytogene Futterzusatzstoffe
Prof. em. DI Dr. Dr. habil. Chlodwig Franz, AG Funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich

11:30 – 11:50 Uhr Alarmstufe rot? Salmonellenfund im Produkt. Fakten zu Nestern, Chargenvermutungen, behördlichen (Über-) Reaktionen
Dr. Gero Beckmann, Institut Romeis Bad Kissingen GmbH

Preisverleihungen

11:50 – 12:05 Uhr Nachwuchsforscherpreis
Dr. Wolfram Junghanns, SALUPLANTA e.V.

12:05 – 12:20 Uhr Bericht und Verleihung GFS-Ehrenpreis
Dr. Bernd Hoppe, Gemeinnützige Forschungsvereinigung SALUPLANTA e.V, GFS, Bernburg

12:20 – 13:30 Uhr Mittagspause

B. Perspektiven für den Ausstieg aus der Braunkohlenutzung in Deutschland

13:30 – 13:50 Uhr DiP: Modellregion der Bioökonomie zur Digitalisierung pflanzlicher Wertschöpfungsketten im Mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt
Prof. Dr. Klaus Pillen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

13:50 – 14:10 Uhr Circular PhytoREVIER: Vom Anbau bis zum Wirkstoff – Wertschöpfung mit Arznei- und Gewürzpflanzen als Beitrag zur Bewältigung des Strukturwandels im Rheinischen Revier
Dr. Lena Grundmann, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, Münster

C. Anbautechnologische Fragestellungen

14:10 – 14:30 Uhr Wasserverbrauch der Zwischenfrucht und Einfluss auf den Bodenwasservorrat
Dr. Steffi Knoblauch; Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, TLLR

14:30 – 14:50 Uhr Einsatz eines autonom fahrenden Hackroboters zur mechanischen Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen – Ein Erfahrungsbericht eines Thüringer Tee- und Arzneipflanzenanbauers
Dr. Karolin Müller, Agrarprodukte Ludwigshof e.G., Ranis

14.50 – 16.05 Uhr Kaffeepause
mit Besichtigung der Poster sowie der Firmen- und Produktpräsentationen

16:05 – 16:25 Uhr Bekämpfung von PA-Unkräutern: Forschungsansätze und Einsatz autonomer Hacktechnik
Dr. Katrin Keipp, PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern

16:25 – 16:45 Uhr Gezielte strukturelle Beeinflussung ätherischer Öle unter Nutzung der Hydrolatphase - Chancen und Herausforderungen einer Verfahrens-enwicklung
Prof. Dr.-Ing. Christian Stollberg, Hochschule Wismar - University of Applied Sciences

17.30 – 19.00 Uhr Mitgliederversammlung SALUPLANTA® e.V.

19:30 – 00:00 Uhr Abendveranstaltung im Foyer und Tagungssaal

<u>Mittwoch, 21. Februar 2024</u>

Partnerland Brasilien

9:00 – 9:35 Uhr Brasilianische Heil- und Aromapflanzen (MAPs) als landwirtschaftliche Option für Kleinproduzenten
Dr. Ilio Montanari jr., University of Campinas, Brasilien

D. Schwerpunkt Johanniskraut

9:35 – 9:55 Uhr Johanniskraut - altes und neues
Prof. Dr. Michael Keusgen, Philipps-Universität Marburg

9:55 – 10:15 Uhr Anti-Neurodegenerative Wirkung Johanniskraut (*Hypericum perforatum*)
Ahmed El Menuawy, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Quedlinburg

10:15 – 10:35 Uhr Untersuchung des Einflusses von *Hypericum perforatum* auf die Toxizität und Strahlensensibilität humaner Tumorzellen
Linda Rebecca Haake, Universität Rostock

10:35– 10:55 Uhr Metaboliten-Profiling basierte Charakterisierung von Wirkstoffen aus Johanniskraut
Katrin Franke, Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB), Halle

10:55 – 11:15 Uhr Strategie zur Kontrolle von Rotwelke im Johanniskrautanbau
Norman Helbing, PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern

11:15 – 12:15 Uhr Kaffeepause
mit Besichtigung der Poster sowie der Firmen- und Produktpräsentationen

E. Nutzung, Anbau und Züchtung

12:15 – 12:35 Uhr Estragol und Fenchel: Aktuelle Bewertung und mögliche Konsequenzen für die Praxis
Dr. Barbara Steinhoff, Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH)

12:35 – 12:55 Uhr Züchtung neuer Majoranlinien aus Sachsen-Anhalt. Beitrag zur Bewältigung des Klimawandels
Dr. Wolfram Junghanns, Dr. Junghanns GmbH, Aschersleben OT Groß Schierstedt

12:55 – 13:15 Uhr Differenzierung von Genotyp- und Umwelt-Effekten auf agronomische und inhaltsstoffliche Eigenschaften der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)
Konstantin Bradke, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Quedlinburg

13:15 – 13:35 Uhr Russischer Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*) – von der Wildpflanze zum industriellen Kautschukproduzenten
Dr. Fred Eickmeyer, ESKUSA GmbH, Parkstetten

13:35 – 13:55 Uhr Schlusswort
Prof. Dr. Frank Marthe, SALUPLANTA® e. V., Bernburg

13:55 – 14:55 Uhr Mittagessen

- Änderungen vorbehalten -

Kurzfassungen der Vorträge

Aktuelle Herausforderungen bei der Beschaffung der Arzneipflanzen

Dr. Rafał Chmielecki, Martin Bauer Polska Sp. z o.o., 63-230 Witaszyce, Polen, rafal.chmielecki@martin-bauer.com

Produkte mit Inhaltsstoffen pflanzlichen Ursprungs sind ein wichtiger Bestandteil der modernen Pharma-, Lebensmittel- und Kosmetikindustrie. Der Verbrauch pflanzlicher Arzneimittel, der Früchte- und Kräutertees sowie der Nahrungsergänzungsmittel mit pflanzlichen Rohstoffen nahm in den vergangenen Jahren kontinuierlich zu. Es wird geschätzt, dass ca. 80 % der Menschen auf der ganzen Welt vorrangig auf Produkte mit pflanzlichen Rohstoffen zurückgreifen. Wie Untersuchungen zeigen, ist die weiterhin steigende Nachfrage nach diesen Produkten nicht nur auf die Vorbeugung oder Behandlung von Covid-19 zurückzuführen, sondern hängt auch mit dem Bedarf der Abmilderung der gesundheitlichen Auswirkungen des alltäglichen Stress zusammen. Die Kräuterprodukte finden noch häufiger als zuvor ihre Anwendung bei Linderung von Spannungs- und Angstzuständen sowie Schlafstörungen.

Die Beschaffung der pflanzlichen Rohstoffe für alle o.g. Produktgruppen wurde insbesondere in den vergangen drei Jahren deutlich erschwert. Mit dem Ausbruch der Covid-19 Pandemie wurden viele Lieferketten aus den traditionellen Herkunftsländern beeinträchtigt oder sogar zeitlich komplett abgebrochen. Die rasant steigenden Kosten der Betriebsmittel wie Düngemittel, Gas und Benzin haben zur Verteuerung der Produktion und in vielen Fällen zu Knappheit bestimmter Rohstoffe beigetragen.

Im Falle von Polen, seit Jahren einem der größten Lieferanten der pflanzlichen Rohstoffe Europas, ist die Tendenz am besten bei den traditionellen Rohstoffen aus dem Anbau zu erkennen. Als Beispiel können hier Baldrianwurzel, Eibischwurzel, Pfefferminze, Spitzwegerich oder Thymian genannt werden. Im Bereich des Thymiananbaus erreicht auch das Problem der Trockenheit eine besondere Bedeutung. Die Niederschlagsdefizite der vergangenen Jahre machen sich bereits in trockenen Frühjahren und Trockenstresssymptomen bemerkbar. Die hohen Temperaturen und geringe Niederschläge führen zu Ertragsausfällen. Mit der Änderung des Klimas ändern sich die Bedingungen für die Landwirtschaft immer grundlegender, was oft auch die Rentabilität des Anbaus in den traditionellen Regionen in Frage stellt.

Eine konstante Änderung ist auch im Bereich der Rohstoffe aus den natürlichen Populationen zu erkennen. Mit den Ereignissen des Jahres 2019 und der Einschränkung der Bewegungsfreiheit in bestimmten Regionen wurde die Sammlung solcher Rohstoffe wie Linden- oder Holunderblüten, Birkenblätter oder Eichenrinde deutlich erschwert. Dies hatte zur Folge, dass die

Tendenz der Preissteigerung und Verknappung des Angebotes an o.g. Rohstoffen in den vergangenen drei Jahren deutlich war.

Die Bedeutung der Weltwirtschaft, deren Kern unter anderem darin besteht, aufgrund der Produktionskosten und der damit verbundenen Dienstleistungen zwischen auf der ganzen Welt verstreuten Auftragnehmern zu agieren, basiert zum großen Teil auf den relativ niedrigen Transportkosten insbesondere auf dem Seeweg. So werden ca. 80% der Waren auf dem Seeweg verschifft. Leider führt jede größere Störung in der langfristig aufgebauten Logistikstruktur zu weitgehenden Konsequenzen für die gesamte Weltwirtschaft. Eine der daraus resultierenden Auswirkungen waren die Engpässe in der Verfügbarkeit bestimmter pflanzlicher Rohstoffe. Zu dieser Gruppe gehören z.B. Hagebutte aus Chile, Hibiskus aus Afrika, Flohsamen oder Sennesblätter aus Indien.

In diesem Vortrag werden die wirtschaftlichen Aspekte und die qualitativen Herausforderungen der aktuellen Rohstoffbeschaffung vorgestellt. Dabei soll auch der Frage nachgegangen werden, welche Perspektive die traditionelle Beschaffung der pflanzlichen Rohstoffe hat und wie die aktuellen Wirtschaftsänderungen den internationalen Rohstoffmarkt beeinflussen.

Neuere Entwicklungen im Bereich Phytotherapie in der Veterinärmedizin und phytogene Futterzusatzstoffe

Prof. em. DI Dr. Dr. habil. Chlodwig Franz, Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärmedizinische Universität Wien Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Österreich, chlodwig.franz@vetmeduni.ac.at

In den letzten Jahrzehnten hat das Interesse an pflanzlichen Produkten bzw. funktionellen Pflanzenstoffen für die Gesundheit und Gesunderhaltung der Heim- und Nutztiere sowohl seitens der Tierhalter*innen als auch der Tierärzt*innen deutlich zugenommen. Das lässt sich nicht nur an der sprunghaft gestiegenen Zahl an wissenschaftlicher und sonstiger Literatur und an entsprechenden Fachtagungen erkennen, sondern auch am großen Zuspruch zu tierärztlichen Fortbildungskursen auf diesem Gebiet. Die Gründe dafür sind mannigfaltig, sie reichen vom EU-weiten Verbot der Verwendung von Antibiotika als Leistungsförderer in der Tierernährung seit 01.01.2006 über die VO (EG) 2018/848 zur biologischen Landwirtschaft, wonach allopathische Arzneimittel nur eingesetzt werden dürfen, *wenn die Behandlung mit phytotherapeutischen, homöopathischen und anderen Mitteln ungeeignet ist*, bis zum Wunsch vieler Heimtier- und Pferdebesitzer*innen, ihre Lieblinge mit milden pflanzlichen Heilmitteln behandelt zu wissen.

Die Verordnung (EG) 1831/2003 über **Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung** hatte zunächst den „Botanicals“ oder „Phytogenics“ einen starken Auftrieb gegeben. Futtermittelzusatzstoffe sind allerdings eine sehr heterogene und umfangreiche Gruppe, die in der genannten Verordnung in 5 Hauptkategorien unterteilt wird. Nur 2 davon sind nach derzeitigem Stand für „Phytogenics“ relevant:

a. unter der Kategorie *sensorische Zusatzstoffe* sind es die *Aromastoffe*. Von den mehr als 500 pflanzlichen Zubereitungen, Extrakten und ätherischen Ölen, die bis 2010 zur Registrierung unter der Kategorie *Aromastoffe* angemeldet worden waren, sind nach Überprüfung und restriktiver Vorgabe der Dosierung durch die europäische Lebensmittelbehörde EFSA viele Anmeldungen aber wieder zurückgezogen worden. Im laufend aktualisierten Futtermittelzusatzstoff-Register zur VO 1831/2003 findet man deshalb heute nur weniger als 150 offiziell zugelassene phytogene Stoffe

b. unter der Kategorie *Zootechnische Zusatzstoffe* spielen Verdauungsförderer, Darmstabilisatoren und *Mittel zur Stabilisierung des physiologischen Zustands* (Tierwohl-Produkte, „*Animal Welfare Products*) neuerdings eine größere Rolle und haben wieder Aktivität in Entwicklung und Forschung gebracht. Zu letzterer Gruppe kann z.B. CBD (Cannabidiol) als Mittel zur Verbesserung der Widerstandskraft gegen Stressfaktoren gezählt werden.

Weitere Produktgruppen, welche für den Einsatz von Arznei- und Gewürzpflanzen bzw. der entsprechenden Drogen in Frage kommen, sind Einzelfuttermittel gemäß VO (EU) 68/2013 sowie Ergänzungsfuttermittel und Futtermittel für besondere Ernährungszwecke (Diätfuttermittel) entsprechend der Richtlinie 2008/38/EG und der VO (EU) 2020/354. Auch hier gelten als vorrangige Indikationen Stress bzw. die Erhaltung des physiologischen Zustands (Beweglichkeit, Alterung der Tiere usw.).

Schließlich soll noch auf die Verwendungsmöglichkeit von Nebenprodukten und Rückständen der Verarbeitung von Arznei- und Gewürzpflanzen zur Förderung der Gesundheit von landwirtschaftlichen Nutztieren (und auch anderer Tierarten) hingewiesen werden. Einige EU-Projekte wie z.B. SAFEWASTES, PLANTY u.a.m. haben hier schon wertvolle Ergebnisse geliefert (z.B. Stockhammer et al. 2009).

Gänzlich anders stellt sich die gegenwärtige Situation im Bereich **Veterinär-Phytotherapie und Veterinär-Phytopharmaka** dar. Obwohl in der tierärztlichen Praxis in wachsendem Ausmaß pflanzliche Produkte – von Arzneitees bis zu magistralen Zubereitungen – eingesetzt werden, gibt es immer weniger registrierte Veterinär-Phytopharmaka auf dem europäischen Arzneimittelmarkt. Der Bedarf an wirksamen Phyto-Produkten zur Gesunderhaltung der Tiere nimmt aber in der Post-Antibiotika-Ära u.a. deshalb zu, weil im Rahmen des europäischen „Green Deal“ die Bio-Landwirtschaft in wenigen Jahren auf zumindest 30% wachsen soll. Darüber hinaus bereiten Rückstände und Ausscheidungen von Antibiotika und synthetischen Arzneistoffen bzw. deren Metaboliten in wachsendem Ausmaß Probleme für die terrestrischen und aquatischen Ökosysteme, und ihr Eintrag in die Nahrungskette beeinträchtigt die Lebensmittelqualität. Ungeachtet dessen schaffte die bisherige europäische Rechtslage keine geeignete Voraussetzung für die Zulassung von pflanzlichen Arzneimitteln für die Veterinärmedizin. Erst die Verordnung (EU) 2019/6 über Tierarzneimittel und zur Aufhebung der Regulierung 2001/82/EG eröffnet neue Möglichkeiten einer vereinfachten Zulassung von traditionellen pflanzlichen Produkten zur Behandlung von Tieren.

Vor diesem Hintergrund hat sich ein internationales wissenschaftliches Konsortium gebildet, welches nun die COST-Action *Medicinal Plants for Animal Healthcare: Translating Tradition into Modern Veterinary Medicine – MedPlants4Vet*, CA 22109 (2023-2027) durchführt. Ziel des Projekts mit Teilnehmern aus allen EU-Ländern und darüber hinaus ist es, klare, leicht zugängliche und kritisch reflektierte Informationen über pflanzliche Heilmittel und ihren traditionellen sowie zeitgemäßen Gebrauch in der Tierheilkunde zusammenzutragen, Das sollte zugleich eine gute Grundlage für eine vereinfachte Zulassung von qualitativ hochwertigen, sicheren und wirksamen Veterinär-Phytopharmaka auch für mittelständische Arzneimittelhersteller abgeben. Mehreren Wünschen der Allgemeinheit, der Behörden und aller anderen betroffenen Kreise wäre damit entsprochen: Reduktion des Einsatzes von Antibiotika wegen der Gefahr der Resistenzbildung, Verringerung der Verwendung synthetischer (Arznei-) Stoffe, Verringerung der Umweltbelastung mit Rückständen, Ausscheidungen und deren Metaboliten, Sicherung der Qualität von Lebensmitteln tierischer Herkunft, Verbesserung von Tierwohl und Stressreduktion bei Nutz- und Heimtieren.

(Im Vortrag werden Forschungs- und Entwicklungsbeispiele für einzelne Produkt-Kategorien gebracht.)

Literatur

1) *MedPlants4Vet: Medicinal Plants for Animal Healthcare.EU-COST-Action Nr. 22109 (2023-27), Coordinator:Theresa Schlittenlacher, FIBL, Frick, Schweiz*
2) *PLANTY: Valorisation of plant-derived by-products as functional ingredients in animal and human health. ERA-NET New INDIGO NPP1(2010-2013), Coordinator: Chlodwig Franz, Vet-meduni Vienna*
3) *Stockhammer, S. et al.: Antioxidant activity of phytogenous indusrial waste…:Int.J.Food Sci Tech-nol. 44, 702-710 (2009)*

Alarmstufe rot? Salmonellenfund im Produkt. Fakten zu Nestern, Chargenvermutungen, behördlichen (Über-)Reaktionen.

Dr. Gero Beckmann, Institut Romeis Bad Kissingen GmbH

Ein Salmonellenfund in Rohstoff, Bulk oder Endprodukt löst regelmäßig erhöhte Stresspegel aus. Die Reaktionsbreite schwankt je nach individueller oder betrieblicher Risikobereitschaft zwischen Nicht-Wahr-Haben-Wollen, Nachprüfen-Bis-Es-Passt, Unter-den-Tisch-Kehren bis hin zu Überreaktionen (sofortige Meldungen an die örtlichen Lebensmittel-Überwachungsbehörden, alternativlose Chargenvernichtung, öffentlicher Rückruf). Wie immer im richtigen Leben: es gilt innezuhalten und zu wägen.

Und die derzeit bekannten Fakten zur Kenntnis zu nehmen:

1. Salmonellennester: dazu ist entgegen der allgemeinen „Bekanntheit“ experimentell analytisch relativ wenig bekannt. Über einige praxisnahe Versuche wird berichtet.
2. Der ominöse Begriff der „Chargenvermutung“ ist juristischer Natur, zeitigt aber in praxi erhebliche Konsequenzen (s. dazu auch aktuelle Rechtsprechung). Hierzu werden kritische Fragen gestellt.
3. In der Beratungspraxis zeigt sich häufig, dass die sog. „Rechtsunterworfenen“ (das sind z.B. die Lebensmittelunternehmer) relativ wenig über die Struktur, Arbeits- und Denkweisen der Behörden wissen. Hierzu werden einige Tipps gegeben, u.a., wie man versuchen kann, behördliche Überreaktionen zu vermeiden.

DiP: Modellregion der Bioökonomie zur Digitalisierung pflanzlicher Wertschöpfungsketten im Mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt

Prof. Dr. Klaus Pillen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für Pflanzenzüchtung, Betty-Heimann-Str. 3, 06120 Halle (Saale), klaus.pillen@landw.uni-halle.de, www.dip-sachsen-anhalt.de

Im Rahmen des Vorhabens soll während der ersten **5-jährigen Förderphase (2024-2028)** eine ***„Modellregion der Bioökonomie zur Digitalisierung pflanzlicher Wertschöpfungsketten im Mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt (DiP)“*** etabliert werden. Das beantragte Vorhaben greift auf das Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen der Bundesregierung vom 08.08.2020 zurück. Im DiP-Vorhaben soll die Bildung der im DiP-Konzept vorgeschlagenen Leuchttürme, Nachwuchsgruppen und der Begleitforschung entlang von wirtschaftlich vielversprechenden pflanzlichen Wertschöpfungsketten Sachsen-Anhalts über den Zeitraum von insgesamt 2 x 5 Jahren projektiert werden.

Das DiP-Vorhaben etablierte dazu bereits im Jahr 2023 eine leistungsfähige und professionelle **DiP-Koordinierungsstelle (DiP-KS)** zur strategischen und operativen Steuerung des DiP-Verbundes. Die DiP-KS ist an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg angesiedelt und koordiniert die Aktivitäten des DiP-Konsortiums in den Bereichen (1) Management & Netzwerk, (2) Kommunikation, (3) Forschungsdatenmanagement und (4) Transfer. Die DiP-KS unterstützt den DiP-Vorstand sowohl bei der operativen Steuerung des Konsortiums als auch bei der strategischen Weiterentwicklung der Modellregion Mitteldeutschland bis hin zur Ausarbeitung, Validierung und Etablierung einer Nachhaltigkeitsstrategie. Die DiP-KS soll die professionelle Umsetzung des Vorhabens durch geeignete Maßnahmen flankieren und dabei ebenfalls einen Fokus auf die wirtschaftliche Verwertbarkeit und Einbindung der F&E-Ergebnisse in einen unternehmerischen Kontext sicherstellen.

Die Region südliches Sachsen-Anhalt zeichnet sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts besonders durch die **Wirtschaftszweige Agrar- & Ernährungswirtschaft und Chemie** aus. Die Region besitzt heute international sichtbare Alleinstellungsmerkmale u.a. in den Bereichen Genomforschung an Getreidearten, Pflanzenzüchtung, Hochdurchsatz-Phänotypisierung, Pflanzenforschung, Pflanzenbau in den Hochertrags-Fruchtfolgen Weizen-Gerste-Raps/Zuckerrübe, sowie Anbau von Sonderkulturen inklusive Arznei- & Gewürzpflanzen. Die Region ist weiterhin ein Reallabor für den Klimawandel aufgrund der Trockenheit im Regenschatten des Harzes. Sie verfügt bezüglich der Digitalisierung über ausgeprägte Kompetenzen in der Agrarwirtschaft. Sie zeichnet sich darüber hinaus durch eine erstklassige Chemieproduktion im Chemiedreieck Leuna-Schkopau-Bitterfeld aus, inklusive dem aufstrebenden Wirtschaftszweig der Bioökonomie zur Produktion von Bioenergie und Biochemikalien. Sie betreibt intensive Begleitforschung zum *scale-up* von Bioraffinerien und zur Nachhaltigkeit von Wertschöpfungsketten. Die Forschung zu Anbau, Produktion und Verarbeitung von Kulturpflanzen ist seit Jahrzehnten in universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Region verankert und zeichnet sich durch internationale Exzellenz aus.

Das **DiP-Konzept** zielt darauf ab, die wirtschaftliche Transformation der Kohlefolgeregion südliches Sachsen-Anhalt unter Verwendung von hochwertigen Digitalisierungstechnologien in eine pflanzenbasierte Bioökonomie zu begleiten. Unter Ausnutzung der vorhandenen Stärken der Region in Forschung und Wirtschaft fokussiert DiP auf die Weiterentwicklung der Bereiche Digitalisierung, Agrarwirtschaft, Bioökonomie, Biotechnologie, Chemie und Nachhaltigkeit. Die Digitalisierung der pflanzlichen Wertschöpfungsketten soll dabei zu einer Modellregion Mitteldeutschland ausgebaut werden.

Um die Ziele von DiP umzusetzen, werden **F&E-Verbundprojekte** zu den zentralen Leuchttürmen "Wertschöpfungsketten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen", "nachhaltige & klimaresiliente Anbausysteme" und "Wertschöpfungsketten der Sonderkulturen" implementiert. Darüber hinaus werden Nachwuchsgruppen und Ausgründungen sowie eine Begleitforschung gefördert. Letztere soll die Vernetzung zwischen den DiP-Projekten stärken. Die Leuchttürme greifen die drei Leitmärkte "Energie, Maschinen- und Anlagenbau, Ressourceneffizienz", "Chemie und Bioökonomie" sowie "Ernährung und Landwirtschaft" der Regionalen Innovationsstrategie (RIS) Sachsen-Anhalt auf.

Alle F&E-Verbundprojekte fokussieren auf **pflanzliche Wertschöpfungsketten,** die ein sehr hohes Potential für den Ausbau vorhandener und die Generierung neuer Märkte und Arbeitsplätze in der Kohlefolgeregion südliches Sachsen-Anhalt zeigen. Geförderte F&E-Verbundprojekte beziehen Wirtschaftspartner explizit ein und zielen darauf ab, Prototypen der Technologiereifegrade (TRL) 3 (*proof of concept*) bis 7 (*approved prototype*) zu entwickeln. Der Ausbau der pflanzlichen Wertschöpfungsketten soll dabei aktuelle Themen der Nachhaltigkeit berücksichtigen, z.B. Resilienz gegen negative Effekte des Klimawandels, Dekarbonisierung der Wirtschaft, Erhöhung der lokalen Wertschöpfung, Erhöhung der Biodiversität sowie Digitalisierung der pflanzlichen Kreislaufwirtschaft. Die Realisierung der Modellregion Mitteldeutschland soll unter Einbeziehung aller gesellschaftlichen Akteure erfolgen und Elemente der Partizipation aufgreifen. DiP möchte durch die Förderung der Modellregion Mitteldeutschland die lokale Wirtschaftsleistung signifikant steigern und innovative Demonstrationsvorhaben umsetzen, deren Strahlkraft weit über die Region hinausreicht.

DiP: Establishing a model region in Central Germany for the digitalization of plant value chains.

As part of the **DiP project**, a "*Model region of the bioeconomy for the digitalization of plant value chains in the Central German mining area in Saxony-Anhalt (DiP)"* will be established over a period of 2 times 5 years. In order to implement the objectives of DiP, joint R&D projects will be implemented on the research lighthouse topics *"Value chains of agricultural crops", "Sustainable & climate-resilient cultivation systems"* and *"Value chains of special crops".* In addition, junior research groups and accompanying research will be funded. The latter is intended to strengthen networking between the DiP projects.

In 2023, the DiP project already established an efficient and professional **DiP Coordination Office** (DiP-KS) for the strategic and operational management of the DiP network. The DiP

Coordination Office is located at Martin-Luther-University Halle-Wittenberg and coordinates DiP activities in the areas of (1) management & network, (2) communication, (3) research data management and (4) transfer. During the first funding period, the DiP-KS initiates and supports the DiP Executive Board both in the operational management of the consortium and in the strategic development of the model region of Central Germany, including the development, validation and establishment of a sustainability strategy.

Circular PhytoREVIER: Vom Anbau bis zum Wirkstoff – Wertschöpfung mit Arznei- und Gewürzpflanzen als Beitrag zur Bewältigung des Strukturwandels im Rheinischen Revier

Dr. Lena Grundmann[1], Prof. Dr. Dirk Prüfer[1], Dr. Dennis Schlehuber[2], Volkmar Keuter[2], Dr. Mark Müller-Linow[3], Dr. Arnd Kuhn[3], Fang He[3]

[1)] Fraunhofer IME, Funktionelle und Angewandte Genomik, Schlossplatz 8, 48143 Münster, lena.grundmann@ime.fraunhofer.de, +49 251 83-24997

[2)] Fraunhofer UMSICHT, Umwelt und Ressourcennutzung, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen

[3)] Forschungszentrum Jülich GmbH, Pflanzenwissenschaften (IBG-2), 52425 Jülich

Arzneipflanzen bilden eine bedeutende Ressource für die Herstellung von Phytopharmaka. Sie enthalten zahlreiche bioaktive Substanzen, die medizinische Wirkungen haben können, und stellen somit eine natürliche Alternative zu synthetischen Arzneimitteln dar. Doch nicht nur in der Pharmaindustrie sind Arzneipflanzen von großer Bedeutung, sie weisen auch in der Agrar-, Kosmetik- und Lebensmittelindustrie ein hohes Wertschöpfungspotenzial auf. Aktuell werden in Deutschland jedoch viele der benötigten Arzneipflanzen importiert. Darüber hinaus entstammt ein Großteil der Rohware für Phytopharmaka aus Wildsammlungen, was weder nachhaltig noch ökologisch empfehlenswert ist (Übersammlung, Gefährdung der Biodiversität), und oftmals zu inakzeptablen Qualitätseinbußen bei den Wirkstoffen führt. Es bedarf daher einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Produktion von hochqualitativen Arzneipflanzen, die die Anforderungen der Industrie erfüllen und gleichzeitig ökologischen Ansprüchen gerecht werden. Dies umfasst den Aufbau und die Verstetigung einer hocheffizienten und wirtschaftlich tragfähigen Prozesskette, die von der Züchtung ertragsoptimierter Pflanzen über die Entwicklung neuer und schlagkräftiger Anbau- und Erntetechnologien bis hin zur effizienten Extraktion und Bereitstellung der Wirkstoffe aus der Rohware reicht. Diese Schritte verfolgen wir in unserem Projekt „Circular PhytoREVIER“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und aus Strukturfördermitteln finanziert wird. Kernidee des Projekts ist die nachhaltige Wertschöpfung mit Arznei(- und Gewürz)pflanzen im Rheinischen Revier. Dafür haben die drei beteiligten Wissenschaftspartner Fraunhofer IME, Fraunhofer UMSICHT und Forschungszentrum Jülich, IBG-2, ihr jeweiliges Fachwissen, ihre Ressourcen, Infrastrukturen sowie Vorarbeiten gezielt zusammengeführt, um im Rahmen des Projekts ertrags- und standortoptimierte Arzneipflanzen zu etablieren und diese sowohl im Freiland als auch in geschlossenen Indoor-Systemen anzubauen. Darüber hinaus werden innovative Verfahren zur gezielten Steuerung und Erhöhung des Wirkstoffgehalts durch biologische, chemische und physikalische Stressgabe sowie zur nicht-invasiven Erfassung von Wachstums- und Ernteparametern entwickelt (Nagel et al., 2012; Cendrero-Mateo et al., 2017; Thoma et al., 2020; He et al., 2021; He et al., 2022). Neben Arnika (*Arnica montana*) gehört die Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) zu den von uns untersuchten Spezies und anhand dieser sollen das Projekt „Circular PhytoREVIER“ und

erste Resultate in Bezug auf die Kultivierung in geschlossenen Indoor-Systemen vorgestellt werden.

Kapuzinerkresse gehört zur Familie der Brassicaceae und wird als Gewürz- und Arzneipflanze angebaut. Neben Ascorbinsäure, Flavonoiden und Carotinoiden produziert die Kapuzinerkresse insbesondere den wertvollen sekundären Pflanzeninhaltstoff Glucotropaeolin (GTL), ein Senfölglykosid, das nach enzymatischer Spaltung in Benzylisothiocyanat (BIT) umgewandelt wird (Abbildung 1A) und u. a. eine antibakterielle Wirkung aufweist. Dementsprechend werden phytopharmazeutische Produkte aus Kapuzinerkresse, oft in Kombination mit Meerrettich, zur Behandlung von Erkältungen oder Harnwegsinfekten als Alternative zu oder unterstützend zur Behandlung mit synthetischen Antibiotika eingesetzt. Auch eine prophylaktische Anwendung ist beschrieben. Die Pflanze selbst produziert GTL als Fraßschutz. Bei Verletzung des pflanzlichen Gewebes wird das in der Vakuole gespeicherte GTL freigesetzt und durch das pflanzeneigene Enzym Myrosinase entsteht das scharf-schmeckende und sehr reaktive BIT. Für einen hohen GTL-Gehalt in der pflanzlichen Rohware besteht daher die große Herausforderung, die Pflanze verletzungsarm zu ernten, um vor der Verarbeitung und Darreichung ein Abreagieren hin zum Wirkstoff BIT zu verhindern. An dieser Stelle setzen wir mit unserem Projekt „Circular PhytoREVIER“ an, indem wir am Fraunhofer IME u. a. mit unserer Forschung zur Identifizierung der GTL-Biosynthesegene (Abbildung 1B) und ihre mögliche Verwendung als molekulare (Expressions-)Marker in der Züchtung die Grundlagen für ertragsoptimierte Pflanzen entwickeln. Zur Charakterisierung der identifizierten Biosynthesegene setzen wir am Fraunhofer IME neben heterologen Expressionssystemen wie z. B. Hefen (Bröker et al., 2020) auch Zell- oder Gewebekulturen ein, die zusätzlich als Wirkstoffproduktionsplattform dienen könnten. Im Rahmen von „Circular PhytoREVIER“ führen wir die Etablierung verschiedener Zell- und Gewebekulturen durch (Abbildung 1C). Diese Arbeiten stellen eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer IME im Bereich der Pflanzenbiotechnologie dar, die für die Entwicklung und Anwendung moderner Pflanzenzüchtungs- und Genomeditierungstechnologien (z. B. CRISPR/Cas) von großer Bedeutung sind. Dazu gehören neben der Zell- und Gewebekultur auch Arbeiten zur Entwicklung und Anwendung von Protokollen für das Genome Editing verschiedener Pflanzenarten, einschließlich der Anzucht der jeweiligen Art in Sterilkultur, der Vermehrung und Regeneration der Pflanzen sowie der phänotypischen und inhaltsstofflichen Analyse der erzeugten Pflanzen. Die CRISPR/Cas-Technologie ermöglicht eine hochpräzise, schnelle und damit kostengünstige Bearbeitung des Pflanzengenoms, was die Entwicklung neuer Sorten enorm beschleunigen kann. In den USA werden beispielsweise erste editierte Raps- und Sojasorten angebaut. Eine frühzeitige Anwendung und Optimierung des Genome Editing für Forschungszwecke, insbesondere auch im Bereich der Arzneipflanzen, gewährt uns einen erheblichen Zeitvorteil, sofern die EU diese Technologie für züchterische Zwecke freigibt.

Neben diesen molekulargenetischen Aspekten untersuchen wir am Fraunhofer UMSICHT sowie dem IBG-2 am Forschungszentrum Jülich (FZJ) im Rahmen von „Circular PhytoREVIER“ innovative Verfahren zur gezielten Steuerung und Erhöhung des Wirkstoffgehalts durch biologische, chemische und physikalische Stressgabe sowie zur nicht-invasiven Erfassung von

Wachstums- und Ernteparametern. Am Beispiel der Kapuzinerkresse erforschen wir, wie unterschiedliche Spross-/Wurzeltemperaturen (Abbildung 1D) oder Nährstoffe bei der Kultivierung in Hydrokultursystemen, UV-Licht oder - in Zusammenarbeit mit anderen Innovationslaboren - unterschiedliche Bodentypen oder Agrarsysteme wie Agriphotovoltaik den Wirkstoffgehalt beeinflussen können. Bei der Indoor-Kultivierung und auch im Feldanbau werden darüber hinaus Kamera-basierte Systeme (Abbildung 1E) mit anschließender Auswertung durch trainierte KI-Programme zur automatischen Erfassung wichtiger Ernteparameter (z. B. Biomasseentwicklung) etabliert. Für die Inwertsetzung unseres Projekts im Rheinischen Revier arbeiten wir u. a. seit zwei Jahren mit ansässigen Landwirten zusammen, die mit uns den Anbau von Kapuzinerkresse auf ihren Feldern erproben (Abbildung 1F).

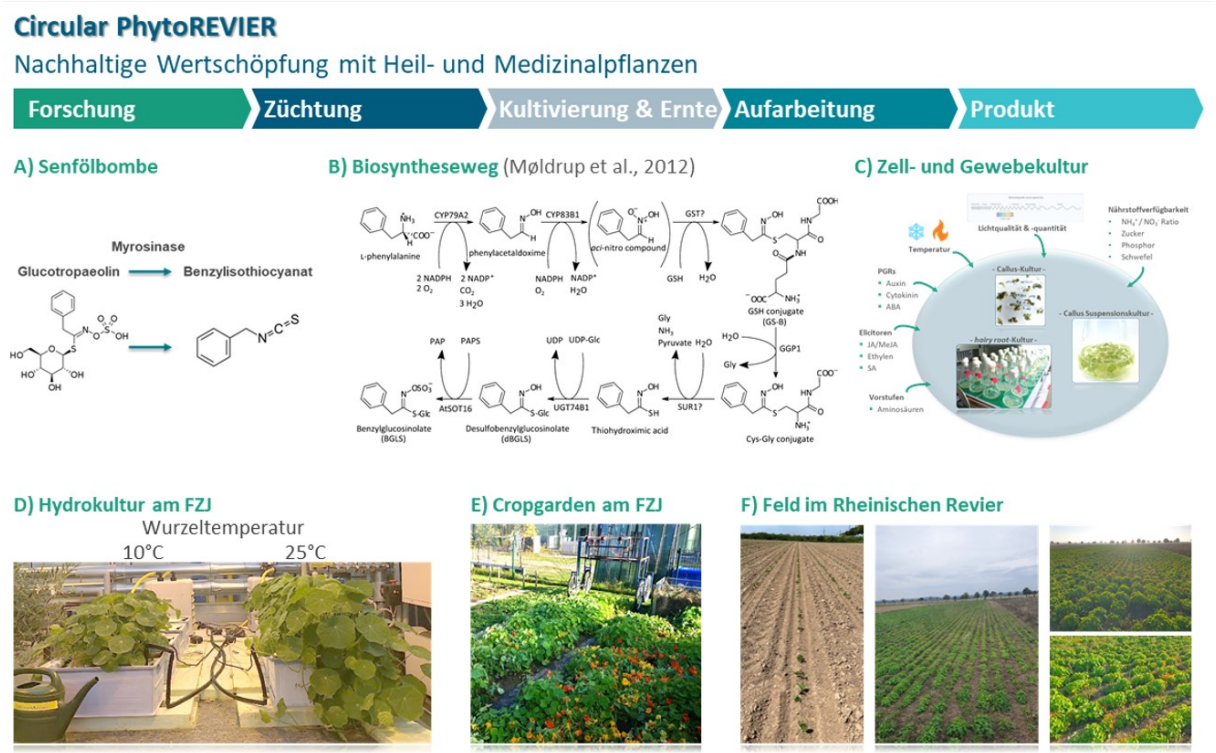


Abb. 1: Das Projekt „Circular PhytoREVIER“
Figure 1: The Project „Circular PhytoREVIER“

Circular PhytoREVIER: From Cultivation to Active Ingredient – Value Creation with Medicinal and Aromatic Plants as a Contribution to Manage Structural Change in the Rhenish Mining Area

The use of medicinal plants in the production of phytopharmaceuticals offers a natural alternative to synthetic drugs due to their diverse bioactive components. While these plants are essential for pharmaceuticals, they also have significant value in the agricultural, cosmetic and food industries. Germany currently relies heavily on imports for many medicinal plants, leading to sustainability concerns as wild collection practices pose a threat to biodiversity and quality loss of active ingredients. To address this, a sustainable approach is essential, which is why the

"Circular PhytoREVIER" project, supported by the Federal Ministry of Education and Research, has been launched. This project aims to create sustainable value of medicinal plants in the Rhenish mining area through collaborative efforts from the scientific partners Fraunhofer IME, Fraunhofer UMSICHT, and Forschungszentrum Jülich, IBG-2. One of the species in focus is nasturtium (*Tropaeolum majus*) from the Brassicaceae family, which contains glucotropaeolin (GTL) - a valuable phytochemical used to treat colds and infections. The challenge is to harvest nasturtium without inducing enzymatic reactions that convert GTL to the active ingredient, benzyl isothiocyanate (BIT) (Figure 1A). The project aims to develop yield-optimized plants by identifying GTL biosynthesis genes (Figure 1B) and using them as molecular markers in breeding. For gene characterization, Fraunhofer IME is specialized in heterologous expression systems such as yeast and cell/tissue cultures (Figure 1C), which may serve as platforms for drug production, and is focused on CRISPR/Cas technology for precise and rapid genome editing, offering a significant advantage in developing new plant varieties.
Fraunhofer UMSICHT and IBG-2 at Forschungszentrum Jülich are investigating stress-induced methods (temperature, nutrients, UV light) to control active ingredient content (Figure 1D). They establish AI-driven camera systems for automatic monitoring of harvest parameters in indoor and outdoor cultivation (Figure 1E). In addition, the project is collaborating with local farmers to test nasturtium cultivation in the Rhineland region (Figure 1F), thereby increasing the regional impact and valorization of the project.

mehr Informationen unter

Initiative BioökonomieREVIER:
www.BiooekonomieREVIER.de
Innovationslabore:
https://www.biooekonomierevier.de/Innovationscluster_BiooekonomieREVIER

Fraunhofer-Institut IME: https://www.ime.fraunhofer.de/de/Forschungsbereiche/MB/funktionelle_und_angewandte_genomik/Arzneipflanzen.html

Fraunhofer UMSICHT:
https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/kompetenzen/umwelt-ressourcennutzung.html

Forschungszentrum Jülich, Institut für Pflanzenwissenschaften IBG-2:
https://www.fz-juelich.de/de/ibg/ibg-2

verwendete und weiterführende Literatur

1) *Bröker, J.N., B. Müller, D. Prüfer, C. Schulze Gronover, 2020: Combinatorial Metabolic Engineering in Saccharomyces cerevisiae for the Enhanced Production of the FPP-Derived Sesquiterpene Germacrene. Bioengineering (Basel, Switzerland) 7 (4), DOI: 10.3390/bioengineering7040135.*

2) *Cendrero-Mateo, M.P., O. Muller, H. Albrecht, A. Burkart, S. Gatzke, B. Janssen, B. Keller, N. Körber, T. Kraska, S. Matsubara, J. Li, M. Müller-Linow, R. Pieruschka, F. Pinto, P. Rischbeck, A. Schickling, A. Steier, M. Watt, U. Schurr, U. Rascher, 2017: Field Phenotyping : Concepts and Examples to Quantify Dynamic Plant Traits across Scales in the Field. Terrestrial Ecosystem Research Infrastructures, CRC Press, S. 53–81, DOI: 10.1201/9781315368252-4.*

3) *Epping, J., N. van Deenen, E. Niephaus, A. Stolze, J. Fricke, C. Huber, W. Eisenreich, R.M. Twyman, D. Prüfer, C. Schulze Gronover, 2015: A rubber transferase activator is necessary for natural rubber biosynthesis in dandelion. Nature Plants 1 (5), DOI: 10.1038/nplants.2015.48.*

4) *He, F., B. Thiele, T. Kraska, U. Schurr, A.J. Kuhn, 2022: Effects of Root Temperature and Cluster Position on Fruit Quality of Two Cocktail Tomato Cultivars. Agronomy 12 (6), 1275, DOI: 10.3390/agronomy12061275.*

5) *He, F., B. Thiele, D. Kraus, S. Bouteyine, M. Watt, T. Kraska, U. Schurr, A.J. Kuhn, 2021: Effects of Short-Term Root Cooling before Harvest on Yield and Food Quality of Chinese Broccoli (Brassica oleracea var. Alboglabra Bailey). Agronomy 11 (3), 577, DOI: 10.3390/agronomy11030577.*

6) *He, Y., T. Zhang, H. Sun, H. Zhan, Y. Zhao, 2020: A reporter for noninvasively monitoring gene expression and plant transformation. Horticulture research 7 (1), 152, DOI: 10.1038/s41438-020-00390-1.*

7) *Møldrup, M.E., F. Geu-Flores, M. de Vos, C.E. Olsen, J. Sun, G. Jander, B.A. Halkier, 2012: Engineering of benzylglucosinolate in tobacco provides proof-of-concept for dead-end trap crops genetically modified to attract Plutella xylostella (diamondback moth). Plant Biotechnology Journal 10 (4), 435–442, DOI: 10.1111/j.1467-7652.2011.00680.x.*

8) *Muth, J., S. Hartje, R.M. Twyman, H.-R. Hofferbert, E. Tacke, D. Prüfer, 2008: Precision breeding for novel starch variants in potato. Plant Biotechnology Journal 6 (6), 576–584, DOI: 10.1111/j.1467-7652.2008.00340.x.*

9) *Nagel, K.A., A. Putz, F. Gilmer, K. Heinz, A. Fischbach, J. Pfeifer, M. Faget, S. Blossfeld, M. Ernst, C. Dimaki, B. Kastenholz, A.-K. Kleinert, A. Galinski, H. Scharr, F. Fiorani, U. Schurr, 2012: GROWSCREEN-Rhizo is a novel phenotyping robot enabling simultaneous measurements of root and shoot growth for plants grown in soil-filled rhizotrons. Functional plant biology : FPB 39 (11), 891–904, DOI: 10.1071/FP12023.*

10) *Stolze, A., A. Wanke, N. van Deenen, R. Geyer, D. Prüfer, C. Schulze Gronover, 2017: Development of rubber-enriched dandelion varieties by metabolic engineering of the inulin pathway. Plant Biotechnology Journal 15 (6), 740–753, DOI: 10.1111/pbi.12672.*

11) *Thoma, F., A. Somborn-Schulz, D. Schlehuber, V. Keuter, G. Deerberg, 2020: Effects of Light on Secondary Metabolites in Selected Leafy Greens: A Review. Frontiers in plant science 11, 497, DOI: 10.3389/fpls.2020.00497.*

Wasserverbrauch der Zwischenfrucht und Einfluss auf den Bodenwasservorrat

Dr. Steffi Knoblauch, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum

1 Einleitung

In Trockengebieten kann der Wasserverbrauch von Zwischenfrüchten den Bodenwasservorrat für die nachfolgende Hauptkultur schmälern. Mit Hilfe der Lysimeteranlage Buttelstedt wurden der Wasserverbrauch einer Sommer-Zwischenfruchtmischung und der Einfluss auf den Bodenwasservorrat im folgenden Frühjahr ermittelt.

2 Material und Methoden

Bei den Versuchsböden handelt es sich um einen tiefgründigen Braunerde-Tschernosem aus Löß mit einer nFKwe von 227 mm und eine Para-Rendzina aus unterem Keuper mit einer nFKwe von 145 mm. Sie vertreten etwa 66 % der Böden im Thüringer Becken.

Klimatisch ist der im Thüringer Becken gelegene Versuchsstandort dem mitteldeutschen Trockengebiet zugehörig mit einer Niederschlagssumme von 534 mm und einer vieljährigen Temperatur von 9,0 °C (1981 bis 2010).

Für die Ermittlung der Verdunstung von Pflanzenbeständen und des Bodens dienen die Feldlysimeter Buttelstedt. Sie sind monolithisch befüllt, weisen eine Oberfläche von 2 m^2 und eine Tiefe von 2,0 bzw. 2,5 m auf und befinden sich zur Vermeidung von Oaseneffekten inmitten eines 20 ha großen Feldes, das mit dem gleichen Pflanzenbestand wie sie selbst bewachsen ist. Die Bestimmung der Verdunstung und des Niederschlages erfolgt mittels kontinuierlicher Wägung der Lysimeter mit einer Genauigkeit von 100 g, resp. 0,05 mm. Das Sickerwasser wird tensionsgesteuert bzw. gravimetrisch gewonnen. Die Messung der Bodenfeuchte fand während der Vegetationszeit wöchentlich mit Hilfe einer Am/Be-Neutronensonde in 20 cm-Tiefenstufen bis in 240 cm Tiefe in zweifacher Wiederholung statt.

In den Jahren 2013 und 2018 gelangte nach Ernte von Sommergerste und Winterweizen die Sommer-Zwischenfruchtmischung Aqua Pro (DSV) zum Anbau. Die Saatpartner gehen aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Saatpartner der Sommer-Zwischenfruchtmischung Aqua Pro (DSV) und deren Anteile (%)

2013	2018
Rauhafer 46, Phacelia 16, Öllein 16, Buchweizen 16, Ramtillkraut 5,5 Färberdistel 0,5	Rauhafer 35, Phacelia 16, Öllein 16, Ramtillkraut 11, Sudangras 20, Sonnenblume 7, Färberdistel 4

Dazu im Vergleich wurde in beiden Jahren eine Variante ohne Anbau von Zwischenfrucht geprüft. Es handelte sich dabei um eine Brache mit Aufwuchs von Ausfallgetreide.

Das Stroh blieb nach Ernte der Hauptkultur jeweils auf dem Feld. Im Versuchsjahr 2013 erfolgte keine Stoppelbearbeitung und wurde das Saatgut der Zwischenfrucht (ZF) in Anlehnung an einer Direktsaat unter die Strohdecke in den Boden platziert. Im Jahr 2018 hingegen gab es nach einem Versuch mit unterschiedlich tiefer Stoppelbearbeitung vor Aussaat der ZF eine 12 cm tiefe Saatbettbereitung. Die Saattiefe war 2 bis 3 cm.

Mitte Oktober wurde der Boden der Variante mit Brache nach Ernte des aufgelaufenen Getreides mittels Spaten einer etwa 20 cm tiefen Grundbodenbearbeitung unterzogen. Die ZF wurde in beiden Jahren Mitte November vor bzw. nachdem die Tagesmitteltemperatur an vier aufeinanderfolgenden Tagen unter 1 °C bzw. unter 0 °C fiel, geerntet. Nach Ermittlung von Frisch- und Trockenmasse kam das frische Pflanzenmaterial als Langgut, einem Mulchen entsprechend auf die Lysimetergefäße zurück.

Im darauffolgenden Jahr geschah bei den Varianten mit ZF-Anbau Mitte März bzw. Mitte April eine 4 bzw. 15 cm tiefe Bodenbearbeitung zur Herrichtung des Saatbettes für die Hauptkultur.

3 Ergebnisse

Über den Zeitabschnitt von Aussaat bis Mulchen der ZF ergab sich im Durchschnitt beider Böden eine Evapotranspiration (ET) von 97 mm im Jahr 2013 und von 134 mm im Jahr 2018 (Tab. 2).

Tabelle 2: Evapotranspiration/ Evaporation der Zwischenfrucht (ZF) im Vergleich zur Brache in einzelnen Zeitabschnitten in den Jahren 2013 und 2018

Var.		Evapotranspiration/ Evaporation					TM-Ertrag
					Differenz ZF zu Brache		
		mm	mm	mm	mm	mm/d	dt/ha
Versuchsjahr 2013							
		Aussaat bis Mulchen ZF 14.11.2013	Mulchen ZF bis GBB ZF 14.3.2014	GBB ZF bis 30.4.2014	Aussaat bis Mulchen ZF		
1	ZF/k	91	61	58	+18	+0,22	8,9
	ZF/lö	103	61	51	+29	+0,36	13,1
2	Brache/lö	73	59	49			7,3
Versuchsjahr 2018							
		Aussaat bis Mulchen ZF 18.11.2018	Mulchen ZF bis 20.3.2019	20.3.2019 bis Mulchen Ausfall-WW	Aussaat bis Mulchen ZF		
1	ZF/k	128	68	20	+41	+0,45	25,1
	ZF/lö	139	67	25	+52	+0,58	32,7
2	Brache/lö	87	73	15			7,8

Im Vergleich zu einem baren Boden, auf dem sich im Jahr 2013 ohne Stoppelbearbeitung Ausfall-Sommergerste und im Jahr 2018 nach einer zweimaligen Stoppelbearbeitung Ausfall-Winterweizen entwickelte, lagen die Werte um 18 bis 52 mm höher (Tab. 2). Dieser Spanne entsprechend war bei den ZF-Beständen ein Trockenmasse-Ertrag von 8,9 bis 32,7 dt/ha zu verzeichnen. Die niedrigeren Werte der ET und des Ertrages kamen auf dem lehmig-tonigen Keuperverwitterungsboden (k) zustande, die höheren auf dem schluffig-lehmigen Lößboden (lö) mit mehr pflanzenverfügbarem Bodenwassergehalt.

Die Gegenüberstellung der ET der ZF-Bestände der Einzellysimeter und der erzielten TM-Erträge ergab in beiden Jahren eine enge lineare Beziehung. Da es sich in beiden Jahren um eine in etwa gleiche Arten-Zusammensetzung der ZF-Mischungen handelte, die als phacelia- und rauhaferbetont zu bezeichnen ist, und der Anstieg in etwa vergleichbar war, wurden die Messreihen beider Jahre in einer Beziehung zusammengefasst ($R^2 = 0{,}94$) (Abb. 1). Dieser enge lineare Zusammenhang bringt zum Ausdruck, dass bei ZF-Beständen der Wasserverbrauch mit zunehmendem Ertrag signifikant steigt.

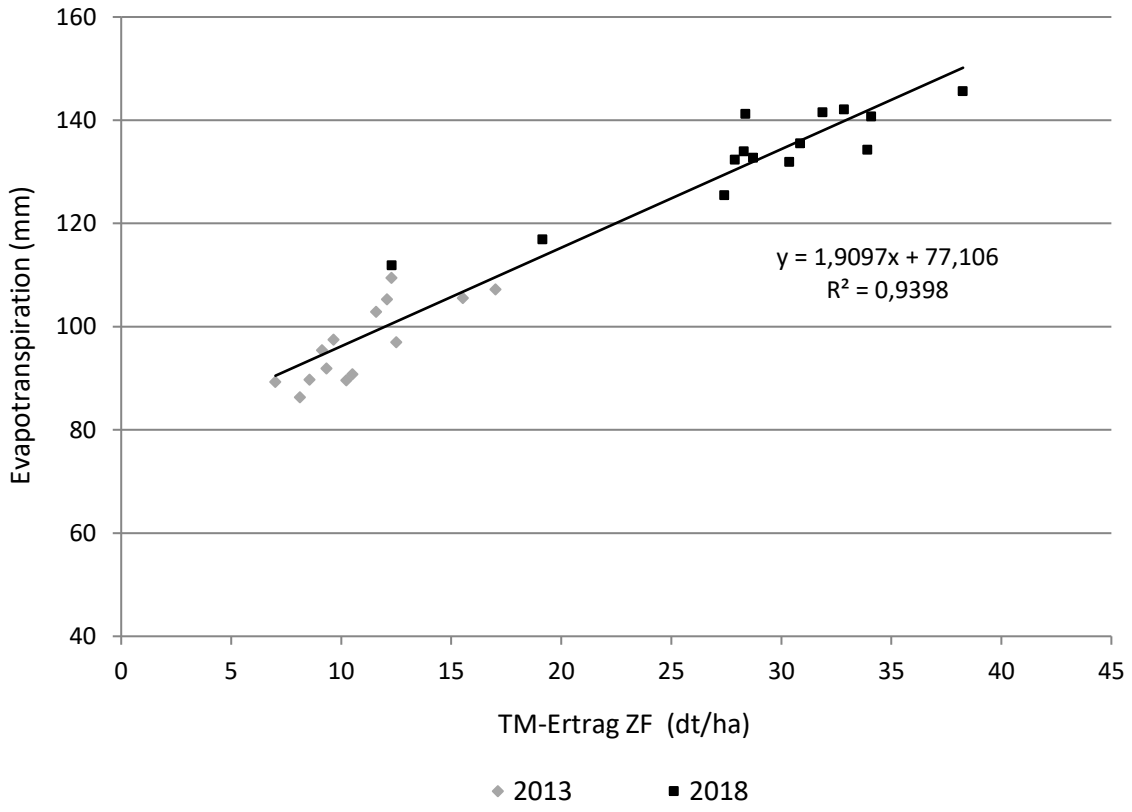


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Trockenmasse-Ertrag der Zwischenfrucht und der Evapotranspiration

Für die Einschätzung, um wieviel weniger der Bodenwasservorrat nach Anbau von ZF im Vergleich zu einer Brache im folgenden Frühjahr angefüllt ist, stellt die Wasserbilanz aus Niederschlag und Verdunstung im Vergleich zum Wert der Verdunstung das korrektere Maß dar. Für den Zeitraum von Aussaat bis Mulchen der ZF wurde zwischen den Varianten im Mittel beider Böden ein Wasserbilanz-Unterschied von 25 mm (2013) und 53 mm (2018) ermittelt. Im Vergleich zur alleinigen Betrachtung der Verdunstung fällt der Unterschied um 2 und 6 mm höher aus. Das liegt daran, dass bei der Auswertung von Stunden-Mittelwerten in Perioden mit Niederschlägen sowohl die Verdunstung als auch der Niederschlag geringfügig unterschätzt werden.

Der Bodenwasservorrat zu Vegetationsbeginn zeigte im Jahr 2013 keinen Unterschied zwischen den Varianten.

Im Jahr 2018 hingegen war nach Anbau von ZF auf dem Lößboden ein um 55 mm geringerer Wert als nach Brache festzustellen, was in etwa dem Unterschied in der Verdunstung (+52 mm) und in der Wasserbilanz (-60 mm) entsprach. Anhand dieses Jahres wird deutlich, dass dies vor allem den Bodenwasservorrat tieferer Bodenschichten betrifft (Abb. 2). Unter Brache nahm die Bodenfeuchte bis in etwa 200 cm Tiefe zu, bei Anbau von ZF nur bis in etwa 100 cm Tiefe.

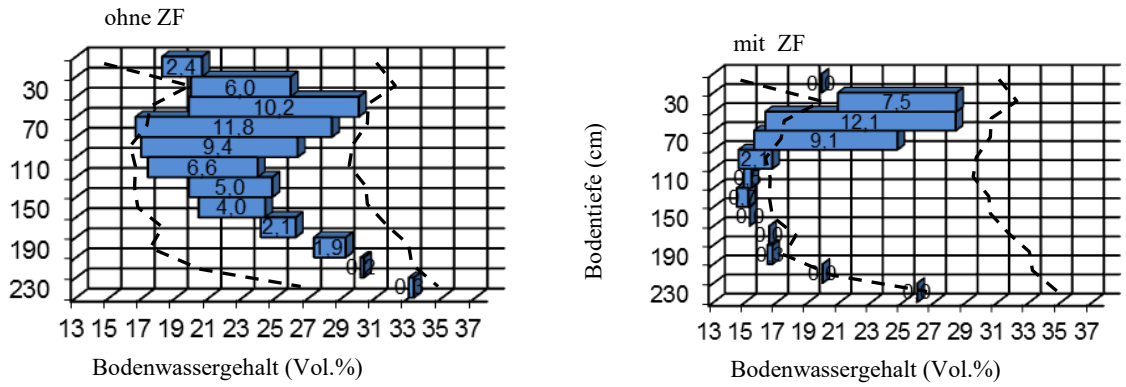


Abb. 2: Schichtweise Zunahme des Bodenwassergehaltes zwischen Ernte Winterweizen (19.7.2018) und Vegetationsbeginn des Folgejahres (7.4.2019) bei mit und ohne Anbau von Zwischenfrucht auf einem Lößboden, gestrichelte Linien markieren den pflanzenverfügbaren Bodenwassergehalt zwischen Permanentem Welkepunkt und Feldkapazität

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass nach Anbau von ZF die Gefahr der Minderung des Bodenwasservorrates für die nachfolgende Hauptkultur bei höheren Erträgen besteht.

Gleichzeitig ist es Ziel des ZF-Anbaus, mit einem rasch den Boden bedeckenden Pflanzenbestand, die Erosion einzudämmen, mit der Entwicklung von möglichst viel Biomasse Stickstoff zu binden und vor einer Auswaschung zu bewahren sowie in Verbindung mit der Ausbildung von Wurzelbiomasse das Bodenleben zu aktivieren. In Trockengebieten kommt der Anreiche-

rung von Wurzelbiomasse für die Lockerung des Bodens zur Vorbereitung auf eine bodenwasserschonende Direktsaat eine besondere Bedeutung zu. Das trifft vor allem auf die mittelschweren Böden im Thüringer Becken zu.

Da diese Erwartungen an einen ZF-Bestand einen entsprechend höheren oberirdischen Ertrag voraussetzen, ergibt sich daraus ein Dilemma zur Minimierung des Bodenwasserverbrauches, wobei dies im Wesentlichen nur auf tiefgründigere Böden zutrifft. Bei flachgründigeren Böden ist derzeit i. d. R. von einer vollständigen Auffüllung des Bodenwasservorrates und von Sickerwasserbildung auszugehen. Auf tiefgründigeren Böden sollte der Ertrag der ZF in Trockengebieten nicht wesentlich über 25 bis 30 dt TM/ha steigen. Für das Thüringer Becken wird deshalb als Aussaattermin erst Anfang bis Mitte August empfohlen oder bei zu wüchsigem Bestand eine Minderung der ET durch Überwalzen.

Summary

The article reports on the water consumption of a phacelia and rough oat-emphasised catch crop mixture. In comparison to a fallow, an additional water consumption of 18 to 52 mm was found. The reduction in the soil water supply for the subsequent main crop was also in this order of magnitude, although this affected the lower soil layers. To estimate this influence, a linear relationship was derived between the dry matter yield and the evapotranspiration of the catch crop.

Einsatz eines autonom fahrenden Hackroboters zur mechanischen Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen – Ein Erfahrungsbericht eines Thüringer Tee- und Arzneipflanzenanbauers

Dr. Karolin Müller[1], *Florian Krauße*[1], *Daniel Schmutzler*[1,2], *Gunnar Jungmichel*[1,2]

[1)] *Agrarprodukte Ludwigshof eG, Ludwigshof 14, 07389 Ranis*

[2)] *Thüringer Interessenverband Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen e.V., Geschäftsstelle Ranis, Ludwigshof 14, 07389 Ranis*

Eine der größten Herausforderungen beim Anbau von Tee- und Arzneikräutern ist der Pflanzenschutz. Ist die chemische Regulierung in Marktfruchtkulturen schon zunehmend herausfordernd, so gestaltet sich der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Reinhaltung der Bestände in diesen Sonderkulturen noch viel komplizierter: Nur sehr wenig zugelassene Herbizide, der Wegfall von Wirkstoffen, das Auslaufen von Zulassungen, die Einschränkungen von Abnehmerseite und die gesellschaftliche Forderung nach Ökologisierung der Landwirtschaft reduzieren die Einsatzmöglichkeiten immer stärker und machen einen gezielten, umweltverträglichen chemischen Pflanzenschutz oft unmöglich. Um Bestände unkrautfrei zu halten sind manuelle Pflegemaßnahmen unerlässlich, jedoch sind die dafür nötigen Arbeitskräfte schon jetzt nicht mehr ausreichend verfügbar. Mit den zu erwartenden Folgen des demografischen Wandels im nächsten Jahrzehnt dürfte sich dieses Problem noch dramatisch verschärfen.

Der Thüringer Interessenverband für Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen e.V. hat in einem Pilotprojekt zusammen mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum auf dem Betrieb der Agrarprodukte Ludwigshof eG einen autonom fahrenden Hackroboter in verschiedenen Tee- und Arzneikulturen ausgetestet. Ziel war es, die neu angelegten Bestände sowohl zwischen den Reihen als auch in den Reihen weitestgehend unkrautfrei zu halten, um den zeitlichen Aufwand von händischen Hacken zu reduzieren.

Abb. 1: Der Farming GT im Einsatz in einer Salbeineuanlage (Quelle: F. Krauße).

Zum Einsatz kam der Farming GT (Abb. 1) der Firma Farming Revolution GmbH, der ausgestattet mit Hockeymessern, halbseitigen Flügelscharen sowie Gänsefußscharen das Hacken zwischen den Reihen und innerhalb der Reihen ermöglichen sollte (Abb. 2). Die Identifikation von Kulturpflanze und Beikräutern erfolgte dabei kameragestützt für jede Reihe. Durch einen Abgleich mit einer Bilddatenbank traf der Hackroboter während des Einsatzes in Echtzeit die Entscheidung, welche Pflanze weggehackt werden sollte und welche nicht.

Abb. 2: Hackwerkzeuge des Farming GT (Quelle: F. Krauße)

Der Farming GT wurde ab Anfang Juli bis Mitte Oktober 2023 in Salbei (*Salvia officinalis*), Pfefferminze (*Mentha piperita*), Brennnessel (*Urtica dioica*), Johanniskraut *(Hypericum perforatum*) und Raps (*Brassica napus*) in Einzelkorndrillsaat getestet. Im Fokus standen dabei die Neuanpflanzungen des Betriebes. Sofern der Bestand und das Wetter es zuließen, wurden die Schläge ggf. mehrmals überfahren, um den Roboter in unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Bestände auszutesten und Grenzen der Einsetzbarkeit aufzuzeigen.

Abbildung 3 zeigt den Einsatz des Farming GT in der Salbeineuanlage am 7. Juli 2023. Der Salbei war drei Wochen zuvor gepflanzt worden und hatte eine Wuchshöhe von 10 cm. Der Beikrautdruck auf dem Schlag war sehr hoch (siehe rechte Seite der Abbildung), vor allem von Melde und Amarant, aber auch Kamille, Hirtentäschel und Gräser wurden identifiziert. Der erste Einsatz des Farming GT brachte subjektiv betrachtet ein sehr gutes Arbeitsergebnis, mit einer sehr hohen Quote an herausgehackten Beikräutern (siehe linke Seite der Abbildung) und nur vereinzelten Schäden an Salbeipflanzen.

Abb. 3: Salbeifläche vor (rechts) und nach der Hacke (links) (Quelle: K. Müller).

Um die Hackergebnisse besser beurteilen zu können, wurden – sofern die Zeit es zuließ – in den darauffolgenden Einsätzen Parzellen angelegt, in denen vor und nach dem Hackrobotereinsatz die Beikräuter sowie Schäden an den Kulturpflanzen bonitiert wurden, um den Erfolg der Hackmaßnahme bewerten zu können. Die Ergebnisse der Bonituren sind in Abbildung 4 dargestellt. Durchschnittlich wurden 5,2 % der Kulturpflanzen beschädigt. In den Pfefferminzkopfstecklingen wurden die geringsten Schäden verzeichnet, im Salbei traten mehr Schädigungen auf, jedoch waren die Salbeipflanzen zum Zeitpunkt der Maßnahme auch schon viel größer (Abb. 4A). Über alle bonitierten Parzellen hinweg wurden 80 % aller Beikräuter entfernt (Abb. 4B). Die Ergebnisse sind jedoch kritisch zu betrachten, denn ein Teil der stehengelassenen Beikräuter waren aufgrund der konservativen Einstellungen des Schutzbereiches von mehreren Zentimetern um die Kulturpflanze herum technisch gar nicht entfernbar. Dies machte etwa 10 % der Beikräuter aus. Daraus schlussfolgernd hat der Farming GT jedes zehnte Beikraut in den Parzellen nicht entfernt, obwohl es technisch möglich gewesen wäre. Dies war oftmals erklärbar, denn aufgrund der Hangneigung oder vorhandener Fahrspuren in den Parzellen fehlte einzelnen Hackaggregaten zeitweise der Bodenkontakt. Darüber hinaus sei erwähnt, dass das zunächst herausgehackte Beikraut in Einzelfällen wieder anwurzelte.

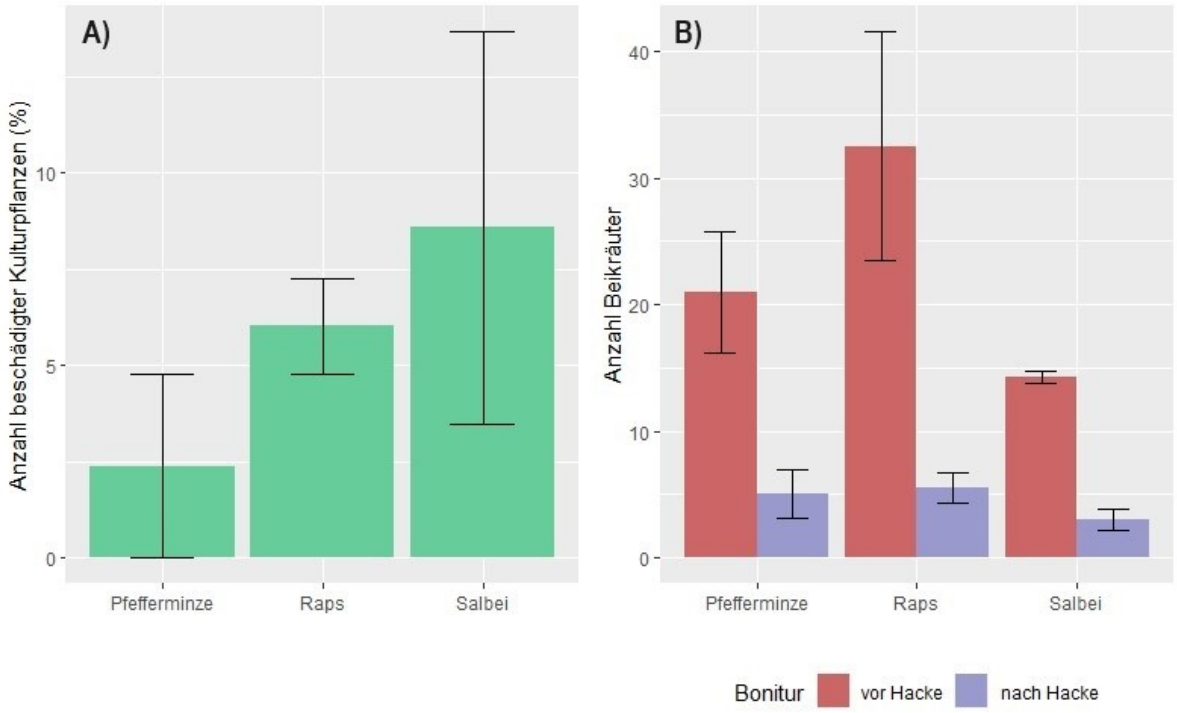


Abb. 4: Ergebnisse der durchgeführten Bonituren. A) Prozentuale Schädigungen an den Kulturpflanzen in den Parzellen und B) Anzahl an Beikräutern vor der Hackmaßnahme (in rot) und danach (in lila). Dargestellt sind Mittelwerte mit Standardfehlern.

Während des Hackrobotereinsatzes wurden weitere Parameter aufgenommen, darunter Benzinverbrauch, Akkulaufzeiten, Fahrgeschwindigkeiten sowie Umlenkzeiten und -flächen, um unter anderem die Flächenleistung ermitteln zu können. Diese lag durchschnittlich bei 1,5 ha/Tag bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 0,3 m/s und einer Arbeitsbreite von 2,375 m. Eine Tankfüllung reichte dabei für 29,4 Betriebsstunden.

Zusammenfassend kann der dreimonatige Einsatz des Farming GT unter Praxisbedingungen als positiv bewertet werden, jedoch wurde der zeitliche Betreuungsaufwand enorm unterschätzt. Insbesondere das Einprogrammieren der Schläge hat personelle Kapazitäten gebunden, die während der Sommermonate auf dem Betrieb eigentlich nicht vorhanden sind. Laut Herstellerangaben ist der Hackroboter vollständig autonom einsetzbar, jedoch konnte dies unter Praxisbedingungen lediglich nur einmal im Salbei getestet werden, indem der Roboter für mehrere Stunden unbeaufsichtigt hackte. Da für Brennnessel, Johanniskraut und Pfefferminze zum Zeitpunkt des ersten Einsatzes keine Bilddatenbank vorlag, wurde diese zunächst mit dem Hersteller aufgebaut. Hierfür ist ebenfalls entsprechend Zeit einzuplanen, denn der Roboter muss die Merkmale der Kultur erst einmal lernen, bevor die Hacke zum Einsatz kommen kann. Einmal gelernt, ist die Kulturpflanzenerkennung sehr gut, jedoch hatte der Hackroboter bei Bodenunebenheiten Probleme die Beikräuter zu entfernen, wie z.B. bei Fahrspuren oder hängigem Gelände. Hier wäre eine automatisierte, kameragestützte Tiefenführung der einzelnen Hackaggregate wünschenswert. Als überaus positiv wurde die Kommunikation mit dem Hersteller empfunden, der insbesondere bei auftretenden Softwareproblemen oder Bedienungsschwierigkeiten stets eine schnelle Lösung per Fernzugriff finden konnte.

Use of an autonomous hoeing robot for mechanical weed control in row crops - A field report from a Thuringian tea and medicinal plant grower

The cultivation of tea and medicinal plants faces challenges due to restricted pesticide options and the societal demand for eco-friendly practices. Consequently, manual maintenance is crucial for weed control. In a pilot project, the autonomous hacking robot Farming GT, underwent testing from July to October 2023 in fields managed by Agrarprodukte Ludwigshof eG in Thuringia. The Farming GT, equipped with camera-supported plant recognition, successfully eliminated 80% of weeds both between and within rows in designated test plots. However, half of the remaining weeds could not be removed due to conservatively adjusted safety zones around the crops. Consequently, one in ten weeds persisted on the plots, despite being technically removable by the robot. This was primarily due to certain hoeing units lacking ground contact on slopes or existing tracks. Performance measurements indicated an area output of 1.5 ha/day. Despite the positive trial, supervisory demands were challenging and significantly underestimated during operation.

Bekämpfung von PA-Unkräutern: Forschungsansätze und Einsatz autonomer Hacktechnik

Dr. Katrin Keipp[1], *Josef Schmidt*[2]

[1)] *PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, 06556 Artern / Unstrut*

[2)] *digital workbench gmbh, St.-Gangolf-Str. 2, 85139 Wettstetten*

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind natürlich vorkommende Giftstoffe, die vor allem bei Pflanzen der Familie *Asteraceae* und *Boraginaceae* auftreten. Die Synthese dieser Giftstoffe erfolgt zum Schutz gegen Fressfeinde der Pflanzen. PA sind allerdings auch giftig für den Menschen. Sie werden in der Leber abgebaut, wodurch toxische Abfallprodukte zur Störung der Leberfunktion führen können. Eine Kontamination von Lebensmitteln erfolgt über die Ernte, der für den Tee bestimmten Pflanzen. Aufgrund von oft unregelmäßiger Verteilung der PA-haltigen Unkräuter im Feld ist es schwierig, während der Ernte eine Selektion des Erntegutes vorzunehmen. Das in Deutschland wohl wichtigste PA-Unkraut ist das Gewöhnliche Greiskraut (*Senecio vulgaris*), welches sehr hohe Konzentrationen an den giftigen Alkalioden synthetisiert. Seine nahen Verwandten, das Frühlings-Greiskraut, das Klebrige Greiskraut oder auch das Schmalblättrige Greiskraut bringen ebenfalls eine hohe PA-Belastung mit, sind aber aufgrund ihrer geringeren Verbreitung auf Ackerflächen aktuell nicht so problematisch. Ein weiteres Problem stellt die fast ganzjährige Pflanzenentwicklung dar.

Die Pharmaplant befasst sich bereits seit mehreren Jahren mit verschiedenen Methoden zur Eindämmung und Bekämpfung von PA-Unkräutern:

1. Unkrautdatenbank: Im Rahmen einer Zusammenarbeit konnten über ein vom Bundeslandwirtschaftsministerium über seinen Projektträger FNR gefördertes Vorhaben ein ausführliches Merkblatt und Steckbriefe zu den wichtigsten PA-Unkräuter generiert werden.
2. Herbizidversuche: Die Pharmaplant bringt einen hohen Erfahrungsschatz an der Versuchsdurchführung mit Herbiziden mit und auch zukünftig bleibt der Einsatz von chemischem Pflanzenschutz eine Kernfrage im praktischen Anbau.
3. Vermeidung von Fremdsameneinträgen: Die Sauberkeit des auszubringenden Saatgutes ist von besonderer Bedeutung, um keine zusätzliche PA-Belastung durch die Aussaat ins Feld zu bringen. Eine vom Bundeslandwirtschaftsministerium über seinen Projektträger FNR geförderte Studie zeigte, dass zumeist die höchste Vorbelastung mit Fremdsaatgut (nicht ausschließlich PA) bei Kamillesaatgut vorhanden ist. Ein besonders hohes Risiko zur Feldkontamination durch gekauftes Saatgut, konnte anhand der gezogenen Stichproben bislang nicht bestätigt werden.
4. Mechanische Unkrautbekämpfung: In einem dreijährigen Freilandversuch mit Kamille konnte die Pharmaplant in einem vom Bundeslandwirtschaftsministerium über seinen ProjektträgerFNR geförderten Projekt, viel Erfahrung im Einsatz von mechanischen,

chemischen und physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen gegen Unkräuter sammeln. Besonders erfolgreich erweisen sich chemisch-mechanische Kombinationen und der Einsatz von Striegel und Hacke.

Alle Studien zeigen allerdings, dass die Bekämpfung unmittelbar im Bestand erfolgen sollte. Das Saatgut ist zumeist nicht der ausschlaggebende Faktor und eine Reinigung nach der Ernte ist sehr aufwändig. Der Erhalt der Feldhygiene steht vor zunehmenden Herausforderungen. Ein Arbeitskräftemangel im Bereich Landwirtschaft ist bereits jetzt spürbar und die Limitierung von geeigneten chemischen Mitteln nimmt parallel zu. Zusätzlich kann die Feldreinigung in bereits sehr dichten Beständen durch das Befahren mit schweren Maschinen und Begehen der Feldkräfte große Bestandsschäden verursachen. Auch der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen ist daher angehalten, die immer stärker zunehmende autonome Technik zum Schutz der Kulturen und zur Einsparung von Personal zu berücksichtigen.

Die digital workbench gmbh beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Automatisierung von derzeit manuell durchgeführten Arbeitsprozessen im Feldbau. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei den selektiven Verfahren, um z.B. punktuell Beikräuter wie das Greiskraut auf dem Acker zu entfernen. Entscheidend für die selektiven Verfahren ist die Kombination aus Sensorik zur Erkennung und Verortung der zu bearbeitenden Pflanze sowie Aktorik, um die detektierte Pflanze im gleichen Arbeitsgang bearbeiten zu können. Gemeinsam mit Pharmaplant wurde ein einfacher Proof of Concept zur Detektion von Greiskraut auf dem Feld mit mobiler Kameratechnik in 2023 durchgeführt, mit dem eine sehr hohe Trefferquote mit den Testdaten erreicht werden konnte. Diese bildverarbeitende Sensorik müsste im nächsten Schritt mit umfangreicherem Bildmaterial trainiert und optimiert werden, um unter verschiedensten Bedingungen auf dem Acker zuverlässig zu funktionieren. Eine leistungsfähige Aktorik zur Entfernung befindet sich bei der digital workbench gmbh derzeit in der Erprobung und soll in naher Zukunft einsatzfähig zur Verfügung stehen. Sensorik und Aktorik sollen anschließend auf der autonomen Multiträgerplattform Tipard von digital workbench zum Einsatz kommen, womit sich direkt auf dem Feld ein vollautomatisierter Entfernungsprozess von Greiskraut mit einer Arbeitsbreite von drei Metern realisieren lässt.

Control of PA weeds: Research approaches and use of autonomous hoeing technology

Pyrrolizidine alkaloids (PA) are natural toxins. These toxins are synthesized to protect the plants against predators. However, PAs are also metabolized by the human liver intotoxic products that can lead to liver dysfunction. The most important PA weed in Germany is the common ragweed (*Senecio vulgaris*), which accumulates very high concentrations of the toxic alkaloids.

Pharmaplant has been working for many years on various methods for the containment and control of PA weeds

1. Weed database: As part of a collaboration, detailed fact sheets on the most important PA weeds were generated within the frame of a Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) funded project.

2. Herbicide trials: Pharmaplant has a wealth of experience in conducting experiments with herbicides and the use of chemical plant protection will remain a key practice in future cultivation.
3. Avoidance of foreign toxic seeds: Seed purity is of particular importance in order to avoid bringing additional PA contamination into the field through sowing. A study funded by the BMEL showed that the highest pre-contamination with foreign seeds (not exclusively PA) is usually present in chamomile seed lots. A particularly high risk of field contamination from purchased seed has not yet been confirmed on the basis of the samples taken.
4. Mechanical weed control: In a three-year field experiment with chamomile, Pharmaplant was able to gain a lot of experience in the use of mechanical, chemical and physical control methods against weeds in a project funded by the BMEL. Chemical-mechanical combinations and the use of harrows and hoes proved to be particularly successful.

All studies show that control of PA-weeds should be carried out directly in the field. But field-hygiene is facing increasing challenges. A shortage of labour in agriculture is already noticeable and the limitation of suitable chemical agents is increasing. For the cultivation of medicinal and aromatic plants is therefore key to take into account increasing use of autonomous technology.

For several years, digital workbench gmbh has been working on the automation of work processes in the field cultivation that are currently carried out manually. Special attention is paid to selective methods, e.g. for the selective removal of weeds such as *Senecio vulgaris* in the field. The combination of sensor technology for detecting and locating the plant to be processed and actuator technology for processing the detected plant in the same operation is crucial for selective processes. Together with Pharmaplant GmbH, a proof of concept for the detection of *Senecio vulgaris* in the field with mobile camera technology was carried out in 2023, with which a very high hit rate could be achieved with the test data. In the next step, this image-processing sensor technology would have to be trained and optimized with more extensive image material in order to function reliably under a wide range of conditions in the field. A powerful actuator system for removal is currently being tested at digital workbench gmbh and should be ready for use in the near future. Sensors and actuators will then be used on digital workbench's Tipard autonomous multi-carrier platform, which will enable a fully automated weed removal process with a working width of three meters to be implemented directly in the field.

Gezielte strukturelle Beeinflussung ätherischer Öle unter Nutzung der Hydrolatphase - Chancen und Herausforderungen einer Verfahrensentwicklung

Prof. Dr.-Ing. Christian Stollberg[1], Dr.-Ing. Constantin Jurischka [2], Merita Hammer[3], Christian Andrees [1], André Lehmann [2], Dr. Wolfram Junghanns [3]

[1)] Hochschule Wismar, Verfahrenstechnik Biogener Rohstoffe, Inselstraße 12, 23999 Malchow / Insel Poel, christian.stollberg@hs-wismar.de

[2)] Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg, Fachgebiet Prozess- und Anlagentechnik, Burger Chaussee 2, 03044 Cottbus

[3)] Dr. Junghanns GmbH, Aue 182, 06449 Groß Schierstedt

Die Arbeiten im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, geförderten Verbundvorhabens zwischen der Dr. Junghanns GmbH, der BTU Cottbus-Senftenberg und der Hochschule Wismar waren der technisch effizienten und kostengünstigen Gewinnung von ätherischen Ölen möglichst definierter Zusammensetzung gewidmet.

Hierbei standen vor allem die Entwicklung und praktische Überführung eines Destillationsprozesses im Vordergrund, der über die gezielte Beeinflussung der Hydrolatzusammensetzung die Erzeugung definierter Ätherisch-Öl-Qualitäten ermöglicht. Die Projektpartner widmeten sich in dem Zusammenhang dem Set-Up einer modellbasierten Destillation zur An- und Abreicherung einzelner Inhaltsstoffe, der Ausarbeitung einer prozessbegleitend qualitätssichernden Analytik sowie der Überführung des Verfahrens unter Integration regenerativer Energien.

Die Verfahrensentwicklung erfolgte unter Nutzung von Thymian als Modellrohstoff. Die dabei erreichte Ausbeutesteigerung der Zielkomponente Thymol im ätherischen Öl erwies sich im Verhältnis zu herkömmlichen Prozessen ohne Hydrolatkreislaufführung als wirtschaftlich interessant. Allerdings konnte die im Labormaßstab zur Wirkstoffgewinnung bzw. -anreicherung eingesetzte Kristallisation im Technikumsbetrieb nur bedingt reproduzierbar durchgeführt werden. In der Produktion auftretende Einflüsse wie minimale Konzentrationen weiterer Substanzen, vorhandene Impfkristalle, Verunreinigungen und mechanische Energieeinbringung (Schlagimpuls, Rühren usw.) beeinflussen dabei maßgeblich das Kristallisationsverhalten. Dennoch konnte durch das Absenken der Kühlertemperatur eine deutlich selektivere Hydrolat- und damit Ätherisch-Öl-Beladung erzielt werden. Somit erscheint diese im Fall des Thymianöls als ein entscheidender Prozessparameter.

Ferner konnte auf der Grundlage der im Projektkonsortium vorhandenen, umfassenden Erfahrungen eine chromatografisch basierte Analytik zur qualitativen und quantitativen Beschreibung der verwendeten Extrakte und Naturstoffgemische entwickelt und etabliert werden. Die gaschromatografischen Methoden unter Nutzung von Flammenionisationsdetektor und Massenspektroskopie dienten der standardmäßigen Analyse aller Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukte und damit der verfahrenstechnischen Optimierung des Destillationsprozesses. Zusätzlich ermöglichte die Darstellung einer flüssigchromatografischen Trennmethode sowohl im

analytischen als auch präparativen Maßstab die Bereitstellung relevanter Reinststoffe als Basis für eine verfahrenstechnische Modellierung.

Bei der Dr. Junghanns GmbH dauert die technologische Kopplung mit verschiedenen regenerativen Energiegewinnungsverfahren wie Wärmepumpen, Photovoltaik und thermischer Verwertung biogener Reststoffe derzeit noch an. Damit wird die Voraussetzung für die direkte Einbindung des Prozesses in den Produktionsbetrieb geschaffen.

Die Projektpartner streben an, mit Hilfe der entwickelten, modular aufgebauten Destillationseinheit auch zukünftig gemeinsam die Beladung der wässrigen Phase mit in erster Linie Terpenoid-Verbindungen weiter zu optimieren. Hierbei steht auch die Übertragung auf andere Ätherisch-Öl-Pflanzen im Fokus. Derzeit vermarktungsseitig interessante Ausgangsstoffe sind Rosen, Lavendel aber auch Zimt.

Brasilianische Heil- und Aromapflanzen (MAPs) als landwirtschaftliche Option für Kleinproduzenten

Dr. Ilio Montanari jr., Chemical, Biological and Agricultural Pluridisciplinary Research Center - University of Campinas, R. Alexandre Cazelatto 999, 13148-218 Paulínia-SP, Brazil, iliomontanarijr@gmail.com

Brasilien ist ein riesiges Land mit einer Fläche von 8.510.000 km², das fünftgrößte der Welt, und die Produktion von Heilpflanzen als Möglichkeiten für Kleinproduzenten ist eine sehr komplexe Aufgabe, die die Beteiligung vieler Akteure erfordert. Wie auch immer, diese Zusammenfassung wird Überlegungen anstellen, die Kleinproduzenten helfen können, brasilianische Heilpflanzenarten auszuwählen, welche sich für eine landwirtschaftliche Nutzung eignen könnten.

Brasilien hat sechs Biome. Das Konzept des Bioms, obwohl es zwischen den Autoren variiert, kann als geografische und biologische Einheiten definiert werden, die gemeinsame Merkmale bei Variablen wie Klima, Relief, Vegetation, Hydrographie, Geologie, Boden, Fauna und Flora teilen und Ökosysteme mit einem gewissen Grad an Homogenität bilden. Abbildung 1 zeigt die territoriale Verteilung der brasilianischen Biome.

Zusätzlich zu den sechs verschiedenen ökologischen Situationen (Biome) gibt es soziale, kulturelle und wirtschaftliche Unterschiede unter den Menschen, die in diesen Biotopen leben, was die Komplexität der Auswahl von Heilpflanzenarten, die zu landwirtschaftlichen Optionen werden können, erhöht.

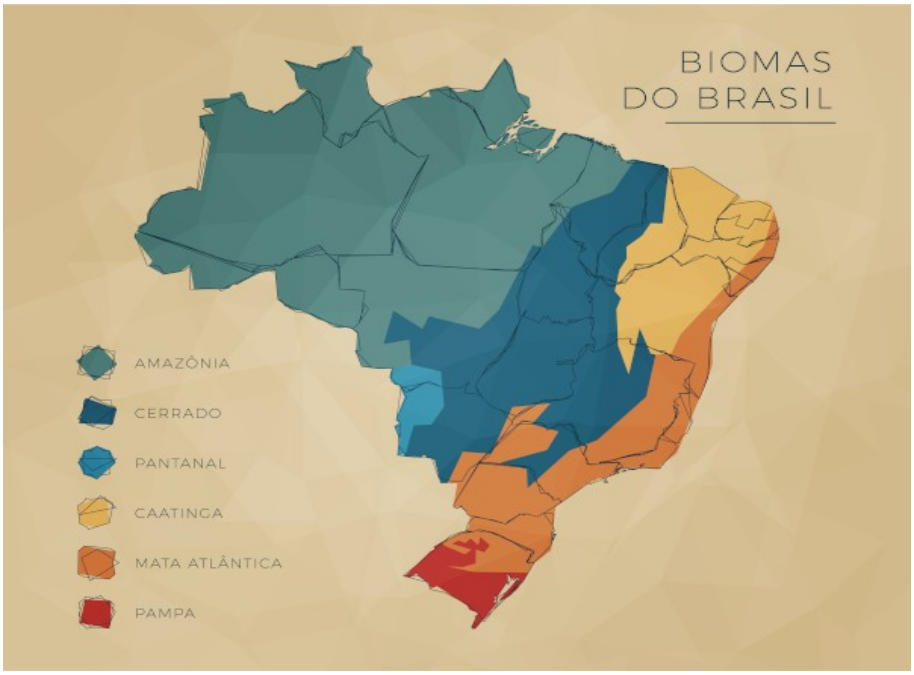


Abb. 1: Territoriale Verteilung der Brasilianischen Biome 1

Figure 1: territorial distribution of Brazilian Biomes1

Das unmittelbarste Ziel ist es, unter den Heilpflanzen, die in diesen 6 Biotopen spontan vorkommen, Arten zu identifizieren, die wirtschaftliche Vorteile für die Bevölkerungen, ob ursprünglich oder nicht, die in diesen erhaltenen Regionen leben, bringen können. Im sozialen/kulturellen Kontext verursacht die Nutzung dieser Arten keinen Umweltschaden, noch stellt sie sie als Teil von Produktionsketten dar. Sobald jedoch das populäre Wissen über die therapeutischen Anwendungen dieser Pflanzen wissenschaftlich bewiesen ist, wächst das wirtschaftliche Interesse und die Nachfrage nach diesen Arten. Wenn die Nachfrage das übersteigt, was die Natur bietet, oder wenn die notwendige Qualität nicht direkt aus der Sammlung in der Natur gewonnen werden kann, sollte die Annahme von Produktionssystemen wie nachhaltiges Management und Anbau der Weg sein, der für diese Arten eingeschlagen werden sollte.

Die Umsetzung der öffentlichen Politik in Brasilien, die auf die sichere Verwendung von Heilpflanzen abzielen, ist ebenfalls ein Faktor, der die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Rohstoffen generiert. Die Nationale Politik für Heilpflanzen und Phytotherapeutika, die im Jahr 2006 ins Leben gerufen wurde, zielt darauf ab, der brasilianischen Bevölkerung einen sicheren Zugang und eine rationale Nutzung von Heilpflanzen und pflanzlichen Arzneimitteln zu gewährleisten, die nachhaltige Nutzung der Biodiversität zu fördern, die Entwicklung von Produktionsketten und die nationale Industrie zu unterstützen. Als Teil dieser Politik wurde die Liste der Pflanzenmonographien in der brasilianischen Pharmakopöe jährlich mit der Veröffentlichung ihres Phytotherapeutischen Formulars erweitert; im Jahr 2022 wurde die Nationale Arzneimittelliste (RENAME) erstellt; die Nationale Liste der Heilpflanzen von Interesse für das SUS, die im Jahr 2009 erstellt wurde, umfasst derzeit 71 Arten. Tabelle 1 zeigt, welche brasilianischen Pflanzen von diesen öffentlichen Politiken abgedeckt werden und in welchen Biotopen sie vorkommen. Die Pflanzen, die Teil dieser öffentlichen Politiken sind, können von Ärzten verschrieben, von Apothekern abgegeben und in pflanzliche Arzneimittel umgewandelt werden. Indem sie Teil dieser Politiken sind, können diese Arten in Produktionsketten eingebunden werden und so zu landwirtschaftlichen Optionen für Kleinproduzenten werden. (Tabelle 1 und Literaturangaben s. englisches Originaldokument)

Brazilian Medicinal and Aromatic Plants (MAPs) as an agricultural option for small producers

Brazil is a huge country, with 8,510,000 km², fifth in the world in terms of extension, and the subject of medicinal plants production as opportunities for small producers is a very complex task, which requires the participation of many actors. However, this summary will make considerations that can help small producers to choose Brazilian medicinal species which are more suitable to become agricultural options.

Brazil has six biomes. The concept of biome, although it varies between authors, can be defined as geographic and biological units that share common characteristics in variables such as climate, relief, vegetation, hydrography, geology, soil, fauna and flora[1], forming ecosystems with a certain level of homogeneity. Figure 1 shows the territorial distribution of Brazilian biomes.

In addition to the six different ecological situations (biomes), there are social, cultural and economic differences among the people who inhabit these biomes, increasing the complexity of choosing medicinal species that can become agricultural options.

The most immediate goal is to identify, among the medicinal plants that occur spontaneously in these 6 biomes, species that can be economic benefits to the populations, original or not, that are living in those preserved regions. Within the social/cultural context, the use of these species does not cause environmental damage, nor does it place them as part of production chains. However, as popular knowledge about the therapeutic uses of these plants is scientifically proven, economic interest and demand for these species grows. If demand exceeds what nature offers, or if the necessary quality cannot be obtained directly from collection in nature, the adoption of production systems such as sustainable management and cultivation should be the path to be taken for these species.

Figure 2 illustrates the perspectives for Brazilian medicinal plant production systems.

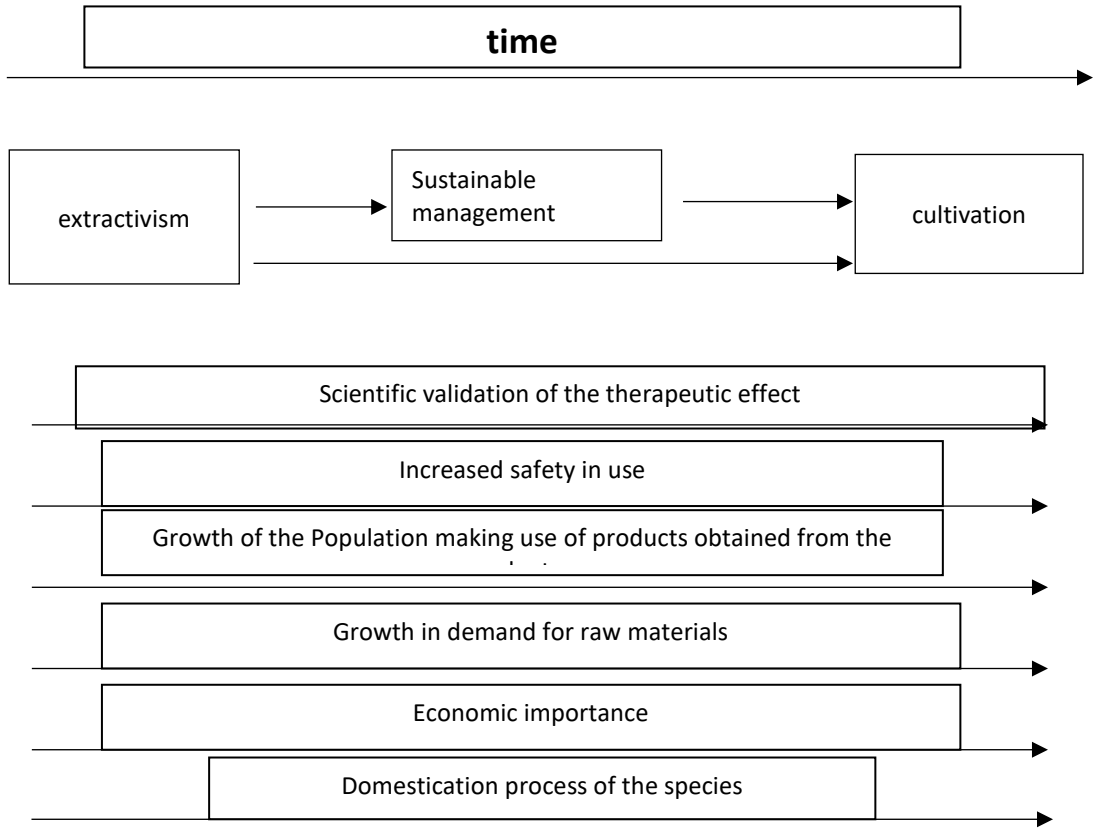


Figure 2: perspectives for productive systems over time

The implementation in Brazil of public policies aiming the safe use of medicinal plants is also a factor that generates demand for quality raw materials. The National Policy on Medicinal Plants and Phytotherapeutics[2], created in 2006, aims to guarantee to the Brazilian population safe access and rational use of medicinal plants and herbal medicines, promoting the sustainable use of biodiversity, the development of production chains and the national industry. As part of

this policy, the list of plant monographs in the Brazilian Pharmacopoeia has been increased annually with the publication of its Phytotherapeutic Formulary[3]; in 2022, the National Medicines List (RENAME)[4] was created; the National List of Medicinal Plants of Interest to the SUS[5], created in 2009, currently has 71 species. Table 1 shows which Brazilian plants are covered by these public policies and in which biomes they occur. The plants that are part of these public policies can be prescribed by physicians, dispensed by pharmacists, and transformed into herbal medicines. Therefore, by being part of these policies, these species can be inserted into production chains, creating opportunities to become agricultural options for small producers.

Table 1: Brazilian plants covered by public policies

	Especies	**Biome**
1	*Achyrocline satureioides*	Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal
2	*Alpinia zerumbet; A. speciosa*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
3	*Apuleia ferrea*	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
4	*Anadenanthera colubrina*	Caatinga, Carrado, Mata Atlântica
5	*Arrabidaea chica*	Amazônia, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica
6	*Bidens pilosa*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
7	*Bauhinia affinis, B. forficata*	Mata Atlântica, Pampa, Cerrado
8	*Baccharis trimera*	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
9	*Carapa guianensis*	Amazônia
10	*Casearia sylvestris*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
11	*Chenopodium ambrosioides*	Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal
12	*Cordia curassavica, C. verbenacea*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
13	*Copaifera* spp.	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica
14	*Costus scaber; C. spicatus*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal
15	*Croton cajucara; C. zehntneri*	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica
16	*Dalbergia subcymosa*	Amazônia
17	*Echinodorus grandiflorus*	Mata Atlântica, Pantanal, Cerrado
18	*Eleutherine plicata*	Amazônia
19	*Erythrina mulungu*	Cerrado
20	*Eugenia uniflora*	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
21	*Jatropha gossypiifolia*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
22	*Justicia pectoralis*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
23	*Kalanchoe pinnata*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
24	*Lippia sidoides*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal
25	*Maytenus aquifolium; M. ilicifolia*	Mata Atlântica, Pampa
26	*Mikania glomerata, M. laevigata*	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
27	*Momordica charantia*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal

	Especies	Biome
28	*Ocimum gratissimum*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
29	*Orbignya speciosa*	Amazônia, Cerrado
30	*Passiflora alata, P. edulis*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantana
31	*Phyllanthus amarus, P.niruri, P. tenellu, P. urinaria*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
32	*Pilocarpus jaborandi*	Amazônia
33	*Polygonum acre, P. hydropiperoides*	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
34	*Portulaca pilosa*	Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal
35	*Psidium guajava*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
36	*Schinus terebinthifolius*	Cerrado, Mata Atlântica
37	*Solanum paniculatum*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
38	*Solidago microglossa*	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
39	*Stevia rebaudiana*	Pantanal
40	*Stryphnodendron adstringens*	Caatinga, Cerrado
41	*Tabebuia avellanedeae*	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
42	*Tagetes minuta*	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
43	*Trifolium pratense*	Mata Atlântica, Pampa
44	*Uncaria tomentosa*	Amazônia
45	*Vanilla planifolia*	Amazônia, Cerrado, Pantanal
46	*Vernonia condensata, V. ruficoma, V. polyanthes*	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal

Literatur

1) *https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/biomas-brasileiros.htm*
2) *Brasil. 2006. DECRETO Nº 5.813, DE 22 DE JUNHO DE 2006.*
3) *Brasil. 2021. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição. Agência Nacional de Vigilância Sanitária*
4) *Brasil. 2022. Relação Nacional de Medicamentos Essenciais Rename. Ministério da Saúde. Brasília. 181 p. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relacao_nacional_medicamentos_2022.pdf ISBN 978-65-5993-140-8*
5) *https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/pnpmf/ppnpmf/renisus*

Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) - altes und neues

Prof. Dr. Michael Keusgen, Philipps-Universität Marburg, Institut für Pharmazeutische Chemie, Marbacher Weg 6, 35032 Marburg, Tel. +49 6421 28-25808, Fax. +49 6421 28-26652, keusgen@staff.uni-marburg.de.

Das Tüpfel- oder auch Echte Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) gehört zur Familie der Johanniskrautgewächse, Synonym Hartheugewächse (*Hypericaceae*), die etwa 450 Arten umfasst und von denen viele hauptsächlich in Europa und Asien in der Volksmedizin oder auch traditionell verwendet werden. Beispielsweise ist in Mittelasien *Hypericum scabrum* L. sehr populär, welche als „Pflanze gegen 99 Krankheiten" bezeichnet wird, wobei interessanterweise die Therapie von Magen-Darm-Erkrankungen im Vordergrund steht. Hingegen steht beim Echten Johanniskraut die Behandlung von leichten und mittelschweren Depressionen im Vordergrund, bei der durchweg so genannte Spezialextrakte zum Einsatz kommen, bei denen die wertbestimmenden Inhaltsstoffe in erheblichem Maße konzentriert werden.

Als wertbestimmende Inhaltsstoffe gelten insbesondere die Naphthodianthrone mit dem Hypericin, das Hyperforin und diverse Falvonole (Abb. 1). Das Johanniskraut hat unter den einheimischen Pflanzen einen der höchsten Flavonoid-Gehalte, verbunden mit einem hohen Gehalt an Tanninen, auf denen sich neben der antidepressiven Wirkung noch ganz andere Anwendungsgebiete wie beispielsweise die Behandlung von entzündlichen Erkrankungen ergeben müsste oder auch der Einsatz bei Magen-Darm-Beschwerden (siehe oben *H. scabrum*). Oft übersehen werden die Xanthone und das ätherische Öl, die zumindest eine antibiotische und antioxidative Aktivität haben sollten [1]. Das Wirkspektrum dieser Substanzklassen ist aber nur unzureichend untersucht.

Wie in den Abb. 2 und 3 gut zu erkennen ist, befinden sich die wertbestimmenden Inhaltsstoffe Hypericin und Hyperforin in Exkretbehältern, wobei das Hyperforin mit den Ätherisch-Öl-Komponenten vergesellschaftet ist. Im Gegensatz zu verwandten *Hypericum*-Arten zeichnet sich das Echte Johanniskraut durch eine hohe Anzahl an derartigen Exkretbehältern aus. So enthält der Trockenextrakt aus *H. perforatum* bis zu 6 % Hyperforin, wobei das intensiv rot gefärbte Hypericin zumeist unter einem Prozent bleibt. Flavonole können bis zu 12 % erreichen und Tannine bis zu 15 %. Der Gehalt an äterhischem Öl liegt unter einem Prozent. Im Europäischen Arzneibuch sind die Qualitätsanforderungen an das Johanniskraut (Monographie 1438) und an den qualifizierten Johanniskraut-Trockenextrakt (Monographie 1874) beschrieben.

Der genaue Wirkmechanismus des Johanniskrauts wird durchaus kontrovers diskutiert. Hier stellt sich insbesondere das Problem, dass das Johanniskraut ein Vielstoffgemisch ist und eben keine chemisch definierte Reinsubstanz. Deshalb tragen wahrscheinlich mehrere Inhaltsstoffe zur antidepressiven Wirkung bei. Vermutlich hemmt das Hyperforin die Wiederaufnahme unterschiedlicher Neurotransmitter aus dem Synaptischen Spalt des zentralen Nervensystems. Aber auch das Enzym Monoaminoxidase, (MAO) welches in den Nervenendigungen die Neurotransmitter abbaut, wird gehemmt. Dadurch ergibt sich eine höhere Konzentration an Neuro-

transmittern im synaptischen Spalt, wodurch eine stimmungsaufhellendende Wirkung hervorgerufen wird [2]. Dieser Wirkmechanismus wäre dann analog zu den chemisch definierten Antidepressiva. Da aber im Vergleich zu diesen das Nebenwirkungsspektrum deutlich günstiger ist, darf gemutmaßt werden, ob es neben diesen bereits beschriebenen pharmakologischen Wirkungen nicht noch andere gibt, die synergistisch wirken. Bei der Anwendung von hochdosiertem Johanniskraut wäre zu beachten, dass es zu einer deutlichen Induktion von Leberenzymen kommt, wodurch es zu Wechselwirkungen mit anderen Arzneistoffen kommen kann.

Neben der innerlichen Anwendung von Johanniskraut gibt es noch eine äußerliche Anwendungsform, wobei ein öliger Auszug die Wundheilung unterstützen soll. Wenn von „öligen Zubereitungen“ des Johanniskrauts gesprochen wird, ist Johannisöl (Rotöl) gemeint. Es ist eine traditionelle Zubereitung aus frischen Johanniskrautblüten mit einer Herstellungsvorschrift im Ergänzungsbuch zum DAB 6 (Erg.-B. 6). Die frischen Blüten werden zerquetscht, mit Olivenöl (1:4 oder auch einem anderen hochwertigen Öl) übergossen und in einem hellen Glasbehälter unter häufigem Umschütteln über sechs Wochen an einem warmen und sonnigen Ort extrahiert (im Originaltext steht „Gärung“), bis das Öl dunkelrot gefärbt ist. Für die Farbe sind Abbauprodukte des Hypericins verantwortlich und nicht das Hypericin als solches! Insgesamt handelt es sich hierbei um eine eher traditionelle Anwendung des Johanniskrauts.

Es gibt etliche neuere Untersuchungen, die sich mit der Wirkung von Johanniskraut im Zusammenhang mit altersbedingten Demenzerkrankungen befassen. So konnte eine neuroprotektive Wirkung bei der Alzheimer-Erkrankung belegt werden, aber auch eine Auflösung der so genannten Amyloid-beta-Plaques, welche eine zentrale Rolle bei Alzheimer spielen. Interessante neuere Untersuchungen zeigen fernerhin, dass die so genannten ABC-Transporter in der Blut-Hirn-Schranke induziert werden und dann vermehrt Bruchstücke dieser Plaques aus dem Gehirn heraus transportieren. Wenn auch dadurch das Alzheimer-geschehen nicht umgekehrt werden kann, so scheint doch eine Verlangsamung oder ein Stillstand der Erkrankung möglich [3]. Dabei ist es vorteilhaft, mit der Therapie im Frühstadium der Alzheimer-Erkrankung zu beginnen, wobei wiederum ein hochdosierter Trockenextrakt zum Einsatz kommt. Eine Kombination mit anderen pflanzlichen Extrakten erscheint ebenfalls möglich.

Neben der klassischen Anwendung (Behandlung von Depressionen) gibt es also noch viele weitere therapeutische Möglichkeiten des Johanniskrauts (Magen-Darm-Erkrankungen, entzündliche Erkrankungen, antibiotische Therapie, antioxidative Wirkung, äußerliche Wundbehandlung, etc.), wobei in der aktuellen Forschung altersbedingte Demenzerkrankungen im Vordergrund stehen. Hier können wir auf aktuelle Ergebnisse gespannt sein, auch in Kombination mit anderen Arzneipflanzen (z.B. *Ginkgo biloba*). Der derzeitige Enthusiasmus wird leider durch die relativ hohen regulatorischen Hürden bei der Zulassung eines Arzneimittels etwas gedämpft.

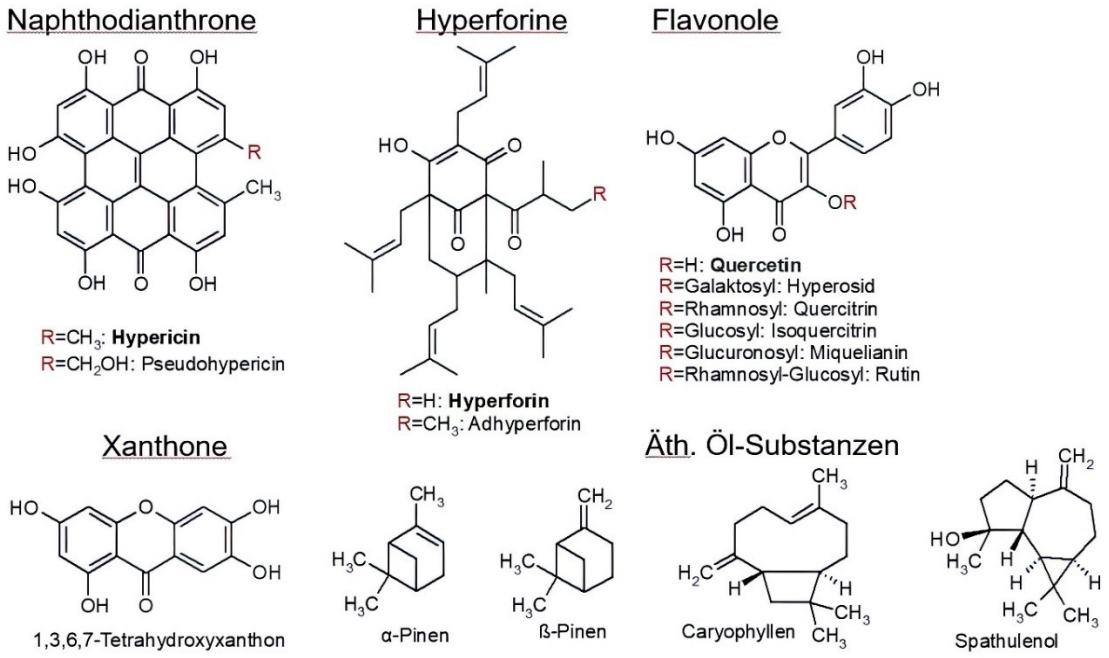


Abb. 1: Charakteristische Inhaltsstoffe von *Hypericum perforatum* L (Grafik: Keusgen).

Abb. 2: Blütenstand von *Hypericum perforatum* L. Deutlich zu erkennen sind die dunkelroten Hypericin-Behälter (Foto: Keusgen).

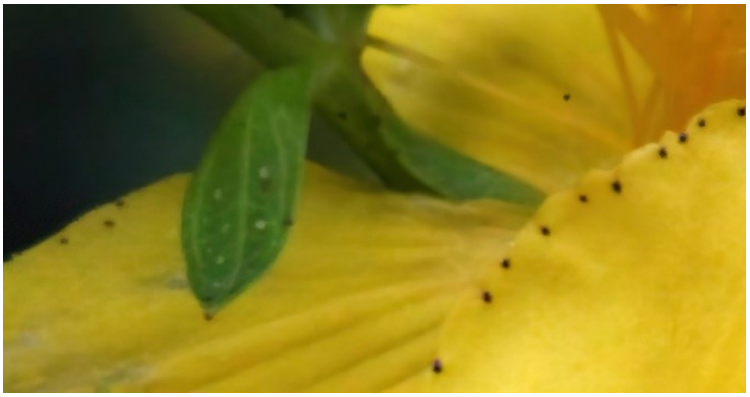


Abb. 3: Ausschnitt aus Abb. 2. Neben den dunkelroten Hypericin-Behältern sind die weißen (durchsichtigen) Hyperforin-Behälter auf dem grünen Blatt zu erkennen, die namensgebend für die Pflanze sind (Foto: Keusgen).

Literatur:

1) *Huang, Q., et al. (2021) Molecules, 26(18), 5575.*
2) *Müller, W. E. (2003) Pharmacological Research, 47(2), 101-109.*
3) *Hofrichter, J. (2013) Current Alzheimer Research, 10(10), 1057-1069*

Anti-Neurodegenerative Wirkung Johanniskraut (*Hypericum perforatum*)

Ahmed El Menuawy[1], *Prof. Dr. Dr. Jens Pahnke*[2], *Dr. Wolfram Junghanns*[3]; *Prof. Dr. Frank Marthe*[1]

[1)] *Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Str.27, 06484 Quedlinburg, ahmed.menuawy@julius-kuehn.de*

[2)] *Universitet i Oslo, Rikshospitalet, Oslo, Norwegen*

[3)] *Dr. Junghanns GmbH, Aue 182, 06449 Groß Schierstedt*

Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) zeigt vielversprechende Ergebnisse bei der Behandlung der Alzheimer-Krankheit (AD) [1], einer fortschreitenden neurodegenerativen Erkrankung, die durch kognitive Beeinträchtigungen und Amyoloid-β-Ablagerungen (Aβ) im Gehirn gekennzeichnet ist [2]. Trotz intensiver Forschung gibt es bisher nur wenige wirksame und sichere Behandlungsmöglichkeiten für AD, so dass dringend neue Therapieoptionen erforderlich sind.

Frühere Arbeiten zeigten bereits eine Reduktion von Aβ im Hirngewebe durch die Gabe von *H. perforatum*-Extrakten mit niedrigem Hyperforin-Gehalt. Es konnte eine Hyperforin-unabhängige Aktivierung der ABCB1- und ABCC1-Transporter gezeigt werden [3], die bereits als potentielle Targets für die Behandlung der AD identifiziert wurden [4]. Weitere Studien haben diese Perspektive erweitert. Es konnte gezeigt werden, dass Verbindungen aus der Gruppe der Phloroglucinole, wie z.B. Hyperforine, die gleichen Effekte hervorrufen [5]. Um diesen Widerspruch aufzuklären, angesichts der Komplexität der Wirkungen von Pflanzenextrakten, verfolgten unsere Untersuchungen einen ganzheitlichen Ansatz.

In der nun vorliegenden Untersuchung wurden Amyloid-Precursor-Protein transgene Mäuse (APPtg) mit verschiedenen Johanniskrautextrakten behandelt: einem ethanolischen Totalextrakt (TE), einem polaren Extrakt (PE) und einem apolaren superkritischen CO_2 -Extrakt ($scCO_2$). Um die orale Verabreichung des viskosen $scCO_2$ zu ermöglichen, wurde eine Formulierung mit hochdispersem Siliciumdioxid entwickelt. Das Ergebnis ist ein freifließendes gelbes Pulver, das in wässriger Phase suspendierbar, aber nicht löslich ist (APOL). Der APOL zeigte im Vergleich zu den anderen Extrakten eine überlegene biologische Aktivität gegen Aβ-vermittelte pathologische Effekte. Im APPtg-Modell führte die Behandlung mit APOL zu einer dosisabhängigen Verbesserung der Futteraufnahme und Gewichtszunahme der Mäuse sowie biochemisch zu einer signifikanten Reduktion des löslichen und unlöslichen Aβ um 27 % bzw. 25 %. TE- und POL-Extrakte zeigten wenig bis keine Wirksamkeit bei der Reduktion des Aβ-Gehalts im Hirngewebe (Abbildung 1).

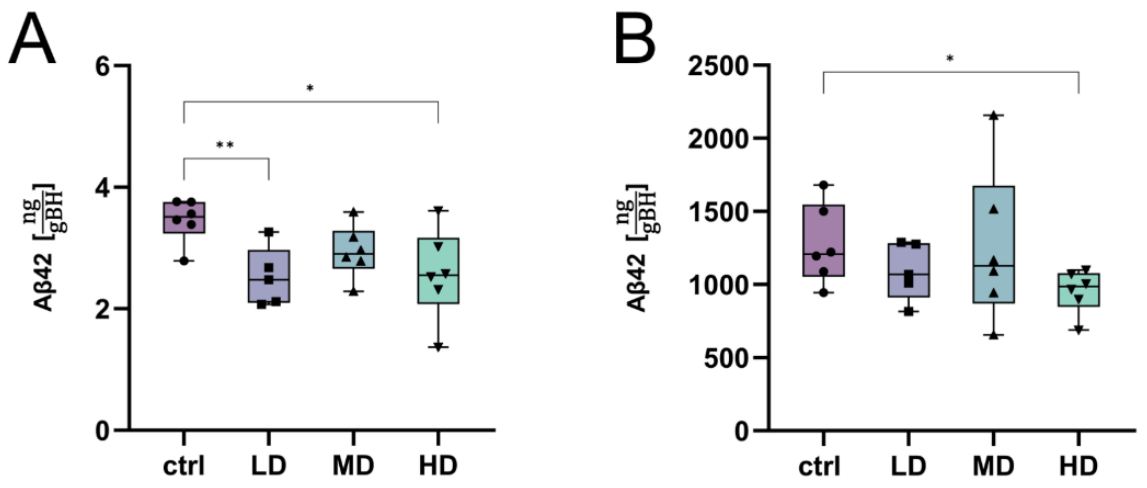


Abb. 1: Aβ42-Gehalt in der löslichen und unlöslichen Proteinfraktion von APOL-behandelten APPtg-Mäusen. Aβ42-Gehalt in Nanogramm [ng] pro Gramm Gehirnhomogenat [gBH] in den TRIS-bufferd solution- (**A**) und Guanidinium chloride-Proteinfraktionen (**B**) des Gehirns von Mäusen, die mit APOL in drei Konzentrationen behandelt wurden (HD = hohe Dosierung, MD = mittlere Dosierung, LD = niedrige Dosierung). Die Kontrollen (ctrl) wurden nur mit hochdispersem Siliciumdioxid (SyloidXDP3050®) behandelt. Die Daten sind als Boxplots dargestellt; n = 5 - 7; signifikante Unterschiede wurden mit dem Welch's t-Test ermittelt;
* bedeutet $p < 0{,}05$, ** $p < 0{,}01$).

Um die optimale Wirksamkeit und Verträglichkeit des APOL zu ermitteln, wurden verschiedene Dosierungsschemata getestet und die Einmalgabe als Dosierungsstrategie festgelegt (Abbildung 2).

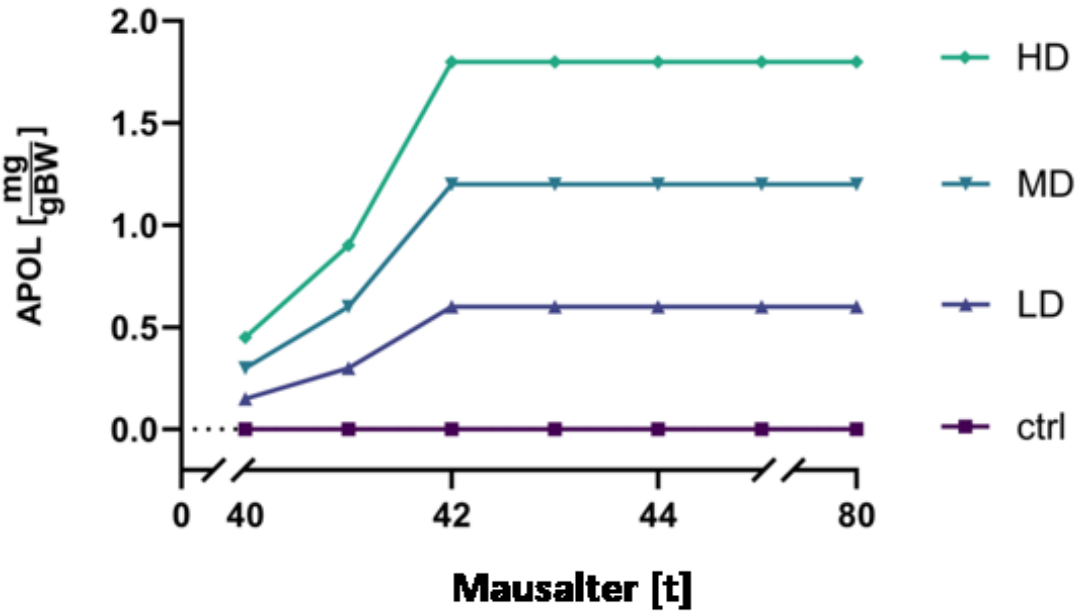


Abb. 2: Dosistitration von APOL. Dosierungsschema für drei verschiedene APOL-Konzentrationen in Milligramm [mg] pro Gramm Körpergewicht [gBW] während des 40-tägigen Behandlungszeitraums von APPtg-Mäusen pro Körpergewicht. HD = hohe Dosierung, MD = mittlere Dosierung, LD = niedrige Dosierung, die Kontrolle (ctrl) wurde nur mit SyloidXDP3050® behandelt.

Es konnten sowohl die Wirksamkeit, eine Dosierungsempfehlung als auch eine Formulierung vorgestellt werden, die für die klinische Forschung wertvoll sein könnten. Ausgehend von den Ergebnissen der Untersuchungen sollte der APOL für eine frühe orale Behandlung von AD-Patienten klinisch geprüft werden. Weitere Forschung ist jedoch erforderlich, um die genauen Wirkmechanismen und das therapeutische Potenzial von Johanniskraut bei der Behandlung von Alzheimer vollständig zu verstehen.

Dieses Projekt (FKZ: FNR 22002818) wird durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und begleitet.

Literatur

1) *J. Hofrichter, A. Volz, K. Kraft, and J. Pahnke, Herbal extracts reduce amyloid load by either reducing lower or higher MW Abeta aggregates.*
2) *M. P. Murphy and H. LeVine, "Alzheimer's disease and the amyloid-beta peptide," Journal of Alzheimer's Disease, vol. 19, no. 1, pp. 311–323, 2010, doi: 10.3233/JAD-2010-1221.*
3) *J. Hofrichter et al., "Reduced Alzheimer's disease pathology by St. John's Wort treatment is independent of hyperforin and facilitated by ABCC1 and microglia activation in mice," Current Alzheimer research, vol. 10, no. 10, pp. 1057–1069, 2013, doi: 10.2174/15672050113106660171.*
4) *J. Pahnke, O. Langer, and M. Krohn, "Alzheimer's and ABC transporters--new opportunities for diagnostics and treatment," Neurobiology of disease, 72 Pt A, pp. 54–60, 2014, doi: 10.1016/j.nbd.2014.04.001.*
5) *Y. Guo et al., "Unprecedented polycyclic polyprenylated acylphloroglucinols with anti-Alzheimer's activity from St. John's wort," Chemical science, vol. 12, no. 34, pp. 11438–11446, 2021, doi: 10.1039/d1sc03356e.*

Untersuchung des Einflusses von *Hypericum perforatum* auf die Toxizität und Strahlensensibilität humaner Tumorzellen

Linda Rebecca Haake[1], *Ahmed El Menuawy*[2], *Dr. Urs Hähnel*[2], *Prof. Dr. Frank Marthe*[2], *Prof. Dr. Guido Hildebrandt*[1], *PD Dr. Katrin Manda*[1]

[1)] *Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie, Universitätsmedizin Rostock, Südring 75, 18059 Rostock, LindaRebecca.Haake@med.uni-rostock.de*

[2)] *Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Straße 27, 06484 Quedlinburg*

Hintergrund

Die Strahlentherapie zählt, neben Operation und Chemotherapie zu den bedeutenden Therapieoptionen bei Tumorerkrankungen. Ionisierende Strahlung ist aufgrund ihrer Wirkung auf DNA-Ebene ein sehr wirksames Tool für die Zerstörung von Tumorgewebe. Da Strahlung nicht selektiv wirkt, können unerwünschte Nebenwirkungen auftreten, die eine erhebliche Belastung für Patienten darstellen und ihre Lebensqualität beeinträchtigen. Hieraus ergibt sich das Forschungsdesiderat, die Strahlendosis bei gleichbleibender Therapieeffektivität zu verringern. Eine Möglichkeit besteht darin, natürliche oder synthetische Substanzen zu nutzen, die die Wirkung der Strahlentherapie verstärken und somit die Strahlendosis reduziert werden kann. Ein potentieller Ansatz hierfür ist *Hypericum*, welches in *In-vitro*-Studien bereits antiproliferative Wirkungen gegenüber Tumorzellen zeigte. Unser Projekt befasst sich deshalb mit dem Einfluss des Trockenextrakts *Hypericum perforatum* (ROS01) auf humane Kolon- (HT-29) sowie Mammakarzinomzellen (MCF-7) und deren Strahlensensibilität.

Material und Methoden

Zunächst wurde das Zellwachstum der MCF-7- und HT-29-Zellen unter Einfluss von 1 µg/ml, 5 µg/ml, 10 µg/ml, 20 µg/ml, 50 µg/ml, 100 µg/ml und 500 µg/ml ROS01 untersucht und über 10 Tage alle 72 Stunden die Zellzahlen ermittelt. Des Weiteren wurde mithilfe des Laktatdehydrogenase (LDH)-Assays der Einfluss von ROS01 und ionisierender Strahlung auf die Toxizität der humanen Tumorzellen untersucht. LDH befindet sich im Zytoplasma der Zelle und wird frei, wenn diese stark beschädigt oder zerstört wird. Es ist damit ein Assay zur photometrischen Bestimmung der Zelltoxizität und ein indirektes Maß für die Anzahl toter Zellen.

Anschließend wurden Koloniebildungstests mit den MCF-7- und HT-29-Zellen durchgeführt, um das Zellüberleben nach Bestrahlung mit 0 Gy, 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy und 8 Gy in Kombination mit *Hypericum*-Trockenextrakt zu bestimmen.

Ergebnisse

Während die eingesetzten Konzentrationen bis 5 µg/ml *Hypericum*- Extrakt keinen Effekt auf das Wachstum der Tumorzellen zeigten, sank ab 10 µg/ml ROS01 das Zellwachstum konzen-

trationsabhängig. Diese Ergebnisse zeigen, dass der Trockenextrakt *Hypericum perforatum* signifikante wachstumshemmende Effekte sowohl auf MCF-7- als auch auf HT-29-Zellen aufweist. Zudem sank die Anzahl toter Zellen unter dem Einfluss von ROS01.

Die LDH-Freisetzung stieg konzentrationsabhängig und erreichte bei einer Konzentration von 50 µg/ml *Hypericum*-Extrakt ihren Maximalwert. Im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe war die LDH-Freisetzung der mit 10 µg/ml, 20 µg/ml und 50 µg/ml behandelten MCF-7- und HT-29-Zellen signifikant erhöht. Die bestrahlten Tumorzellen zeigten eine höhere LDH-Freisetzung als die unbestrahlten Zellen; für die mit 10 µg/ml *Hypericum*-Extrakt behandelten MCF-7-Zellen war diese erhöhte LDH-Freisetzung signifikant.

Die Auswertungen des Koloniebildungstests für die MCF-7-Zellen ergaben, dass das klonogene Überleben mit zunehmender Bestrahlungsdosis und steigender *Hypericum*-extrakt-Konzentration sank und belegten damit einen additiven Effekt von *Hypericum*-Behandlung und Bestrahlung. Für die HT-29-Zellen konnte gezeigt werden, dass das klonogene Überleben ebenfalls mit zunehmender Bestrahlungsdosis sank, jedoch mit steigender *Hypericumextrakt*-Konzentration anstieg, was eine unerwartete protektive Wirkung des Wirkstoffs für die Kolonkarzinomzelllinie bedeutete.

Zusammenfassung

Insgesamt zeigte der *Hypericum*-Extrakt sowohl auf die humane Mammakarzinomzellinie MCF-7 als auch auf die humane Kolonkarzinomzelllinie HT-29 eine wachstumshemmende Wirkung. In Kombination mit Bestrahlung ist die LDH-Freisetzung in beiden Zelllinien erhöht, wodurch ein toxischer Effekt nachgewiesen wurde. Für die Mammakarzinomzelllinie MCF-7 konnten additive Effekte in Kombination mit Bestrahlung gezeigt werden, was es zu einem vielversprechenden Kandidaten für die kombinierte Therapie bei Mammakarzinomen macht.

Nebenwirkungen der Strahlentherapie können die Lebensqualität der KrebspatientInnen beeinträchtigen, weshalb eine Verringerung der Strahlendosis bei gleichbleibender Therapieeffektivität dringend erforscht werden muss.

Eine Möglichkeit sind natürliche oder synthetische Substanzen, die die Wirkung der Strahlentherapie verstärken, womit die Strahlendosis reduziert werden kann. *Hypericum*-Extrakt, welches neben seiner bioaktiven Verbindung Hypericin in *in-vitro* Studien bereits antiproliferative Wirkungen zeigte, wurde eingesetzt und in humanen Mamma (MCF-7)- und -Kolonkarzinomzellen (HT-29) in Kombination mit Bestrahlung untersucht. Ab einer Konzentration von 10 µg/ml bis zu einer Konzentration von 100 µg/ml *Hypericum perforatum* (ROS01) konnte für beide Zelllinien eine wachstumshemmende Wirkung gezeigt werden. In Kombination mit ionisierender Strahlung (6 Gy) zeigte *Hypericum* eine toxische Wirkung auf die beiden humanen Tumorzelllinien. Für die Mammakarzinomzellen konnte eine Abnahme des klonogenen Überlebens mit steigender Bestrahlungsdosis und steigender *Hypericum*-Konzentration gezeigt und damit eine additive Wirkung von *Hypericum* und Bestrahlung nachgewiesen werden. Dieser additive Effekt konnte für die Colonkarzinomzellen nicht bestätigt werden. Um diese zwei

unterschiedlichen Tendenzen der beiden Tumorzelllinien richtig einzuordnen, werden sich Untersuchungen zum klonogenen Überleben einer dritten Tumorentität, den Bronchialkarzinomzellen, anschließen.

Insgesamt präsentierte das *Hypericum* –Extrakt ROS01 wachstumshemmende und zelltoxische Wirkungen auf humane Mamma- und Colonkarzinomzellen. In Kombination mit Bestrahlung konnte ein additiver Effekt in der Abnahme des Zellüberlebens für die MCF-7- Zellen nachgewiesen werden, was ihn zu einem vielversprechenden Kandidaten für die kombinierte Therapie bei Mammakarzinomen macht.

Investigation of the influence of *Hypericum perforatum* on the toxicity and radiosensitivity of human tumor cells - Summary

Side effects of radiation therapy can affect the quality of life of cancer patients, which is why there is an urgent need to research how to reduce the radiation dose while maintaining the effectiveness of therapy. One possibility is natural or synthetic substances that can enhance the effect of radiation therapy and thus reduce the radiation dose. *Hypericum* extract, which in addition to its bioactive compound hypericin, has already shown antiproliferative effects in *in-vitro* studies, was used in human breast carcinoma cells (MCF-7) and colon carcinoma cells (HT-29) and was examined in combination with radiation. A growth-inhibiting effect was demonstrated for both cell lines from a concentration of 10 µg/ml up to a concentration of 100 µg/ml *Hypericum perforatum* (ROS01). In combination with ionizing radiation (6 Gy), *Hypericum* showed a toxic effect on the two human tumor cell lines. For the mammary carcinoma cells, a decrease in clonogenic survival was shown with increasing radiation dose and increasing *Hypericum* concentration, thus demonstrating an additive effect of *Hypericum* and radiation. This additive effect could not be confirmed for colon carcinoma cells. In order to correctly classify these two different tendencies of the two tumor cell lines, studies on the clonogenic survival of a third tumor entity, the bronchial carcinoma cells, will follow.

Overall, *Hypericum* extract ROS01 presented growth inhibitory and cytotoxic effects on human breast and colon carcinoma cells. In combination with radiation, an additive effect in the decrease in cell survival for MCF-7 cells was demonstrated, making it a promising candidate for combined therapy in breast cancer.

Metaboliten-Profiling basierte Charakterisierung von Wirkstoffen aus Johanniskraut

Dr. Katrin Franke[1], *Dr. Pauline Stark*[1], *Dr. Mohamed Nagia*[1], *Dr. Paride Rizzo*[2], *Prof. Dr. Ludger Wessjohann*[1]

[1)] *Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB), Natur- und Wirkstoffchemie, Weinberg 3, 06120 Halle (Saale)*

[2)] *Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Corrensstraße 3, 06466 Gatersleben*

Die Gattung *Hypericum* umfasst nahezu 500 Arten, die weltweit in den gemäßigten Zonen und im tropischen Hochland verbreitet sind. Viele Arten werden in der Volksmedizin gegen ein breites Spektrum von Erkrankungen verwendet. Das in Europa als Arzneimittel zugelassene einheimische Johanniskraut (*H. perforatum* L.), das auch in Sachsen-Anhalt für pharmazeutische Zwecke angebaut wird, wird insbesondere zur Behandlung von leichten bis mittelschweren Depressionen eingesetzt. Darüber hinaus sind auch entzündungshemmende und antibakterielle Wirkungen sowie anti-dementive Effekte bekannt. Der aus *Hypericum* isolierte Wirkstoff Hypericin kann in der Phototherapie zur lokalen Behandlung von Krebs angewendet werden.

Johanniskräuter sind durch einen großen Reichtum an spezifischen Sekundärmetaboliten gekennzeichnet. Die Hauptinhaltsstoffe umfassen insbesondere Naphthodianthrone (Hypericin, in dunklen Drüsen) und polyprenylierte Phloroglucinole (Hyperforin, in durchsichtigen Drüsen), sowie Polyphenole wie z.B. Flavonoide (Abb. 1). Insgesamt sind bisher mehr als 1.000 Naturstoffe für die Gattung beschrieben.

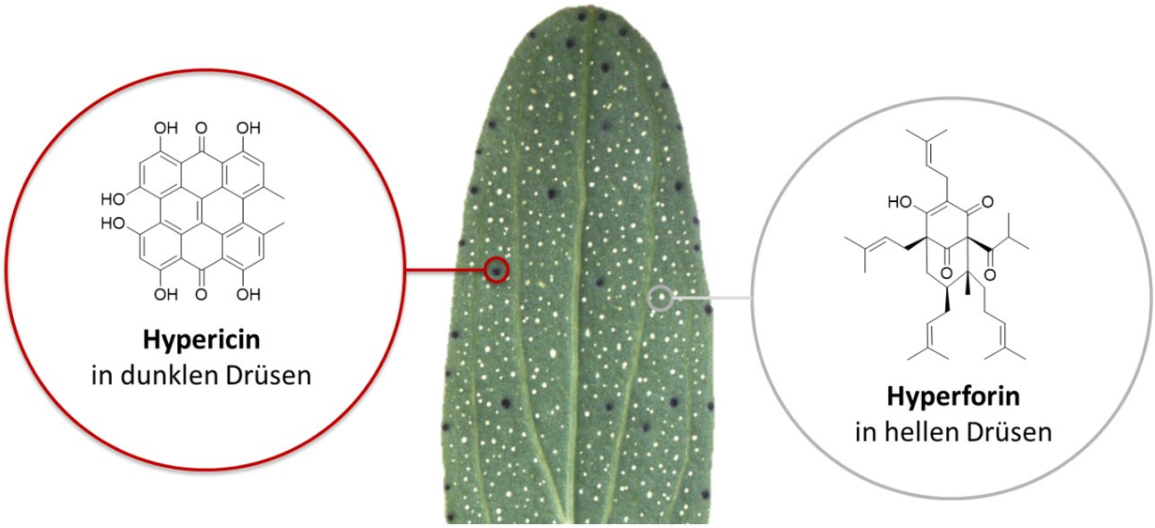


Abb. 1: Die Lokalisierung der Hauptinhaltsstoffe im Blatt von *H. perforatum*.

Figure 1: The localization of the main constituents in the leaf of *H. perforatum*.

Wir haben metabolomische Analysemethoden entwickelt, um eine möglichst umfassende Anzahl von Inhaltsstoffen mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften gleichzeitig nachzuweisen. Metabolitenprofile wurden dazu mittels ein- und zweidimensionaler Kernresonanzspektroskopie (1D- und 2D-NMR) und Hochleistungs-Flüssigchromatographie gekoppelt mit hochaufgelöster Massenspektrometrie (UHPLC-ESI-HRMS) gewonnen und durch multivariate Datenanalyse ausgewertet (Porzel et al., 2014). Darüber hinaus ist die Korrelation mit verschiedenen Bioassay-Ergebnissen möglich, um die bioaktiven chemischen Bestandteile zu identifizieren, oder die Zusammenführung mit Genexpressionsmustern zur Beantwortung einer Vielzahl von Fragestellungen wie Aufklärung der Biosynthesen.

Die Erstellung von Metabolitenprofilen verschiedener *Hypericum*-Arten in Kombination mit multivariater Datenanalyse wurde von unserer Gruppe erfolgreich eingesetzt, um kommerzielle *Hypericum*-Präparate zu vergleichen und zu bewerten (Farag et al. 2012), neue Erkenntnisse zur Biosynthese von Hypericin zu gewinnen (Rizzo et al. 2019), die Vielfalt der Sekundärmetaboliten innerhalb der Gattung oder Art zu untersuchen (Stark, 2021) und Arten oder Proben für die Entdeckung unbekannter Naturstoffe und Enzyme auszuwählen. Detaillierte Untersuchungen von *Hypericum*-Arten, die mit dieser Methode ausgewählt wurden, führten beispielsweise zur Isolierung und Strukturaufklärung von mehr als 30 neuen Naturstoffen (Fobofou et al., 2016), darunter Verbindungen mit vielversprechenden anthelmintischen (Fobofou et al., 2015) oder anti-HIV-Aktivitäten (Fobofou et al., 2023).

Vergleichende Metabolitenprofile von 93 *H. perforatum*-Akzessionen aus der Sammlung des IPK mit unterschiedlichem genetischem Hintergrund zeigen die intraspezifische Vielfalt und chemische Diversität der Art (Stark, 2021). Die Genotypen unterscheiden sich insbesondere im Gehalt des wichtigen Wirkstoffs Hyperforin und weisen darüber hinaus unterschiedliche Substitutionsmuster der Quercetinderivate auf. Mehr als 20 % der Extrakte entsprachen dabei nicht den Spezifikationen des Europäischen Arzneibuchs.

Im Vergleich zu *H. perforatum* wurden weiterhin die Metabolitenprofile von 21 *Hypericum*-Arten aus 12 taxonomischen Sektionen analysiert, um neue Inhaltstoffe oder Arten mit einem besonderen Metabolitenspektrum zu finden. Im NMR-Bereich wurde dafür die moderne Pure-Shift-Technik als besondere Messmethode ausgetestet und angepasst (Stark et al., 2021). Durch homonukleare Entkopplung erscheinen Multiplett-Signale als Singuletts. Somit wird die Komplexität der Spektren und die Überlappung von Signalen reduziert und die Auswertbarkeit der Spektren verbessert.

Die Ergebnisse zeigen für mehrere, bisher nicht angewendete Johanniskraut-Arten ein sehr interessantes Wirkstoffspektrum. So wurden zwei Arten gefunden, die wie *H. perforatum* hohe Konzentrationen an der antidepressiven Komponente Hyperforin aufweisen. Andere Arten hingegen enthalten das Naphthodianthron Hypericin, das in der photodynamischen Krebstherapie eingesetzt werden kann. Insgesamt wiesen die Metabolitenprofile sehr starke, artspezifische Unterschiede auf. Insbesondere die polyprenylierten Phloroglucinolderivate variieren zwischen den Arten und lassen daher auch unterschiedliche Wirkungen und Anwendungsmöglichkeiten erwarten. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden bisher unbekannte prenylierte Phloroglucinole mit antibakteriellem Potential in *Hypericum coris* entdeckt (dos Santos et al., 2023).

Diese Erkenntnisse sind von hohem Wert für mögliche medizinische Anwendungen und die Markteinführung neuer pflanzlicher Produkte. Basierend auf metabolomischen und transkriptomischen Untersuchungen der umfangreichen *Hypericum*-Sammlung des IPK Gatersleben wollen wir zukünftig das bioökonomische Potential der Arzneipflanze *H. perforatum* und verwandter Arten auf verschiedenen Ebenen entwickeln. Im Detail eröffnet die Kombination der Ergebnisse Wege zur Entdeckung neuer bioaktiver Verbindungen, zur Identifizierung von Ersatzarten für bekannte Wirkstoffproduzenten (z.B. mit weniger problematischen Begleitsubstanzen), zur Entwicklung einer molekularen Basis für die Züchtung besserer Wirkstoffproduzenten und zur Auffindung von Genen und Enzymen für die Biosynthese von Wirkstoffen oder prenylierten Wertstoffen aus pflanzlichen Reststoffen.

Metabolite profiling based characterization of active compounds from St. John's wort

Untargeted metabolic profiling of *Hypericum perforatum* (St. John's wort) accessions and other *Hypericum* species was elaborated using a multiplex NMR and UPLC-MS approach. This was applied to statistical analyses revealing the distribution of the known main metabolites Hyperforin and Hypericin over different cultivars and species, in addition to the selection of species-specific biomarker compounds and some 30 new natural products. Correlation of the metabolite profiles to bioactivity and transcriptome data allowed for the identification of new antibiotic constituents (from *H. coris*) and elucidation of biosynthetic pathways for hypericin production in *H. perforatum*, respectively. Future work will aim at better and more selective producers, new components and alternative sources of *Hypericum*-derived bioactive constituents. We will also provide new prenylating enzymes for biotechnological applications.

Literatur

1) *dos Santos, C.H.C, Stark, P., Rizzo, P., Franke, K., Wessjohann, L. (2023) Prenylated acylphloroglucinol alcohols and peroxides from Hypericum coris. Phytochemistry Letters 57, 11-15.*
2) *Farag, M.A. and Wessjohann, L.A. (2012) Metabolome classification of commercial Hypericum perforatum (St. John's Wort) preparations via UPLC-qTOF-MS and chemometrics. Planta Medica 78, 488-496.*
3) *Fobofou, S.A.T., Franke, K., Brandt, W., Manzin, A., Madeddu, S., Serreli, G., Sanna, G., Wessjohann, L.A. (2023) Bichromonol, a dimeric coumarin with anti-HIV activity from the stem bark of Hypericum roeperianum. Natural Product Research 37, 1947-1953.*
4) *Fobofou, S.A.T., Franke, K., Sanna, G., Porzel, A., Bullita, E., Colla, P.L., Wessjohann, L.A. (2015) Isolation and anticancer, anthelminthic, and antiviral (HIV) activity of acylphloroglucinols, and regioselective synthesis of empetrifranzinans from Hypericum roeperianum, Bioorganic & Medicinal Chemistry 23, 6327-6334.*
5) *Fobofou, S.A., Franke, K., Porzel, A., Brandt, W., Wessjohann, L.A. (2016) Tricyclic acylphloroglucinols from Hypericum lanceolatum and regioselective synthesis of selancins A and B. Journal of Natural Products 79, 743-753.*
6) *Porzel, A., Farag, M.A., Mülbradt, J., Wessjohann, L.A. (2014) Metabolite profiling and fingerprinting of Hypericum species: a comparison of MS and NMR metabolomics. Metabolomics 10, 574-588.*
7) *Stark, P., Zab, C., Porzel, A., Franke, K., Rizzo, P., Wessjohann, L.A. (2020) PSYCHE – A valuable experiment in plant NMR-metabolomics. Molecules 25, 5125.*
8) *Rizzo, P., Altschmied, L., Stark, P., Rutten, T., Gündel, A., Scharfenberg, S., Franke, K., Bäumlein, H., Wessjohann, L., Koch, M., Borisjuk, L., Sharbel, T.F. (2019) Discovery of key regulators of dark gland development and hypericin biosynthesis in St. John's Wort (Hypericum perforatum). Plant Biotechnology Journal 17, 2299–2312.*
9) *Stark, P. (2021) Metabolite profiling and chemometric analysis of Hypericum. Dissertation, MLU Halle-Wittenberg, 18. 10. 2021*

Strategie zur Kontrolle von Rotwelke im Johanniskrautanbau

Norman Helbing, Carolin Altmann, Dr. Urs Fischer
PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, 06556 Artern / Unstrut, norman.helbing@pharmaplant.de, carolin.altmann@pharmaplant.de, urs.fischer@pharmaplant.de

Der Erreger der Rotwelke (*Colletotrichum gloeosporioides*) kann bei Johannsikraut (*Hypericum perforatum* L.) zu großen Ausfällen bis hin zum Totalverlust des ganzen Bestandes führen. Dabei kann die Infektion im Bestand einerseits durch natürlichen Eintrag aus der Umwelt erfolgen, andererseits ist auch eine Infektion über befallenes Saatgut möglich. In letzterem Falle kann ein symptomatischer Befall bereits bei der Jungpflanzenproduktion auftreten und zum Teil zu hohen Ausfällen führen. Es ist aber auch ein latenter Befall der Pflanzen möglich, bei dem sich die Infektion erst im Laufe der Kultur im Feld zeigt und hier teilweise auch erst im zweiten Anbaujahr zutage tritt.

Züchtung

Rotwelke-tolerante Quellen wurden in Vergangenheit u.a. durch Pharmaplant identifiziert (Wahl et al, 2018). Die toleranten Quellen bringen jedoch nicht die gewünschten wertgebenden oder agronomischen Eigenschaften mit sich. Eine gezielte Züchtung, um Toleranz und wertgebende Eigenschaften zu kombinieren, ist langwierig und kann durch Pharmaplant nicht geleistet werden. Resistenztests und Inhaltsstoffanalysen sind sehr aufwändig und im benötigten Volumen nicht praktikabel. Identifikation von molekularen Markern für Inhaltsstoffe und Rotwelketoleranz wären notwendig, um gezielt und effizient zu züchten. Bei einer Entwicklungszeit neuer Sorten von mindestens zehn Jahren wäre ein Züchtungsprogramm in einem langfristigen öffentlichen geförderten Projekt sinnvoll.

Saatgutbehandlung

Da der Rotwelkeerreger samenbürtig ist und es bisher noch keine resistenten Sorten gegen eine Infektion gibt, kommt der präventiven Behandlung des Saatgutes eine wichtige Funktion zugute. Hier spielt besonders die Gefahr eines latenten Befalls über infizierte Jungpflanzen und eine Verbreitung der Infektion durch Erntemaßnahmen auf den ganzen Bestand eine große Rolle. Neben der klassischen Beizung mit fungiziden Wirkstoffen gibt es noch einige andere, vor allem physikalische, Verfahren, die eine Abtötung des Erregers bewirken können. Obwohl die Wirksamkeit von synthetischen Fungiziden bei der Saatgutbeizung hinlänglich bekannt und als sehr gut zu bewerten ist, stellt sich die Zulassung eines Verfahrens aufgrund der nur geringen wirtschaftlichen Bedeutung des Johanniskrauts als potentiell aufwendig und teuer dar. Zudem hat es den Nachteil, dass die Möglichkeit des ökologischen Anbaus damit zunichte gemacht wird. Daher sollte der Fokus bei der Saatgutbehandlung auf physikalischen Verfahren liegen. Hier gibt es einige, z. T. bereits etablierte, Verfahren, die sich aus anderen Kulturarten auf das Johanniskraut übertragen lassen könnten. Allerdings bedingt das mit einer Tausendkornmasse

von 0,1 g sehr kleine Saatgut von Johanniskraut eine Adaption der vorhandenen Technik bzw. der Abläufe, die sich nicht immer leicht umsetzen lassen.

Für die Entwicklung und Prüfung geeigneter Verfahren zeigt es sich als Vorteilhaft, dass sich der Rotwelkeerreger gut kultivieren und zur Sporulation anregen lässt. Damit ist es möglich, die Wirksamkeit der verschiedenen Verfahren mit künstlich inokuliertem Saatgut zuverlässig zu testen.

In den bisher bei Pharmaplant durchgeführten Versuchen zeigte sich eine gute Wirksamkeit von kurzwelliger Strahlung auf die Konidien in Lösung. Dieses Verfahren ließ sich jedoch nicht auf inokuliertes Saatgut übertragen, da die Strahlung zu einem großen Teil von der Samenschale absorbiert wurde und daher entweder hohe Strahlungsdosen oder extrem lange, nicht praktikable Bestrahlungszeiten notwendig wären. Sehr gute Ergebnisse zeigte auch die Behandlung mit heißem Dampf, mit welchem der Erreger schon mit kurzen Behandlungszeiten und bei gleichzeitigem Erhalt der Keimfähigkeit vollständig abgetötet werden konnte. Der Einsatz von Bodenhilfsstoffen (u. a. antagonistische Pilze wie *Trichoderma sp*.) bzw. Pflanzenstärkungsmitteln konnte keine zufriedenstellende Wirkung bei der Saatgutbehandlung zeigen. Diese Präparate entfalten ihre Effekte eher im prophylaktischen Bereich bei der Kultur im Bestand.

Control of anthracnose in St. John's wort

Anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* can cause total loss of production in St. John's-wort (*Hypericum perforatum* L.). Besides aerial impact or persistence in the soil, seed-borne *C. gloeosporoides* is the main cause of disease, which can affect not only seedlings but also lead latently to disease in adult plants. Genetic variation for *C. gloeosporioides* tolerance has been identified, however, sources of tolerance do neither meet quality nor agronomic standards required by the market and for cultivation. Recombination of these traits would require a lengthy breeding process that involves marker-assisted selection of traits. Hence, implementation of successful short-term strategies should focus on seed treatments. Fungicides to control seed-borne *C. gloeosporioides* had been identified, however, their use is being restricted by a more and more stringent regulatory framework. Here, we present alternative methods to sterilize seed surfaces, which have the potential to reduce the risk of anthracnose in commercial St. John's wort cultivation.

Literatur

1) Wahl et al. 2018, doi.org/10.5073/jka.2018.460.023

Estragol und Fenchel: Aktuelle Bewertung und mögliche Konsequenzen für die Praxis

Dr. Barbara Steinhoff
Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH), Ubierstraße 71 – 73, 53173 Bonn
steinhoff@bah-bonn.de, Tel.: +49 228 95745-16, Fax: +49 228 95745-90, www.bah-bonn.de

Dem in einigen Arzneipflanzen, u.a. auch Fenchel, enthaltenen Inhaltsstoff Estragol werden genotoxische Effekte zugeschrieben. Diese kommen nach experimentellen Erkenntnissen dadurch zustande, dass Estragol durch metabolische Aktivierung mittels Cytochrom P_{450} (CYP_{450}) in ein 1'-Hydroxyderivat überführt wird, welches in eine reaktive 1'-Sulfoxyverbindung umgewandelt wird, die DNA-Addukte bildet.

Die im März 2022 veröffentlichte Stellungnahme des Ausschusses für pflanzliche Arzneimittel (Committee on Herbal Medicinal Products, HMPC) der europäischen Arzneimittel-Zulassungsagentur EMA zu estragolhaltigen pflanzlichen Arzneimitteln [1] sieht einen „Leitwert" 0,05 mg Estragol für die tägliche Aufnahme durch Arzneimittel vor. Die HMPC-Monographien zu Bitter- und Süßfenchelfrüchten [2,3] wurden entsprechend angepasst, wobei ein Fencheltee mit einem dem Arzneibuch entsprechenden Ätherisch-Öl-Gehalt in einer Menge von unter 1 g pro Tag dosiert werden müsste, um diesen Leitwert einzuhalten. Die Monographie-Entwürfe führen deshalb aus, dass bei den vorgegebenen Dosierungsempfehlungen die Aufnahme von Estragol so niedrig wie „practically achievable" sein sollte.

Der Entwurf einer HMPC-Stellungnahme zu Bitterfenchelöl [4] sieht die Rücknahme der entsprechenden, derzeit geltenden Monographie vor, da bei einer Anwendung von Öl-Zubereitungen bei erkältungsbedingtem Husten eine bedenklich hohe Menge an Estragol aufgenommen werde. Erwähnt wird allerdings die Möglichkeit der Vorlage neuer Daten, um die Monographie Fenchelöl aufrecht zu erhalten. Die Entwürfe der genannten Monographien zu Fenchelfrüchten und der Stellungnahme zu Bitterfenchelöl waren mit Stand Anfang Januar 2024 noch nicht verabschiedet. Betroffen von möglichen regulatorischen Maßnahmen sind nicht nur Arzneimittel, die Fenchelfrüchte oder Fenchelöl als Wirkstoff enthalten, sondern auch (chemische) Arzneimittel, denen Estragol-haltige ätherische Öle wie z.B. Sternanisöl als Hilfsstoff z.B. als Geschmackskorrigens zugesetzt sind.

In einem Forschungsprojekt an der Technischen Universität Kaiserslautern werden derzeit Dosis-Wirkungs-Studien zum genotoxischen Potenzial von Estragol in menschlichen Leberzellen durchgeführt. U.a. soll untersucht werden, ob ein Schwellenwert für die genotoxische Wirkungsweise von Estragol existiert, ob Einflüsse einer möglichen DNA-Reparatur auf die Genotoxizität festgestellt werden können und ob sich Zubereitungen z.B. ein Aufguss aus Fenchel hinsichtlich der genotoxischen Wirkung anders verhalten als reines Estragol.

Die europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (European Food Safety Authority, EFSA) hat innerhalb eines Sicherheitsbewertungsverfahrens (Artikel 8 der Verordnung (EG) 1925/2006)

im November 2022 eine Bewertung von Bitter- und Süßfenchel im Lebensmittelbereich gestartet, die bis zum 15. Mai 2025 abgeschlossen sein soll. Zu diesem Zweck hat die EFSA die Fachkreise in der zweiten Jahreshälfte 2023 um die Einreichung von Daten gebeten, die u.a. Analysenergebnisse zum Vorkommen von Estragol in Lebensmitteln wie Teeaufgüssen, Kräutern und Gewürzen sowie Nahrungsergänzungsmitteln, aber auch Daten zur Resorption und Metabolisierung von Estragol nach Aufnahme von Fenchelzubereitungen sowie zur Kanzerogenität entstehender Metabolite umfassen können.

Literatur

1) *HMPC (Committee on Herbal Medicinal Products). Public statement on the use of herbal medicinal products containing estragole. EMA/HMPC/137212/2005 Rev 1 Corr 1. 12 May 2023.*

   https://www.ema.europa.eu/en/documents/other/public-statement-use-herbal-medicinal-products-containing-estragole-revision-1_en.pdf

2) *HMPC (Committee on Herbal Medicinal Products). European Union herbal monograph on Foeniculum vulgare Miller subsp. vulgare var. vulgare, fructus. Draft – Revision 1. EMEA/HMPC/372841/2016. 20. Juli 2022.*

   https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/draft-european-union-herbal-monograph-foeniculum-vulgare-miller-subsp-vulgare-var-vulgare-fructus-revision-1_en.pdf

3) *HMPC (Committee on Herbal Medicinal Products). European Union herbal monograph on Foeniculum vulgare Miller subsp. vulgare var. dulce (Mill.) Batt. & Trab., fructus. Draft – Revision 1. EMEA/HMPC/372839/2016. 20. Juli 2022.*

   https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/european-union-herbal-monograph-foeniculum-vulgare-miller-subsp-vulgare-var-dulce-mill-batt-trab-fructus-revision-1_en.pdf

4) *HMPC (Committee on Herbal Medicinal Products). Public Statement on Foeniculum vulgare Miller subsp. vulgare var. vulgare, aetheroleum. Draft – Revision 1. EMEA/HMPC/522456/2021. 20. Juli 2022.*

   https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/public-statement-foeniculum-vulgare-miller-subsp-vulgare-var-vulgare-aetheroleum-revision-1_en.pdf

Züchtung neuer Majoranlinien aus Sachsen-Anhalt. Beitrag zur Bewältigung des Klimawandels

Dr. Wolfram Junghanns[1], Merita Hammer[1], Prof. Dr. Wolf-Dieter Blüthner[1], Martin Junghanns[1], Johannes Novak[2]

[1)] Dr. Junghanns GmbH, Aue 182, 06449 Aschersleben, dr.junghanns.gmbh@t-online.de, Tel: +49 3473 80112

[2)] Funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Österreich

Majoran ist eine wichtige Arznei- und Rohstoffpflanze in Deutschland. Die Verbesserung des Boden- und Wassermanagements, welche gleichzeitig eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels beinhaltet, wird durch einen verstärkten Anbau von Majoran erfüllt. Durch seine mediterrane Herkunft ist er in der Lage, erhöhte Temperaturen zu tolerieren und mit im Verhältnis zu anderen Kulturen wenig Wasser Erträge zu realisieren. Die biologische Vielfalt wird durch seinen Anbau mehrfach verstärkt. Hierbei ist insbesondere sein hoher Wert im Rahmen der Fruchtfolge sowie sein sehr hoher Wert als Nektar- und Pollenpflanze für Insekten anzuführen. Während der Blüte ist ein Majoranbestand ein Insekteneldorado. Neben den Honigbienen besuchen noch eine Vielzahl anderer Insekten die blühenden Majoranfelder. Ein wichtiger Grund ist hierfür die relativ späte Blüte der Kultur zwischen Ende Juli und Mitte September. Desweiteren ist die phytosanitäre Wirkung von Majoran als sehr guter Vorfruchtwert traditionell bekannt. In der Region um Aschersleben wird seit ca. 1890 Majoran angebaut, aber der Bedarf wird nur teilweise aus eigenem Anbau gedeckt. Bis heute liefert Ägypten das Saatgut für den weltweiten Majorananbau. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Saatgutqualität deutlich verschlechtert. Ursache hierfür ist, dass das Saatgut nur als Nebenprodukt der Kräuterproduktion entsteht und nicht die nötige Sorgfalt aufgewendet wird. Eine mittels konventioneller Züchtung verbesserte Liniensorte wird zur Ertragssteigerung, der Erhöhung der Qualität, der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Ausdehnung des deutschen Anbaus beitragen und damit auch ein Beitrag zur Erweiterung der genutzten Agrarbiodiversität leisten. Ausschlaggebend für eine produktivere Sorte sind Verbesserungen im erzielbaren Gesamtertrag mit den Problempunkten Winterhärte, Blattertrag, und Gehalt an ätherischem Öl. Grundlage für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion von Rohstoffpflanzen zur stofflichen und energetischen Nutzung sind ertragsstarke und -stabile Sorten der jeweiligen Kulturen (einjährige und mehrjährige Arten), die eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Anbau- und Umweltbedingungen bei gleichzeitig vermindertem Ressourcenbedarf zeigen.

Diese Ziele verfolgten wir in unserem Projekt „Züchtung von neuen, dem Klimawandel angepassten Majoransorten (*Origanum majorana* L.)“, das vom Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt, gefördert und aus EU- Fördermitteln durch die Verwaltungsbehörde für die ESI-Fonds - EU-VB-ELER finanziert wurde. Kernidee des Projekts war die nachhaltige Wertschöpfung mit Arznei- und Gewürzpflanzen in Sachsen-Anhalt.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführten Arbeiten verbinden mit der Prüfung der Zuchtmethodik für synthetische Sorten, wissenschaftliche Forschung im Vorfeld der praktischen Pflanzenzüchtung mit Fragen der Optimierung von Anbautechnologie, Ätherischölgewinnung und Saatgutproduktion. In dieser komplexen Struktur liegt auch der Schlüssel für die Erweiterung der Produktpalette. Dabei wurden besonders folgende fachspezifische Themen berührt:

- Verbesserung agronomischer Merkmale,
- Verbesserung der Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz,
- Steigerung des Flächenertrags,
- Erweiterung der Palette der Rohstoffpflanzen,
- Optimierung hinsichtlich verfügbarer Wirkstoffgehalte.

Stresstoleranz gegenüber biotischen und abiotischen Schadeinflüssen sowie die Verwendung moderner Züchtungsmethoden spielten eine wichtige Rolle.

Ziel war zu zeigen, dass es durch entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung gelingen kann, die Rentabilität und Produktqualität vieler Arznei- und Gewürzpflanzen zu verbessern und dadurch den Anbau dieser Arten in Deutschland zu intensivieren sowie den Absatz zu international üblichen Preisen zu steigern.

Für die im Projektzeitraum zu entwickelnden Linien war unser konkretes Züchtungsziel einen Mehrertrag an Blattdroge und Ölgehalt von mindestens 30 % im Vergleich zum derzeitigen Standardmaterial zu realisieren. Ziel war ebenfalls eine Einfachhybride, welche 30-50 % höhere Leistungsmerkmale als das derzeitige Standardmaterial aufweist. Zusätzlich zu einer höheren Eigenleistung für Blattertrag und Gehalt an ätherischem Öl sollten die zu entwickelnden Linien Merkmale wie Winterhärte und Trockenheitsresistenz aufweisen, da wesentlich für den ökonomisch erfolgreichen Majorananbau neben der Entwicklung leistungsfähigen Pflanzenmaterials auch die Anpassung der Sorten an die Umweltbedingungen sind.

Um dieses Ziel zu erreichen, sollten:

1. bestehende Linien evaluiert und weiterentwickelt werden
2. ein neuer Genpool erzeugt werden
3. mit dem Hybridkonzept eine alternative Züchtungsmethode getestet werden und
4. Vermehrbarkeit geprüft werden, da Saatgutproduktion und -vermehrung ausschlaggebend für die Ergebnisverwertung ist.

Als Ausgangsmaterial für die Versuche dienten die Vorselektionen aus den Vorarbeiten (Forschungsarbeiten an Majoran zur Züchtung von neuen Sorten: MAWEA 1991-1994, EU-Projekt 1997-1999, MAWEA 2005-2013, NL Chrestensen 2005-2013, Universität Wien 1991-1995).

Vorselektion der verfügbaren Herkünfte war der erste Schritt.

Um die Frage nach den Aussichten für eine Sorte zu klären, wurde ein zweigleisiger Projektverlauf geplant. Der erste Bereich beschäftigte sich mit Linienselektionen und der zweite Bereich mit dem Aufbau eines Hybridsystems insbesondere mit der allgemeinen und speziellen Kombinationseignungsprüfung und der Vermehrung der für das Hybridsystem notwendigen Linien.

Die Linienselektionsentwicklung begann mit einer großen Leistungsvergleichsprüfung. Die Prüfungen wurden zweiortig (Ziegelroda und Groß Schierstedt) in vierfacher Wiederholung dreijährig durchgeführt. Für die Leistungsprüfungsversuche wurden 36 Parzellen mit jeweils 40 Pflanzen/Parzelle angelegt. Die Pflanzen wurden in einem Reihenabstand von 30 cm und ebenso 30 cm Pflanzenabstand in der Reihe gepflanzt. Als Standard dienten die kommerziellen Sorten.

Die Pflanzen wurden an beiden Standorten in verschiedenen Vegetationsphasen bonitiert, um möglichst viele Daten über die Entwicklungsstadien, insbesondere die Blütezeit zu erfassen und den richtigen Zeitpunkt für die Bestäubung und anschließend die Ernte zu bestimmen. Daten zur Pflanzenhöhe, -durchmesser, Standfestigkeit, Homogenität, Blattfarbe, Blühtyp, Krankheitsanfälligkeit wurden erfasst. Bedingt durch die Trockenheit im Juni/August war die Pflege der Versuche zur Linienselektionsentwicklung an beiden Standorten viel aufwendiger. Parallel zu Unkraut- und Schädlingsbekämpfung mussten die Versuche mehrmals bewässert werden.

Während des gesamten Zeitraums wurden von jeder Herkunft die jeweils zehn besten Einzelpflanzen separat isoliert vermehrt und die Nachkommen auf Leistungsfähigkeit geprüft. Verschiedene Methoden der Bestäubung wurden bewertet. Insektenbestäuber wurden gezüchtet und in Isolierkabinen angesetzt. Eine wichtige Aufgabe war die Vermehrung der CMS-Linien, der Restorerlinien und der Maintainerlinen.

Der Vergleich mit den besten marktverfügbaren Sorten und den o.g. Zuchtzielen ermöglichte erstmals die Einordnung der Eigenleistungen der Linien. Aus dieser Beurteilung war die Frage zu beantworten, ob ggf. die Selektion einer Liniensorte als einfachster Weg erfolgen kann.

Die Bewertungen und Evaluierungen der Ergebnisse der beiden Standorte bestätigten den Selektionsfortschritt bzgl. Ertrag. Nach Datenevaluierung konnten wir feststellen, dass drei der Linien besonders herausragen und im Vergleich zu Standard 25-30 % mehr Ertrag bringen. Positive Eigenschaften dieser Linien waren auch ihre Standfestigkeit und Homogenität. Die ertragreichen Linien zeichneten sich auch durch eine bessere Trockenheitsresistenz aus. Winterhärte ist bei Majoran (*Origanum majorana*) noch nicht beschrieben.

Im Rahmen der Leistungsprüfung der Linien wurde festgestellt, dass Frostresistenz und Winterhärte sehr bedeutende Unterscheidungsmerkmale im Vergleich zum bereits angebauten Material sind, weshalb als ein weiteres Selektionsziel gesetzt werden sollte. Entsprechend wurden im Projektzeitraum jedes Jahr mehrere Bonituren von November bis März durchgeführt. Die Zahl der überlebenden Pflanzen an beiden Standorten wurde erfasst und die Frostschäden bewertet. Alle überlebenden Pflanzen wurden separat in verschiedenen Isolierstellen gepflanzt um Saatgut zu produzieren und erneut auf Winterhärte getestet.

Im Rahmen dieser Prüfungen wurden zwei Winterharte Linien selektiert, die eine bessere Winterüberlebensrate als die Vergleichsstandards haben. Die mehrjährigen Ergebnisse zeigten aber, dass Linien mit Winterhärtepotenzial möglicherweise nur in milden Wintern überlebensfähig sind. Beim ersten Frost, -3° C, im November 2021 gab es bspw. nur geringe Schäden am Majoran.

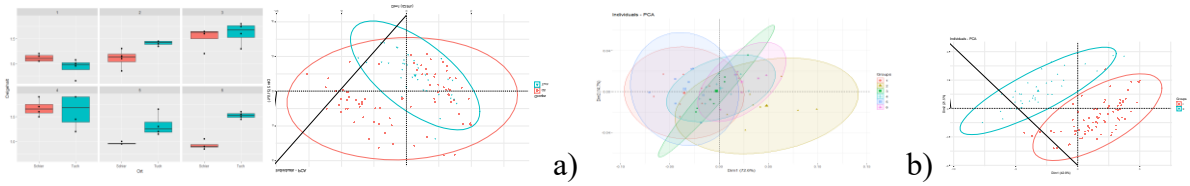
Die analytischen Untersuchungen zur Bestimmung des ätherischen Ölgehaltes wurden von der Arbeitsgruppe Funktionelle Pflanzenstoffe, an der Veterinärmedizinischen Universität, Wien durchgeführt. Als Untersuchungsmethoden wurden für die Ölgehaltmessung die Destillation und für die Ölzusammensetzung die GC/MS-methode ausgewählt.

Destillation und Gaschromatographie wurden jeweils in Doppelbestimmung pro Probe durchgeführt. Beim Schnitt gab es hingegen eine eindeutige Änderung der Zusammensetzung des ätherischen Öles (s. Abb. 1c). Verantwortlich für die deutliche Verschiebung von erstem zu zweitem Schnitt waren Linalool, Linalylacetat und Bicyclogermacrene.

Der mittlere Ölgehalt über alle Proben lag bei 1,53 % ± 0,37 und schwankte zwischen 0,9 % und 2,8 %.

In der Zusammensetzung des ätherischen Öles über alle Komponenten gerechnet waren vor allem die Genotypen, aber auch die Orte hochsignifikant unterschiedlich, wobei es hier aber keine Wechselwirkung gab. Insgesamt wurden 22 Komponenten identifiziert und verrechnet.

In der Hauptkomponente konnten 43 % der Varianz durch die erste Dimension, weitere 22 % durch die zweite Dimension erklärt werden. Die Orte überlappten deutlich, wobei die große Streuung des Anbauortes „GS“ deutlich auffiel (s. Abb. 1a). In der Zusammensetzung waren die Genotypen sehr heterogen und überlappten ebenfalls sehr stark (s. Abb.1b).



a) b) c)

d)

Abb. 1. Gehalt an ätherischem Öl von sechs Majorangenotypen an zwei Standorten, Groß Schierstedt und Ziegelroda; Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öles nach a) Anbauorten, b) Genotypen, c) Schnitten,
d) Leistungsfähigkeitsprüfungen, Linienselektion in Groß Schierstedt und Ziegelroda.

Kreuzungsversuche von ertragreichen, winterharten Linien mit ätherischölreichem Material wurden durchgeführt.

Die Prüfung der allgemeinen (gca) und speziellen (sca) Kombinationseignung erfolgte mit 5 Kombinationen in 6 verschiedenen Stellen. Es traten positive und negative Kombinationseffekte auf, am deutlichsten positiv für den Ertrag, nur eine auch für ätherischen Ölgehalt. Wechselwirkungen Standort mit Genotyp konnten nur für Pflanzenhöhe, Blühzeitpunkt und Ölgehalt nachgewiesen werden.

Zusammenfassend wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes mit Versuchen zur Linienentwicklung und Kombinationseignung für das Hybridsystem ein genetisch diverser Genpool erhalten und weiterentwickelt. Aus diesem Genpool kann in naher und fernerer Zukunft beständig geschöpft werden. Angesichts prognostizierter klimatischer Veränderungen und bereits beobachteter Wetterextreme könnte dem im Rahmen dieses Forschungsvorhaben entwickelten Material eine größere Bedeutung zukommen. Das Konzept der Hybriden für Majoran wurde als neuer, innovativer Ansatz geprüft und weiterentwickelt. Damit können Hybrideffekte in bestimmtem Umfang genutzt und deutliche Ertragssteigerungen erwartet werden. Das gezüchtete Material hat ein Stadium erreicht, von dem aus es in 3-5 Jahren von den beteiligten Projektpartnern anbauwirksam gemacht werden wird. Die direkte Verwertung des vorselektierten Materials hängt wesentlich von der Vermehrung und Erhaltungszüchtung ab. Saatgutvermehrung des Majorans stellt weiterhin eine Herausforderung und benötigt weitere Forschungsarbeiten, um Fragen der Bestäubung und Saatgutproduktion unter deutschen klimatischen Bedingungen zu klären.

Die Erkenntnisse können als Entscheidungshilfe für weitere Züchtungsvorhaben dienen.

Im Rahmen der Versuche zur genetischen und phänotypischen Diversität des Majorans konnten einige neue Erkenntnisse über Populationsstrukturen gewonnen werden. Es liegt Material vor, das genetisch teils weiter von vorliegenden Linien entfernt ist. In zukünftigen Phänotypisierungen kann evaluiert werden, inwieweit dieses Material Merkmale enthält, die für zukünftige Zuchtziele relevant sein könnten. Insbesondere Resistenzen oder Toleranzen gegenüber biotischen wie abiotischen Stressoren dürften hier von Bedeutung sein.

Am Projektanfang gab es keine Informationen über die Eignung der Linien für eine winterannuelle Nutzung. Die Erfassung dieses komplexen Merkmals erforderte eine eigenständige Anlage von Versuchen und führte zu einer Verdoppelung der Prüfumfänge. Im Rahmen der Versuche zur Winterhärte wurde Züchtungsbedarf über das Projektende hinaus festgestellt. Winterharte Linien wurden selektiert, die weiterhin für die Stabilität dieses Merkmal geprüft werden sollten, da die letzten Winter keine sichere Grundlage für solch eine Prüfung ermöglichten.

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt und der Europäischen Union gefördert. (ELER)

Breeding new marjoram lines from Saxony-Anhalt - a contribution to manage climate changes

The aim of this research work was breeding of a marjoram variety that is better adapted to climate changes and has 30-50% higher performance characteristics (yield, oil content, agrotechnical suitability) than the current standard material. To ensure success, a two-pronged project approach has been planned. The first track deals with line selections and the second track with the establishment of a hybrid system, in particular with general and specific combination ability testing, as well as the multiplication of the lines required for the hybrid system. Improved agronomic suitability significantly reduces the risk of production, making it more attractive to farms. A variety with higher yield and higher essential oil content lowers the risk in processing and makes the product more attractive to the end customer (butchers and food manufacturers). It leads to a unique selling proposition of the final product. A qualitatively better marjoram seed would help regional agriculture in Saxony-Anhalt to strengthen and expand its market position in marjoram production in Europe. The entire value chain from seed production to the final marjoram product would be strengthened. Profitability of production would be improved and better environmental management (soil and water management) and environmental performance would be achieved. The new material would be used in both conventional and organic farming in Saxony-Anhalt. A successful project strengthens regional cycles between agriculture, food production and forestry, as well as research and innovation. It also contributes to the stabilization and expansion of herb cultivation, which is an important biodiversity component of agriculture. Since marjoram has a very high crop rotation value and a very high value as a nectar and pollen donating plant, it also supports biodiversity in this sense. Due to its high heat tolerance and its lower water requirement compared to other crops, it is also suitable for mitigating the consequences of climate change and its effects.

verwendete und weiterführende Literatur

1) *Baranauskienė, Renata, et al. "Sensory and Instrumental Evaluation of Sweet Marjoram (Origanum Majorana L.) Aroma." Flavour and Fragrance Journal, Sept. 2005. Wiley, https://doi.org/10.1002/ffj.1478.*

2) *Europäisches Arzneibuch (2017–2019): Grundwerk Bd. 1–3; 10. Ausg. (2019) mit 1. Nachtrag (Deutscher Apotheker-Verlag) und Kommentar zum Europäischen Arzneibuch (2016) – Gesamtwerk: Band 1–10, einschl. 54. Lieferung (WVG, Stuttgart).*

3) *Hoppe, B., Hrsg., 2013: Majoran. In: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. – Bd. 5, S. 83-105.: Arznei- u. Gewürzpflanzen Bd. 5, 800 S.: L–Z; Bernburg (Saluplanta e.V.). ISBN 9783935971645.*

4) *Lukas, B., and J. Novak, 2020. "Origanum Majorana L. (Marjoram)." Handbook of Plant Breeding. Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants, pages 407-417. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_11.*

5) *Lukas, B. et al. "Complex Evolutionary Relationships in Origanum section Majorana (Lamiaceae)." Botanical Journal of the Linnean Society, 2013. Oxford University Press, https://doi.org/10.1111/boj.12022.*

6) *Kowalski, Radosław, et al. "Secretory structures and essential oil composition of selected industrial species of Lamiaceae." Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, Apr. 2019. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, https://doi.org/10.24326/asphc.2019.2.6.*

7) *Langbehn, J., Pank, F., Novak, J. et al. Development of a hybrid variety system in marjoram (Origanum majorana L.). Euphytica 118, 83–90 (2001). https://doi.org/10.1023/A:1004060508323*

8) *Novak, J., 1997. Origanum majorana L. Ertragsparameter, Blattmorphologie und Verteilung der Drüsenschuppen sowie Evaluierung einer Methode zur schnellen Abschätzung des Gehaltes an ätherischem Öl. Doctoral Thesis at the Institute of Applied Botany of the University of Veterinary Medicine, Vienna.*

9) *Novak, J., W. Junghanns, W.-D. Blüthner, R. Marchart, C. Vender, L. van Niekerk, F. Pank, J. Langbehn & C. Franz (2002). Combining Ability of Origanum majorana L. Hybrids: Sensorial Quality, Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 9:2-3, 13-19, DOI: 10.1300/J044v09n02_03*

10) *Novak, Johannes, et al. "Stability of Hybrid Combinations of Marjoram (Origanum MajoranaL.)." Flavour and Fragrance Journal, Sept. 2003. Flavour and Fragrance Journal 18/5, p. 401-406. https://doi.org/10.1002/ffj.1233.*

11) *Novak, Johannes, et al. "Ratios of Cis- and Trans-Sabinene Hydrate in Origanum majorana L. and Origanum microphyllum (Bentham) Vogel." Biochemical Systematics and Ecology, Aug. 2000. Elsevier, https://doi.org/10.1016/s0305-1978(99)00098-8.*

12) *Novak, Johannes, et al. "The Essential Oil Composition of Wild Growing Sweet Marjoram (Origanum MajoranaL., Lamiaceae) from Cyprus—Three Chemotypes." Journal of Essential Oil Research, July 2008. Informa, https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700026.*

13) *Novak, Johannes, et al. "Identification and Characterization of Simple Sequence Repeat Markers from a Glandular Origanum Vulgare Expressed Sequence Tag." Molecular Ecology Resources, May 2008. Wiley, https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.02059.x.*

14) *Pank, F., J. Langbehn, J., Novak, W. Junghanns, J. Franke, C. Bitsch, F. Scartezzini, C. Franz & A. Schröder, 1999. Eignung verschiedener Merkmale des Majorans (Origanum majorana L.). zur Differenzierung von Populationen und für die indirekte Selektion. 2. Mitteilung: Korrelation der Merkmale. Z Arzn Gewpfl 4: 141–150.*

15) *Schulz, H., H. Krüger, B. Steuer & F. Pank, 1999. Bestimmung von Inhaltsstoffen des Majorans (Origanum majorana L.) mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie. Z Arzn Gewpfl 4: 62–67.*

16) *Tabanca, Nurhayat, et al. "Comparison of the Essential Oils of Origanum Majorana L. and Origanum x Majoricum Cambess." Journal of Essential Oil Research, May 2004. Informa, https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698713.*

17) *Taşcıoğlu, Tülin, et al. "Molecular Genetic Diversity in the Origanum Genus: EST-SSR and SRAP Marker. Analyses of the 22 Species in Eight Sections That Naturally Occur in Turkey." Industrial Crops and Products, Nov. 2018. Elsevier, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.027.*

18) *Tutin, T. G., et al. "Flora Europaea." Taxon, May 1973. Wiley, https://doi.org/10.2307/1218149.*

Differenzierung von Genotyp- und Umwelt-Effekten auf agronomische und inhaltsstoffliche Eigenschaften der Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*)

Konstantin Bradke[1], Dr. Jutta Kalbitz[2], Merita Hammer[3], Manuela Damm[2], Hiltrud Neidhardt[4], Axel Neidhardt[4], Enrico Ehrhardt[2], Dr. Wolfram Junghanns[3], Prof. Dr. Frank Marthe[1], Dr. Daniel von Maydell[1]

[1)] *Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Straße 27, 06484 Quedlinburg, konstantin.bradke@julius-kuehn.de*

[2)] *Gesellschaft zur Förderung von Medizin-, Bio- und Umwelttechnologien e. V. (GMBU), Halle (Saale)*

[3)] *Dr. Junghanns GmbH, Aschersleben OT Groß-Schierstedt*

[4)] *Pharmazeutische Kontroll- und Herstellungslabor GmbH, Halle (Saale)*

Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*) ist eine wichtige Heilpflanze aus der Familie der Lippenblütengewächse (Lamiaceae). Die ursprünglich aus dem Mittelmeerraum oder dem Nahen Osten stammende Pflanze wird inzwischen in vielen europäischen Ländern angebaut. Mit einer Nutzung, die tausende Jahre zurückreicht, behält sie heute ihre Relevanz aufgrund der Anwendung bei Magen-Darm-Beschwerden sowie bei Unruhe und Angstzuständen. Ihre antiviralen Eigenschaften werden bei der Behandlung von Herpes simplex genutzt. Die therapeutischen Wirkungen werden auf vielfältige Terpene und Terpenoide zurückgeführt, die im ätherischen Öl enthalten sind, sowie auf Rosmarinsäure und andere polyphenolische Verbindungen.

Die gegenwärtige Züchtung zielt darauf, die Winterhärte zu verbessern um die Ertragsstabilität zu erhöhen sowie darauf, den Gehalt an ätherischem Öl und Rosmarinsäure zu steigern. Zwar beschreiben einige Studien phänotypische Variationen für diese Merkmale, jedoch ist wenig über den Einfluss von Genotyp und Umwelt auf diese Merkmale bekannt. Daher kann kaum beurteilt werden, ob die beobachtete Variation für die Züchtung tatsächlich nutzbar ist.

Um diese Informationslücke zu schließen, haben wir 36 Genotypen in Feldversuchen an zwei Standorten zu drei Erntezeitpunkten über zwei Jahre in jeweils vier Wiederholungen bewertet.

In jeder Parzelle wurden 25 Pflanzen gepflanzt, um Winterhärte, Pflanzenhöhe und Frischmasseertrag zu schätzen. Der innere Teil der Parzelle mit neun Pflanzen wurde genutzt, um den Trockenmasseertrag, den gerebelten Ertrag, den Gehalt an ätherischem Öl (durch Destillation) und den Gehalt an Rosmarinsäure (durch HPLC) zu bestimmen.

Es wurden die Varianzkomponenten unter Verwendung von linear-gemischten Modellen geschätzt. Auf dieser Grundlage wurde die Heritabilität im weiteren Sinne für alle Merkmale berechnet. Darüber hinaus wurden die Korrelationen zwischen den Merkmalen analysiert. Diese Analysen liefern wichtige Erkenntnisse, bspw. um fundierte Selektionsentscheidungen in Züchtungsprogrammen von Zitronenmelisse zu etablieren.

Das Projekt wurde gefördert durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (FKZ 16KN088402).

Russischer Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz* Rod.) - Von der Wildpflanze zum industriellen Kautschukproduzenten

Dr. Fred Eickmeyer
ESKUSA GmbH, Bogener Str. 24, 94365 Parkstetten, eickmeyer@t-online.de

Seit Ihrer Gründung im Jahre 2010 verfolgt die ESKUSA GmbH neben der Entwicklung von Arznei- und Gewürzpflanzen, Lupinen und weiteren Pflanzenarten (www.eskusa-pflanzen.de) zusammen mit einigen Partnern die Züchtung und Anbauentwicklung des Russischen Löwenzahns (*Taraxacum koksaghyz* Rod.) zur Industrierohstoffpflanze.

Abb. 1: *Taraxacum koksaghyz* - Blühende Pflanze, Saatgutbestand, Wurzel und Kautschukfäden

Der Russische Löwenzahn besitzt in seiner Wurzel hohe Konzentrationen langkettigen cis-Polyisoprens (Abb.1), das in seiner Qualität dem Naturkautschuk des Kautschukbaumes (*Hevea brasiliensis*) entspricht. Damit ist der Russische Löwenzahn prinzipiell geeignet, als Rohstofflieferant sowohl für die Kautschukindustrie (Schwerpunkt Reifenherstellung) als auch für die Latexindustrie (Medizinische Handschuhe, Kondome, Formschäume etc.) zu dienen.

Auch wenn das Thema in 2021 für den Deutschen Zukunftspreis nominiert war, ist es nicht ganz neu; gab es doch während des zweiten Weltkrieges Programme in den USA, Russland und Deutschland, um den Kautschuk dieser Pflanze zu nutzen. Sämtliche Entwicklungen sind jedoch nach Ende des zweiten Weltkrieges eingestellt worden und das damals gezüchtete Pflanzenmaterial existiert nicht mehr. Durch eine Preisexplosion bei Naturkautschuk im Jahr 2011 sowie absehbare Rohstoffengpässe noch in diesem Jahrzehnt aufgrund stagnierender bis abnehmender *Hevea*-Flächen bei global zunehmendem Bedarf der Reifenhersteller wird der Russische Löwenzahn wieder interessant. Naturkautschuk steht sowohl in den USA als auch in Europa auf der Liste der strategisch wichtigen Rohstoffe. Beide Wirtschaftsregionen sind aber zu fast 100% auf Importe angewiesen. Ohne Naturkautschuk würde kein LKW rollen, kein Flugzeug abheben und viele andere Dinge des täglichen Lebens nicht funktionieren. Aus diesen Gründen sind Alternativen zum *Hevea*-Kautschuk wieder in den Mittelpunkt wirtschaftlichen Interesses gerückt. Derzeit wird weltweit an zwei Pflanzenarten als alternativen Naturkautschuklieferanten gearbeitet. Zum einen an der Guayule (*Parthenium argentatum*), einem mexikanischen Steppenstrauch; zum anderen am Russischen Löwenzahn. Man weiß inzwischen, dass die cis-Polyisoprenketten der Guayule für den großen Reifenmarkt qualitativ nicht geeignet sind. So konzentrieren sich die Entwicklungen in den USA, Kanada, China und Europa auf den Russischen Löwenzahn. Fast alle namhaften Reifenhersteller (Continental, Goodyear, Bridgestone, Vredestein, Linglong u.a.) forschen mit Partnern aktiv an der Entwicklung des

Russischen Löwenzahns zum Kautschuklieferanten. Selbst das amerikanische Verteidigungsministerium hat 2022 viele Millionen US$ für die Entwicklung von Russischem Löwenzahn bereitgestellt, um Kampfjet-Reifen herzustellen.

Die ESKUSA GmbH hat erstmalig vor rund 10 Jahren zusammen mit Landwirten der Gäubodenkräuter-Erzeugergemeinschaft Saatgut von *Taraxacum koksaghyz* ausgesät und ein Feld in Straubing aufgepflanzt, das als Selektionsbasis diente und den ersten Kautschuk für Qualitätsanalysen lieferte. Parallel wurde auf diesem Feld einen Sommer lang in täglicher Handpflücke so viel Saatgut gesammelt, dass damit in Folge erste Drittmittelprojekte versorgt werden konnten.

Im Rahmen mehrerer Drittmittel-geförderter Projekte (Abb.2) (TAKOWIND I bis TAKOWIND IV, TARULIN I und II, EVITA) sowie innerhalb eines Industrieprojektes (RUBIN) im Auftrag der Fraunhofer Gesellschaft, in Zusammenarbeit mit der Fa. Continental Reifen und dem Julius-Kühn-Institut übernahm ESKUSA die Schlüsselposition der angewandten Pflanzenzüchtung und zunächst die regionale Organisation des Praxis-Pilotanbaus. Aufgabe ESKUSAs war es, hohe Kautschukgehalte mit den notwenigen agronomischen Merkmalen (große Wurzeln, aufrechtes Laub, gesunde, wüchsige, robuste Pflanzen) im Zuchtmaterial zu verknüpfen. Dabei wurden neben dem Pflanzenmaterial auch Zuchtmethoden entwickelt und bewertet sowie Züchtungswerkzeuge erarbeitet. Die TAKOWIND-Projekte wurden/werden von ESKUSA koordiniert, in den TARULIN-Projekten und EVITA war ESKUSA Züchtungspartner. Weitere von ESKUSA initiierte Kooperationsprojekte zur technischen Saatgutveredelung zur Sicherstellung des Feldaufganges (PHENOMEN B, zusammen mit der Lfl-Freising; MUFUS, zusammen mit der Textilforschung in Denkendorf) runden die Flanken der Löwenzahnaktivitäten ab und helfen Entwicklungsengpässe auf dem Weg zur Industriepflanze zu lösen. Seit 2022 arbeitet ESKUSA arbeitsteilig in der Löwenzahnzüchtung zusammen mit der Böhm-Agrar GmbH als Züchtungspartner.

Im Rahmen der oben genannten Projekte ist es ESKUSA gelungen, den Kautschukgehalt auf ein Mehrfaches der Ausgangskonzentrationen in der Pflanze zu selektieren. Lagen die Kautschukgehalte ursprünglich bei 3-4%, so liegen sie nun im zweistelligen Prozentbereich. Durch Selektionen und Kreuzungen ist es außerdem gelungen, den Wurzelertrag um den Faktor 10 zu erhöhen. Die aktuellen Aktivitäten beschäftigen sich damit, die hohen Kautschukgehalte in die leistungsfähigsten Wurzelertrags-Linien auf konventionellem Wege einzukreuzen. In 2023 wurden erstmals zweistellige Kautschukgehalte beim Anbau weiterentwickelter Löwenzahnpopulationen auf Praxisschlägen erzielt. Als Zwischenergebnisse sind bereits Prototypen von Reifen, Motorenlagern und Latexhandschuhen entstanden und z.T. weltweit auf beachteten Fachmessen ausgestellt und in Fachjournalen berichtet worden.

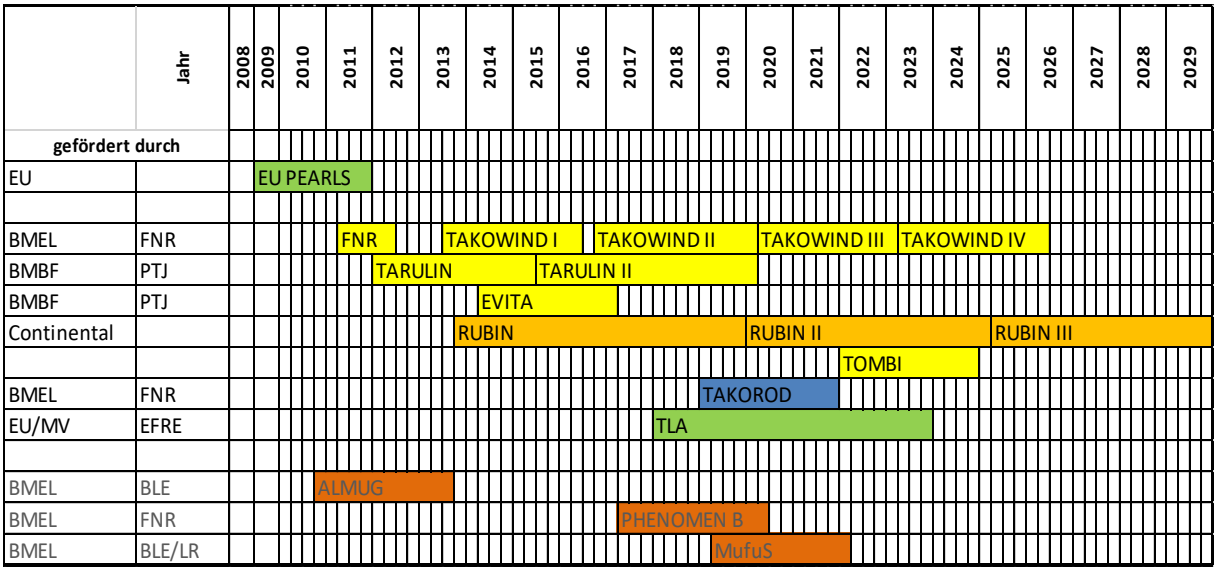


Abb. 2: Übersicht über synergistische F&E-Projekte zum Thema „Löwenzahnkautschuk“

Die Züchtung nimmt in der gesamten Wertschöpfungskette insofern eine Schlüsselposition ein, als es erst durch eine drastische Steigerung des Kautschukertrages pro Fläche (von 30 kg/ha auf ca. 1.000 kg/ha) ökonomisch sinnvoll wird, Löwenzahn zur Kautschukproduktion anzubauen.

ESKUSA und (seit 2023) Böhm-Agrar produzieren um ihre Standorte Parkstetten/Niederbayern und Kruckow/Vorpommern-Greifswald im Vertragsanbau mit Landwirten Saatgut, um zunächst die Anbauflächen des Industrieprojektes „Taraxagum® Lab Anklam - TLA“ der Fa. Continental Reifen in der Region Anklam in Mecklenburg-Vorpommern zu versorgen. Dort steht seit 2018 eine Verarbeitungsanlage für die Wurzeln; gleichzeitig wurde eine Wurzelproduktion um die Anlage aufgebaut. Das Projekt TLA dient der Vorbereitung der Kommerzialisierung der Naturkautschukproduktion aus Löwenzahn. Eine Wirtschaftlichkeit wird innerhalb eines Zeitrahmens von 8-10 Jahren erwartet.

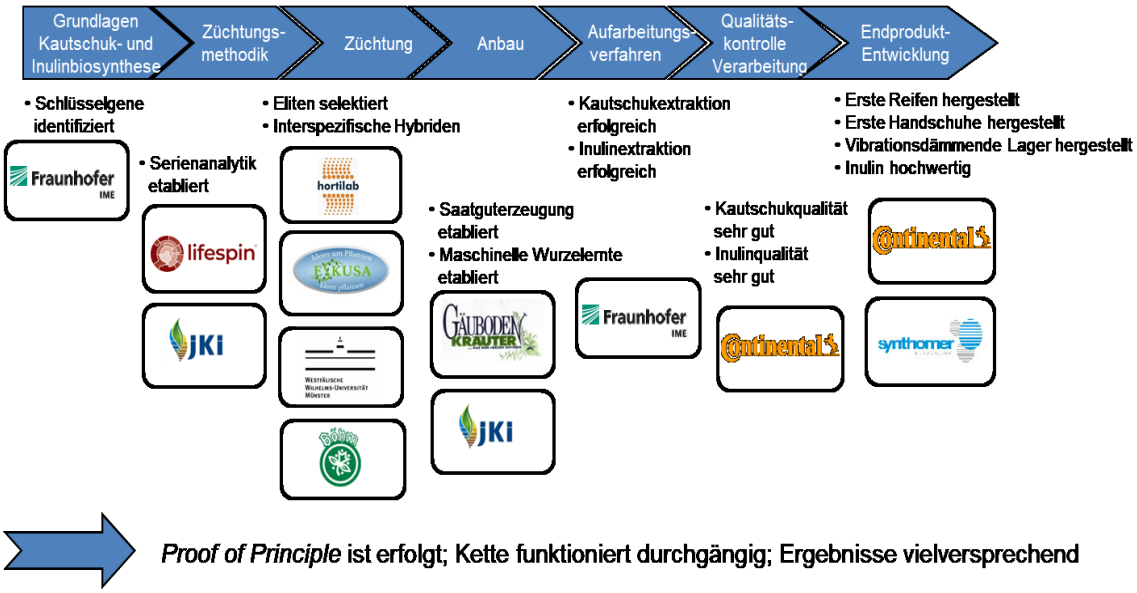


Abb. 3: Glieder, Aktivitäten und Partner entlang der Wertschöpfungskette „Löwenzahnkautschuk“

Im Vortrag wird das Netzwerk der an der Entwicklung des Russischen Löwenzahns beteiligten Partner und deren Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette vorgestellt (Abb.3). Es wird dargestellt, wie wichtig eine kontinuierliche Förderung und eine personelle Konstanz der gesamten Kette für den Entwicklungserfolg sind.

Neben den anderen wichtigen Beiträgen der Projektpartner wird insbesondere auf eine schlagkräftige und kostengünstige Inhaltsstoffanalytik eingegangen. Diese ermöglicht nicht nur bei Kautschuklöwenzahn, sondern auch bei Arznei- und Gewürzpflanzen erst eine ausreichende Basis an Inhaltsstoff-Analysedaten für die Selektion. ESKUSA arbeitet hier seit nunmehr rund 20 Jahren erfolgreich mit der Fa. lifespin in Regensburg zusammen, die sich auf die Quantifizierung von Metaboliten in Biofluiden mittels NMR-Analytik spezialisiert hat.

Entwicklung von Zuchtmethoden, Züchtungswerkzeugen, Sammlung von Wildtypen, Versuche zur Kreuzbarkeit sowie ein Monitoring des invasiven Potenzials von Russischem Löwenzahn und daraus erstellten Artenbastarden im Feldanbau und in Fruchtfolgen runden das Forschungsspektrum um diese neue Kulturpflanze ab. Mit Spannung wird das Urteil des EU-Gerichtshofes zu neuen Züchtungstechnologien erwartet, welches auch für die Züchtung von Russischem Löwenzahn weitreichende Konsequenzen haben wird. Mit Spannung wird außerdem die für das Frühjahr 2024 angekündigte Ausstrahlung einer Sendung mit der Maus zum Thema „Reifen aus Löwenzahn“ erwartet, die bei den Entwicklungspartnern aufgenommen wurde.

An dieser Stelle sei den Fördergeldgebern und deren Projektträgern für die finanzielle und ideelle Unterstützung der durchgeführten F&E-Aktivitäten gedankt.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

FNR

Bundesministerium für Bildung und Forschung

JÜLICH

SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

Russian dandelion (*Taraxacum koksaghyz* Rod.) –
From a wild plantlet to an industrial producer of natural-rubber

Russian dandelion is being worldwide developed as a natural rubber source plant. In the presentation the cooperation and progress of a German consortium in the development of this new crop is described. The rubber content could be increased about 5-fold through selection. The importance of different/continuous funding sources, personal consistency of the partners and especially analytic-technology are being highlighted as success factors. Besides breeding, agronomy, harvest technique, extraction and processing of the natural rubber have to be developed simultaneously.

Kurzfassungen der Poster

Wirkung von pflanzenparasitären Nematoden und *Verticillium dahliae* an Pfefferminze

Dr. Katja Sommerfeld-Arnold[1], Ilya Noskov[2], Dr. Benjarong Karbowy-Thongbai[1], Dr. Monika Götz[1], Prof. Dr. Johannes Hallmann[2], Dr. Ute Vogler[1]

[1)] Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und urbanem Grün, Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig katja.sommerfeld@julius-kuehn.de

[2)] Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig ilya.noskov@julius-kuehn.de

Im Pfefferminzanbau kommt es immer wieder zu Ertragsdepressionen und Reduktion der Qualität des Ernteguts. Oftmals werden bodenbürtige Pilze und pflanzenparasitäre Nematoden, der Gattungen *Meloidogyne* und *Paratylenchu*s als Ursachen diskutiert. Pflanzenparasitäre Nematoden können das Auftreten von Pathogenen wie *Verticillium dahliae* begünstigen und synergistische Ertragsverluste verursachen. Ob diese Wechselwirkung auch an Pfefferminze stattfindet, wurde unter standardisierten Bedingungen mit einem definierten *Verticillium dahliae*-Isolat und definierten Nematoden-Populationen untersucht.

Die Untersuchung der Pathogenität von *V. dahliae* an *Mentha x piperita* var. *piperita* „Multimentha“ (Thüringer Pfefferminze) wurde alleine sowie nach Applikation von *P. projectus* und *M. hapla* in einem standardisierten Sand-Ton-Substrat durchgeführt. Erfasst wurden Pflanzenlänge, Pflanzenfrisch- und Pflanzentrockenmasse, Wurzelfrischmasse, Besatz mit *P. projectus* im Boden, Besatz mit *M. hapla* in den Wurzeln und im Boden sowie die Besiedlung von Wurzeln, Stängeln und Blättern mit *V. dahliae* mittels kultivierungsabhängiger und kultivierungsunabhängiger Analyse.

Die Versuche zeigten, dass ein gleichzeitiger Befall von *V. dahliae* und pflanzenparasitären Nematoden zu einem verminderten Pflanzenwachstum führte. In den Varianten mit *V. dahliae* wurden an der Mehrheit der Pflanzen *Verticillium*-typische Welkesymptome festgestellt sowie Verbräunungen des Stängelleitgewebes und Verfärbung der Blätter. Die Vermehrungsraten von *P. projectus* und *M. hapla* waren bei Varianten mit *V. dahliae* geringer.

Die Bedeutung der Ergebnisse und die sich daraus abzuleitenden Schlussfolgerungen werden diskutiert.

Teile des Projektes wurden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (FKZ: 2220NR030A).

Evaluierung genetischer Ressourcen von Kümmel (*Carum carvi*) als Vorausetzung zur Züchtung klimaangepasster Sorten

Dr. Daniel von Maydell[1] , Merita Hammer[2], Dr. Wolfram Junghanns[2], Prof. Dr. Frank Marthe[1]

[1)] Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Str.27, 06484 Quedlinburg, daniel.maydell@julius-kuehn.de

[2)] Dr. Junghanns GmbH, Aue 182, 06449 Aschersleben, dr.junghanns.gmbh@t-online.de, Tel: +49 3473 80112

Kümmel (*Carum carvi*, Apiaceae) wird als Gewürz und in der Pharmazie zur Linderung von Magen-Darm-Beschwerden verwendet. Mit einem jährlichen bundesweiten Bedarf von rund 10.000 Tonnen ist er eine der wichtigsten Gewürzpflanzen in Deutschland. Allerdings führten anhaltende Dürre- und Hitzeereignisse der Vorjahre zu verheerenden Ertragsverlusten. Die sich verändernden klimatischen Bedingungen erhöhen das Anbaurisiko nicht nur in Deutschland, sondern auch global.

Für den Kümmel stehen zweijährige Ökotypen mit Vernalisationsbedarf und Winterhärte sowie sommerannuelle Ökotypen ohne Vernalisationsbedarf und Winterhärte zur Verfügung. Sowohl der zweijährige als auch der sommerannuelle Anbau leiden unter den Folgen des Klimawandels. Durch die Züchtung winterannueller Sorten könnte die Ertragsstabilität erhöht werden. Durch die Aussaat im Herbst können die meist höheren Niederschläge vom Herbst bis zum Frühjahr für die Keimung und vegetative Entwicklung genutzt werden. Darüber hinaus treten Blüte und Kornfüllungsphase früher ein und sind weniger anfällig für Hitze- und Trockenstress.

Zur Züchtung winteranueller Sorten müssen Winterhärte des zweijährigen Genpools und fehlender oder verringerter Vernalisationsbedarf des einjährigen Genpools kombiniert werden. Darüber hinaus sind weitere Merkmale zu berücksichtigten: Für die pharmazeutische Nutzung ist ein Mindestgehalt an ätherischen Ölen erforderlich (3 ml/100g). Ein fester Kornsitz zur Samenreife erhöht die Ertragsstabilität. Für die Vermarktung sollte der Anteil der Blütenstiel-Anhaftungen an den Körnern niedrig sein. Eine frühe Blüte und Reife sowie ein hohes Tausendkorngewicht und eine hohe Pflanzenhöhe sind mit höheren Erträgen assoziiert.

Es lagen jedoch weder ausreichend phänotypische noch genetische Daten des ein- und zweijährigen Genpools vor, die eine fundierte Auswahl des Elternmaterials für neue Zuchtprogramme ermöglicht hätten. Daher haben wir 137 Akzessionen von wildem bis kultiviertem Kümmel mittels Genotyping by Sequencing (GBS) genotypisiert und in zwei Jahren am JKI-Standort in Quedlinburg phänotypisiert.

Eine Hauptkoordinatenanalyse (PCoA) der GBS-Daten zeigte zwei Subpopulationen, die mit dem Ökotyp assoziiert sind. Die Phänotypisierung ergab eine hohe Variabilität aller Merkmale mit mittlerer bis hoher Heritabilität (0,52-0,95). Mittels einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) der Merkmale wurden Spuren von Domestizierung und Züchtung detektiert. Korrelationsanalysen zwischen Merkmalen lieferten nützliche Erkenntnisse für künftige Züchtungsentscheidungen.

Die Ergebnisse legen den Grundstein für laufende und zukünftige Züchtungsprojekte an Kümmel. Die Daten wurden innerhalb von Projekten erhoben, die durch die Fachagentur Nachwachende Rohstoffe im Auftrag des BMEL gefördert wurden (FKZ 22023215, 2220NR103A).

Winterlein – Vorteile im heimischen Anbau von Lein (*Linum usitatissimum*)?

Hanna Blum[1], Ulf Müller[2], Sarah Diener[3], Carolin Bommes[4], Juliette Rudzick[4]
[1)] Universität Bonn, INRES – Nachwachsende Rohstoffe, hblum@uni-bonn.de
[2)] Gäa e.V.
[3)] Ölmühle Moog GmbH
[4)] Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.

Leinsamen gelten als funktionelle Lebensmittel und bieten eine Vielzahl an wertgebenden Inhaltsstoffen, wie beispielsweise den hohen Anteil an Omega-3-Fettsäuren im Öl[1]. Bundesweit fand 2022 die Produktion von Lein auf 5.100 ha statt (2021: 5.200 ha, davon 3.400 ha auf ökologisch bewirtschafteten Flächen)[2]. Der Anbau von Lein führt zu einer Diversifizierung in der Landwirtschaft, lockert die Fruchtfolge auf und eröffnet neue Vermarktungsfelder. Die meist leuchtend blau blühenden Leinfelder haben zudem eine hohe Attraktivität für Insekten und einen besonderen landschaftsästhetischen Wert.

Im Forschungsvorhaben Linovit[3] werden seit 2020 unter anderem die Einflussfaktoren auf die wertgebenden und wertmindernden Inhaltstoffe der Leinsaat und der Weiterverarbeitungsprodukte analysiert. Weiterhin werden die agronomischen Eigenschaften unterschiedlicher Leinsorten sowie nachhaltige Anbauverfahren geprüft.

In Jahren mit ausgeprägter Frühjahrstrockenheit oder ungünstigen Saatbedingungen stellt die Bestandesetablierung von Sommerlein eine große Herausforderung dar. Es kann zu einem verzögerten, inhomogenen Feldaufgang kommen, die notwendige Bestockung der Leinpflanzen unter Kurztagsbedingungen ist reduziert und die Aufwendungen für die Unkrautregulierungen nehmen zu. Bei späten Saaten kann ein starker Erdflohbefall bestandsgefährdend sein oder der Weiße Gänsefuß als Problemunkraut überhandnehmen. Vor diesem Hintergrund kann der Anbau von Lein als Winterung besondere Bedeutung bekommen. Daher wurden in den Jahren 2020-2023 Versuche zum Winterleinanbau durchgeführt und der Anbau in der Praxis begleitet. Vorteile im Anbau von Winterlein gegenüber dem klassischen Anbau als Sommerung werden beispielsweise in der Ausnutzung der Winterniederschläge gesehen. Da Lein im Zeitraum der Blüte positiv auf eine gute Wasserversorgung reagiert[4], können die tiefwurzelnden Winterungen auch in trockenen Frühjahren Wasservorräte erschließen und gut verwerten.

Im Vergleich zum Sommerlein stehen bislang nur wenige Winterleinsorten für den heimischen Anbau zur Verfügung und es fehlen Kennzahlen zu den agronomischen Merkmalen der Sorten. Daher wurden am Standort Klein-Altendort (NRW, sL, 173 m ü NN, Ø JahresT: 9,4 °C, Ø JahresNS: 605 mm, konventionell bewirtschaftet, 93 Bodenpunkte) in den Jahren 2020-2023 Sortensichtungen durchgeführt.

Die Kulturdauer des Winterleins lag im Mittel der Jahre bei 299 Tagen von der Saat bis zum Drusch (Sommerlein Ø 110 Tage). Günstige Saattermine für diesen Versuchsstandort liegen zwischen Ende September und erster Oktoberwoche. 2021 lag der Kornertrag der Sorten lediglich zwischen 10 und 12 dt/ha, vermutlich aufgrund der hohen Temperaturen und massiven Einstrahlung im April/Mai. Im Jahr 2022 kam es trotz Zwiewuchsneigung zu deutlich höheren Erträgen der Sorten `Apalache´ und `Orival´. 2022 wurde ein vergleichsweise früher Saattermin gewählt (13.9.22). Besonders die Sorte `Apalache´ zeigte eine starke Biomassebildung vor Winter und war mit durchschnittlich 12 cm Pflanzenhöhe deutlich über dem sogenannten Kriechwuchsstadium. In diesem Stadium (circa 5-8 cm Höhe) legen sich die Pflanzen bei niedrigen Temperaturen flach auf den Boden und zeigen eine sehr hohe Frosttoleranz (bis -10 ˚C,

bei Schneebedeckung noch tiefere Temperaturen[5]). Das Ertragsniveau lag dennoch deutlich unter dem des Vorjahres. Die erzielten Erträge decken sich mit Versuchsergebnissen aus Thüringen[5] und zeigten starke Jahreseffekte (Tab. 1). Die Neigung zu Auswuchs und Zwiewuchs konnte mit unterschiedlicher Jahresausprägung auch bei Winterlein festgestellt werden, ebenso die Verzögerung der Strohreife, die bei der Ernte des Leins zu massiven Problemen führen kann (Tab. 2). Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Winterleinanbau mit dem vorhandenen Sortenspektrum erfolgreich möglich ist.

Tabelle 1: Mittlerer Kornertrag in dt/ha unterschiedlicher Winterleinsorten am Standort Klein-Altendorf, NRW. Keine stat. Unterschiede: 2021 und 2023. 2022 kennzeichnen unterschiedliche Buchstaben signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0{,}05$.

	2020/2021			**2021/2022**			**2022/2023**		
Sorte	Sideral	Orival	Apalache	Apalache	Orival	Hivernal	Apalache	Sideral	Orival
Ertrag dt/ha	10,2	12,1	12,0	21,4 b	20,3 b	16,5 a	1,5	1,6	1,8

Tabelle 2: Sortentypische Merkmale der geprüften Winterleinsorten, Klein-Altendorf 2020-2023. 1 = fehlend, 2 = sehr gering, 3 = gering, 4 = gering bis mittel, 5 = mittel, 6 = mittel bis stark, 7 = stark, 8 = stark bis sehr stark, 9 = sehr stark

	2020/2021			**2021/2022**			**2022/2023**		
	Sideral	Orival	Apalache	Apalache	Orival	Hivermal	Apalache	Sideral	Orival
Auswinterung	1	1	1	1	1	1	4	1	1
Lagerneigung zur Ernte	1	1	1	3	1	7	2	1	1
Auswuchs	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Zwiewuchs	2	2	3	5	5	5	2	1	1
Verzögerung Strohreife	1	1	3	3	7	5	1	3	3

Literatur

1) *Bekhit A; Shavandi A.; Jodjaja T.; Birch J.; Suesiang M.; Ahmed I.;(2018). Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 13 (Part A).*

2) *Statistisches Bundesamt (2023). Abfrage durch AMI.*

3) *Linovit „Innovative Ansätze zum Umgang mit qualitätsbildenden und qualitätsmindernden Inhaltsstoffen von Lein und dessen Verarbeitungsprodukten mit dem Fokus auf Blausäure“, gefördert vom Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung im Rahmen des Bundesprogramm Ökologischer Landbau. (BLE, FKZ: 2819OE074, -5 und 2819OE013).*

4) *Pellet D.; Vullioud P. (2004): Winter- und Sommerlein, eine bemerkenswerte Kultur. Hrsg.: Agrarforschung Schweiz. Abrufbar unter: https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2004_08_890.pdf.*

5) *Biertümpfel A. (2021): Anbautelegramm Winteröllein, Hrsg.: Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum. Abrufbar unter: https://www.tlllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at_w_oellein.pdf.*

Sortenvergleich Zitronenmelisse im ökologischen Anbau in Ungarn

Noémi Koczka, Ferenc Nagy, Sára Kindlovits, Imre Fucskó, Péter Schmidt

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen hat in Ungarn eine lange Tradition. Es besteht trotzdem ein Mangel an hochwertigem Saatgut von unter ungarischen Klimabedingungen bewährten und für den ökologischen Anbau geeigneten Sorten. Bei den meisten Arzneipflanzen ist es fast unmöglich, ökologisch zertifiziertes Saatgut aus Ungarn zu besorgen.

Aus diesem Grund wurde eine Sortenprüfung bei Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) im ökologischen Anbau in Ungarn in den Jahren 2020-2023 durchgeführt. Sieben im Handel erhältliche Sorten (*'Citra', 'Citronella', 'Ildikó', 'Lemona', 'Lorelei', 'Relax', 'Quedlinburger Niederliegende'*) sowie eine im heimischen Anbau verbreitete Herkunft wurden auf Homogenität, Morphologie, Phänologie, Wachstum, Stresstoleranz und Ertragsfähigkeit geprüft.

Nach unseren Beobachtungen waren alle Bestände homogen. Die Herkünfte ließen sich im ersten Jahr nach ihren Wuchstypen (aufrecht oder niederliegend) gut unterscheiden, war doch kein Zusammenhang zwischen Wuchstyp und Wüchsigkeit festzustellen. Der jährliche Wuchs war bei *'Lorelei'* und *'Citra'* am stärksten.

Blattgröße und Farbe sind sortentypische Merkmale, die die Qualität der Blattdroge von Zitronenmelisse stark beeinflussen. *'Lemona'* bildete die größten Blätter, gefolgt von *'Citra'* und *'Lorelei'*. Die Blattfarbe wurde mit Hilfe von Messungen mit einem CIELab-System ermittelt. Blätter der anonymen Herkunft waren am dunkelsten, da sie den höchsten Chlorophyllgehalt aufwiesen. Die wenigsten Farbstoffe wurden bei hellgrünem *'Relax'* nachgewiesen, alle anderen Herkünfte hatten dunkelgrüne Blätter.

In den Versuchen wiesen alle Herkünfte (bis auf die Sorte *'Ildiko'*) eine gute Winterhärte und Frosttoleranz auf. *'Lemona'* und *'Lorelei'* hatten die größte Frosttoleranz. *'Lemona'* zeigte sogar die beste Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit. *'Citra'* und *'Relax'* waren am widerstandsfähigsten gegen Septoria.

In den Jahren 2020-2023 herrschten extreme Schwankungen in der Witterung, langanhaltende Hitze und Dürre im Sommer. Durch die unter- und überoptimalen Temperaturen zu den jeweiligen phänologischen Phasen verzögerten sich Wachstum, Biomassenentwicklung und Wirkstoffbildung in den Beständen. In den trockenen Perioden wurde die Wasserversorgung durch Bewässerung gesichert, so dass trotz der ungünstigen Witterung durchschnittliche Erträge in Qualität und Quantität erreicht werden konnten. Insgesamt sind große Unterschiede in den Ertragsmerkmalen der untersuchten Herkünfte aufgetreten. *'Lorelei'*, *'Citra'* und *'Lemona'* lieferten die höchsten Erträge an Frisch- und Trockenmasse.

Der Gehalt an ätherischem Öl war trotz der Hitzeperioden bei jeder Herkunft durchschnittlich, der höchste Ölgehalt wurde allerdings bei *'Lemona'* gemessen. Bei der Zusammensetzung des Öles wurden signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften und den Jahren gefunden.

Gefördert vom Projekt der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP) (VP3-16.1.1-4.1.5.-4.2.1-4.2.1-4.2.2.8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17, 1909470327)

Isolierung und Strukturaufklärung von pathogenhemmenden Inhaltsstoffen aus krautigen Wildpflanzen

M. Hanser[1], C. H. Hsieh[2], F. S. Hanschen[2], K. Witzel[1]
[1)] *Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Biotische Interaktionen, Großbeeren, hanser@igzev.de*
[2)] *Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Pflanzenqualität und Ernährungssicherheit, Großbeeren*

Wildpflanzen spielen eine wichtige Rolle im Ökosystem, werden aber auch wegen ihrer bioaktiven Stoffe genutzt. In dieser Studie haben wir sieben Wildpflanzenarten untersucht, bei denen antimikrobielle Eigenschaften und phytosanitäre Wirkungen beobachtet wurden, die aber noch nicht im Detail untersucht worden sind. Ethanolische Pflanzenextrakte wurden *in vitro* in Bioassays auf ihre antimikrobielle Aktivität gegen boden- und blattpathogene Mikroorganismen untersucht. Die höchsten antimikrobiellen Eigenschaften wurden für *Daucus carota*, *Pimpinella saxifraga*, *Oenothera biennis* und *Peucedanum oreoselinum* festgestellt.

Um die jeweiligen bioaktiven Inhaltsstoffe zu identifizieren, wurden die Extrakte mittels Festphasenextraktion (SPE) fraktioniert und erneut getestet. Mit einer Wachstumshemmung von bis zu 66 % war die durch SPE mit 50 %iger Ethanollösung aus den Samen von *P. saxifraga* eluierte Fraktion die am stärksten hemmende Fraktion. Durch weitere Subfraktionierung der Extrakte und deren Charakterisierung erfolgt die Identifizierung der hemmenden Reinsubstanz.

Für die Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen 03WIR3012A, "Land-Innovation-Lausitz") wird gedankt. F. S. Hanschen erhielt eine Förderung durch die Leibniz-Gemeinschaft (Leibniz-Nachwuchsgruppe OPTIGLUP; J16/2017).

Isolation and structure elucidation of pathogen-inhibiting compounds from herbaceous wild plants

Wild plants play an important role in the ecosystem but are also utilized due to their bioactive compounds. In this study, we have investigated seven wild plant species for which antimicrobial properties and phytosanitary effects were observed, but not yet been studied in detail. Ethanolic plant extracts have been screened *in vitro* in bioassays for their antimicrobial activity against soilborne and leaf pathogenic microorganisms. The highest antimicrobial properties were found for *Daucus carota*, *Pimpinella saxifraga*, *Oenothera biennis* and *Peucedanum oreoselinum*.

In order to identify the respective bioactive compounds, the extracts were fractionated via solid phase extraction (SPE) and again tested. With a growth inhibition of up to 66%, the fraction eluted by SPE with 50% ethanol solution of the seeds of *P. saxifraga* was the most inhibitory fraction. Further subfractionation of extracts and its testing will lead to the identification of the inhibiting pure substance.

Funding by the German Federal Ministry of Education and Research (Grant No. FKZ 03WIR3012A, “Land-Innovation-Lausitz”) is gratefully acknowledged. F. S. Hanschen received funding by the Leibniz Association (Leibniz-Junior Research Group OPTIGLUP; J16/2017).

Kennzahlen und Verfahren zur Mechanischen Unkrautregulierung

Dr. Heidi Heuberger [1], Dr. Daniel Neuhoff [2], Dr. Katrin Keipp[3], Hanna Blum[2]
[1)] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, heidi.heuberger@LfL.bayern.de
[2)] Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, INRES Nachwachsende Rohstoffe und INRES Agrarökologie und Organischer Landbau
[3)] PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, 06556 Artern / Unstrut

Der Wirkungsgrad und die Verträglichkeit mechanischer Unkrautregulierungsmaßnahmen in der Reihe können erhöht werden, wenn man die richtigen Geräte und Werkzeuge auswählt und diese kultur- und standortangepasst einstellt. Hierzu wurden von 2019 – 2022 an mehreren Standorten (LfL Bayern, Uni Bonn) sowohl unter ökologischen wie konventionellen Anbaubedingungen Feldversuche mit Heil- und Gewürzpflanzen durchgeführt. Zum Einsatz kamen Torsionszinken, Fingerhacken, Häufelwerkzeuge sowie ganzflächig arbeitende Roll- und Präzisionsstriegel. Erfasst wurden im Feldversuch jeweils die Wirkungsgrade hinsichtlich Unkrautreduzierung und die Schädigungsgrade an den jeweiligen Kulturpflanzen bei variierter Einstellung. Die Ergebnisse wurden zusammen mit Fachberatern in einer jetzt vorliegenden Broschüre praxisgerecht zusammengefasst. Der Ratgeber beinhaltet wichtige Kennzahlen zu optimaler Einstellung und Einsatzbedingungen der jeweiligen Geräte, u.a. frühester Einsatzzeitpunkt, Fahrgeschwindigkeit, ggf. Federspannung. Nach einer allgemeinen Darstellung der genutzten Geräte wird spezifisch auf die anspruchsvolle Unkrautregulierung in der Reihe der Kulturarten Petersilie, Melisse, Arnika und Pfefferminze eingegangen. Eine wirtschaftliche Bewertung der mechanischen Unkrautregulierung in Petersilie rundet die Broschüre ab. Die 70-seitige Praxisbroschüre steht zum kostenlosen Download unter https://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/344702/index.php bereit.

Die Autorenschaft freut sich über kritische Rückmeldungen aus der Praxis.

Das diesem Artikel zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 22024817, 22015618, 22015718 und 22015818 gefördert und von den Firmen und Verbänden Amazone, Agrargenossenschaft Nöbdenitz, Agrarprodukte Ludwigshof, Bionorica, Einböck, ESG Kräuter, Gäuboden Kräuter, Kräuter Mix, K.U.L.T. Kress Umweltschonende Landtechnik, Martin Bauer Group, Treffler Maschinenbau, Verein zur Förderung des Heil- und Gewürzpflanzenanbaus in Bayern und Völpel mitfinanziert.

Messung des Öl-Drüsenschuppenaufschlusses von Thymian und Vergleich der Ergebnisse mit denen von Oregano

R. Ibrahem, B. Barakat, E. Bekonda, K. Schwarzer, P. Wilhelm, U. Müller
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo, Institute for Life Science Technologies (ILT.NRW), Verfahrenstechnik

Das Team der Verfahrenstechnik im ILT.NRW der TH OWL/Lemgo arbeitet weiterhin an schnellen, produktschonenden und energiearmen Prozessen für den Lebensmittel- und Pharmabereich wie das Lemgoer (mechanische) Entkeimungsverfahren und die schnelle Wasserdampfdestillation zur Gewinnung ätherischer Öle besonders aus sogenannten Lippenblütlern (mint plants, Lamiaceae).

Für beide Verfahren ist es wichtig, den Zustand und die Festigkeit der Öl-Drüsenschuppen (Größe rd. 50-80 µm, begrenzt von der „Cuticula“), in denen die Öle gebildet und aufbewahrt werden, zu erkennen.

Früher hatten wir in einer selbstgebauten Sichtzellen-Apparatur getrocknete und feuchte Thymian- sowie getrocknete Oreganoblätter einer erhöhten Temperatur und Unterdrücken ausgesetzt. Durch den erhöhten Ätherisch-Öl-Dampfdruck bei geringem Gegendruck können die Drüsenschuppen platzen /1/.

Die Messungen in einer modifizierten Sichtzelle mit feuchtem Oregano bei 60 und 80 °C ergaben, dass die Ölzellen bei ca. 25 mbar Unterdruck temperaturunabhängig aufplatzen. Bei stärkeren Unterdrücken bis 200 mbar abs. ist der Anteil geöffneter Ölzellen, aus denen nun Öl leichter verdampfen dürfte, bei 80 °C mit 99 % deutlich höher als bei 60 °C (95%). /2/

Allerdings ergibt sich bei anderer Methodik, bei dem für jede Versuchsbedingung ein neues frisches Blatt in die Sichtzelle eingebracht wird, ein anderes Bild. Offenbar sind Drüsenschuppen eher erntefrischer Pflanzen stabiler.

Nunmehr wurde erneut mit Thymian-Blättern untersucht, nun auch erntefrisch und bei niedrigeren Temperaturen für einen besseren Vergleich mit den stark unterschiedlichen „Oreganoergebnissen“, was besonders auf unterschiedliche Drüsenschuppengrößen und Cuticulastärken zurückgeführt wird.

1) *Hüttemann, N., Schwarzer, K., Wilhelm, P., Müller, U.: „Untersuchung zur Zerstörung der Ätherisch Ölzellen bei der Sattdampfbehandlung von Pflanzenmaterial“ Poster zur ProcessNet-FG-Sitzung Lebensmittelverfahrens-technik, Freising, 26.-28.2.2014*
2) *Barakat, B., Schwarzer, K., Wilhelm, P., Müller, U.: „Untersuchung des Drüsenschuppenaufschlusses bei Oregano-Pflanzen in Abhängigkeit vom Druck und der Temperatur mittels einer modifizierten Sichtzellen-Apparatur“ Poster zur ProcessNet-FG-Sitzung Lebensmittelverfahrenstechnik am 14./15.3.2023 in Bochum*

Bekämpfung von PA-Unkräutern: Forschungsansätze und Einsatz autonomer Hacktechnik

Dr. Katrin Keipp[1], Josef Schmidt[2]

[1)] PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, 06556 Artern / Unstrut

[2)] digital workbench gmbh, St.-Gangolf-Str. 2, 85139 Wettstetten

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind natürlich vorkommende Giftstoffe, die vor allem bei Pflanzen der Familie *Asteraceae* und *Boraginaceae* auftreten. Die Synthese dieser Giftstoffe erfolgt zum Schutz gegen Fressfeinde der Pflanzen. PA sind allerdings auch giftig für den Menschen. Sie werden in der Leber abgebaut, wodurch toxische Abfallprodukte zur Störung der Leberfunktion führen können. Eine Kontamination von Lebensmitteln erfolgt über die Ernte, der für den Tee bestimmten Pflanzen. Aufgrund von oft unregelmäßiger Verteilung der PA-haltigen Unkräuter im Feld ist es schwierig, während der Ernte eine Selektion des Erntegutes vorzunehmen. Das in Deutschland wohl wichtigste PA-Unkraut ist das Gewöhnliche Greiskraut (*Senecio vulgaris*), welches sehr hohe Konzentrationen an den giftigen Alkalioden synthetisiert. Seine nahen Verwandten, das Frühlings-Greiskraut, das Klebrige Greiskraut oder auch das Schmalblättrige Greiskraut bringen ebenfalls eine hohe PA-Belastung mit, sind aber aufgrund ihrer geringeren Verbreitung auf Ackerflächen aktuell nicht so problematisch. Ein weiteres Problem stellt die fast ganzjährige Pflanzenentwicklung dar.

Die Pharmaplant befasst sich bereits seit mehreren Jahren mit verschiedenen Methoden zur Eindämmung und Bekämpfung von PA-Unkräutern:

1. Unkrautdatenbank: Im Rahmen einer Zusammenarbeit konnte über ein vom BMEL gefördertes Verbundvorhaben ein ausführliches Merkblatt und Steckbriefe zu den wichtigsten PA-Unkräuter generiert werden.
2. Herbizidversuche: Die Pharmaplant bringt einen hohen Erfahrungsschatz an der Versuchsdurchführung mit Herbiziden mit und auch zukünftig bleibt der Einsatz von chemischem Pflanzenschutz eine Kernfrage im praktischen Anbau.
3. Vermeidung von Fremdsameneinträgen: Die Sauberkeit des auszubringenden Saatgutes ist von besonderer Bedeutung, um keine zusätzliche PA-Belastung durch die Aussaat ins Feld zu bringen. Eine vom BMEL geförderte Studie zeigte, dass zumeist die höchste Vorbelastung mit Fremdsaatgut (nicht ausschließlich PA) bei Kamillesaatgut vorhanden ist. Ein besonders hohes Risiko zur Feldkontamination durch gekauftes Saatgut, konnte anhand der gezogenen Stichproben bislang nicht bestätigt werden.
4. Mechanische Unkrautbekämpfung: In einem dreijährigen Freilandversuch mit Kamille konnte die Pharmaplant in einem vom BMEL geförderten Projekt viel Erfahrung im Einsatz von mechanischen, chemischen und physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen gegen Unkräuter sammeln. Besonders erfolgreich erweisen sich chemisch-mechanische Kombinationen und der Einsatz von Striegel und Hacke.

Alle Studien zeigen allerdings, dass die Bekämpfung unmittelbar im Bestand erfolgen sollte. Das Saatgut ist zumeist nicht der ausschlaggebende Faktor und eine Reinigung nach der Ernte ist sehr aufwändig. Der Erhalt der Feldhygiene steht vor zunehmenden Herausforderungen. Ein Arbeitskräftemangel im Bereich Landwirtschaft ist bereits jetzt spürbar und die Limitierung

von geeigneten chemischen Mitteln nimmt parallel zu. Zusätzlich kann die Feldreinigung in bereits sehr dichten Beständen durch das Befahren mit schweren Maschinen und Begehen der Feldkräfte große Bestandsschäden verursachen. Auch der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen ist daher angehalten, die immer stärker zunehmende autonome Technik zum Schutz der Kulturen und zur Einsparung von Personal zu berücksichtigen.

Die digital workbench gmbh beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Automatisierung von derzeit manuell durchgeführten Arbeitsprozessen im Feldbau. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei den selektiven Verfahren, um z.B. punktuell Beikräuter wie das Greiskraut auf dem Acker zu entfernen. Entscheidend für die selektiven Verfahren ist die Kombination aus Sensorik zur Erkennung und Verortung der zu bearbeitenden Pflanze sowie Aktorik, um die detektierte Pflanze im gleichen Arbeitsgang bearbeiten zu können. Gemeinsam mit Pharmaplant wurde ein einfacher Proof of Concept zur Detektion von Greiskraut auf dem Feld mit mobiler Kameratechnik in 2023 durchgeführt, mit dem eine sehr hohe Trefferquote mit den Testdaten erreicht werden konnte. Diese bildverarbeitende Sensorik müsste im nächsten Schritt mit umfangreicherem Bildmaterial trainiert und optimiert werden, um unter verschiedensten Bedingungen auf dem Acker zuverlässig zu funktionieren. Eine leistungsfähige Aktorik zur Entfernung befindet sich bei der digital workbench gmbh derzeit in der Erprobung und soll in naher Zukunft einsatzfähig zur Verfügung stehen. Sensorik und Aktorik sollen anschließend auf der autonomen Multiträgerplattform Tipard von digital workbench zum Einsatz kommen, womit sich direkt auf dem Feld ein vollautomatisierter Entfernungsprozess von Greiskraut mit einer Arbeitsbreite von drei Metern realisieren lässt.

Control of PA weeds: Research approaches and use of autonomous hoeing technology

Pyrrolizidine alkaloids (PA) are natural toxins. These toxins are synthesized to protect the plants against predators. However, PAs are also metabolized by the human liver intotoxic products that can lead to liver dysfunction. The most important PA weed in Germany is the common ragweed (*Senecio vulgaris*), which accumulates very high concentrations of the toxic alkaloids. Pharmaplant has been working for many years on various methods for the containment and control of PA weeds

1. Weed database: As part of a collaboration, detailed fact sheets on the most important PA weeds were generated within the frame of a BMEL funded project.
2. Herbicide trials: Pharmaplant has a wealth of experience in conducting experiments with herbicides and the use of chemical plant protection will remain a key practice in future cultivation.
3. Avoidance of foreign toxic seeds: Seed purity is of particular importance in order to avoid bringing additional PA contamination into the field through sowing. A study funded by the BMEL showed that the highest pre-contamination with foreign seeds (not exclusively PA) is usually present in chamomile seed lots. A particularly high risk of field contamination from purchased seed has not yet been confirmed on the basis of the samples taken.
4. Mechanical weed control: In a three-year field experiment with chamomile, Pharmaplant was able to gain a lot of experience in the use of mechanical, chemical and physical control methods against weeds in a project funded by the BMEL. Chemical-mechanical combinations and the use of harrows and hoes proved to be particularly successful.

All studies show that control of PA-weeds should be carried out directly in the field. But field-hygiene is facing increasing challenges. A shortage of labour in agriculture is already noticeable

and the limitation of suitable chemical agents is increasing. For the cultivation of medicinal and aromatic plants is therefore key to take into account increasing use of autonomous technology. For several years, digital workbench gmbh has been working on the automation of work processes in the field cultivation that are currently carried out manually. Special attention is paid to selective methods, e.g. for the selective removal of weeds such as *Senecio vulgaris* in the field. The combination of sensor technology for detecting and locating the plant to be processed and actuator technology for processing the detected plant in the same operation is crucial for selective processes. Together with Pharmaplant GmbH, a proof of concept for the detection of *Senecio vulgaris* in the field with mobile camera technology was carried out in 2023, with which a very high hit rate could be achieved with the test data. In the next step, this image-processing sensor technology would have to be trained and optimized with more extensive image material in order to function reliably under a wide range of conditions in the field. A powerful actuator system for removal is currently being tested at digital workbench gmbh and should be ready for use in the near future. Sensors and actuators will then be used on digital workbench's Tipard autonomous multi-carrier platform, which will enable a fully automated weed removal process with a working width of three meters to be implemented directly in the field.

Characterization of various Frankincense and Myrrh Species applying ATR-FTIR and FT-NIR Spectroscopy Methods

Dr. Andrea Krähmer[1], Girma Ilayas Obersat[2], Claudia Beleites[3], Dr. Hartwig Schulz[4]

[1)] Julius Kühn Institute, Institute of Ecological Chemistry, Plant Analysis and Stored Product Protection, 14195 Berlin, [2)] Nature-is-Unique, [3)] Chemometrix GmbH,-61200 Wölfersheim

[4)] Consulting of Medicinal and Aromatic Plants, 14532 Stahnsdorf

Frankincense and myrrh resin, extracted from the wounded bark of various species of *Boswellia* (e.g. *B. serrata*, *B. sacra*, *B. carterii*, *B. papyrifera*) and *Commiphora*, are described in numerous ancient texts and still represent an important commodity today, especially in the Arabian Peninsula, East Africa and India since at least the third millennium BC. The oleoresin extracted from *Boswellia serrata* (so-called "Indian frankincense") is still widely used today in Ayurvedic and other traditional medical systems [1]. First non-destructive measurements of frankincense, myrrh and other resins and gums were carried out with FT-Raman spectroscopy [2,3]. Furthermore, there have already been first attempts to use IR spectroscopy also for the identification of *Bowellia* samples of different geographical origin [4]. The essential oils obtained from the resin, mainly used in perfumery/cosmetics, are usually characterized by GC-MS [5]. In contrast, the boswellic acids mainly applied in phytopharmacy are analyzed using HPLC-MS [6]. Since the chromatographic methods mentioned are comparatively time-consuming and expensive, there is a certain need to provide rapid spectroscopic methods that enable a simple characterization of the various *Boswellia* resins and products obtained therefrom. In this context the chemical profiles of 14 *Boswellia* and four *Commiphora* essential oils were analyzed using Attenuated Total Reflectance (ATR) FTIR and Near Infrared (NIR) spectroscopy methods. In combination with multivariate data analysis, qualitative calibrations were successfully developed to distinguish between the individual *Boswellia* and *Commiphora* essential oils based on their respective monoterpene profiles. Furthermore, it was generally possible to identify endangered species such as *Boswellia papyrifera* and thus carry out a regional classification of different *Boswellia* origins. In addition, the spectroscopic methods can be used for rapid on-site measurements, for quality assurance at producers and traders and at customs when exporting the resins.

References

1) *Sultana A.; Padmaja A. (2013) Boswellia serrata Roxb. a traditional herb with versatile pharmacological activity: A review. Int. J. Pharm. Sci. Res. Molecular and Biomolecular Spectroscopy 4, 2106*

2) *Edwards, H.G.M.; Falk, M.J. (1997) Fourier-transform Raman spectroscopic study of frankincense and myrrh. Spectrochim. Acta Part A: 53, 2393*

3) *Daher, C.; Bellot-Gurlet, L.; Le Hô, A.-S.; Paris, C.; Regert, M. (2013) Advanced discriminating criteria for natural organic substances of cultural heritage interest: spectral decomposition and multivariate analyses of FT-Raman and FT-IR signatures.*

4) *Talanta 115, 540; doi:10.1016/j.talanta.2013.06.014*

5) *Archier, P.; Vieillescazes, C. (2000) Characterisation of various geographical origin incense based on chemical criteria. Analusis, 28, 233; doi.org/10.1051/analusis:2000112*

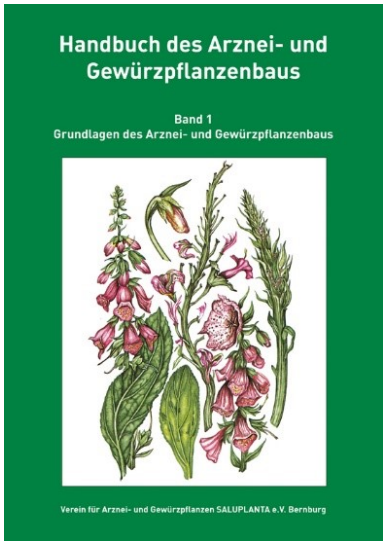
6) *van Vuuren, S.F.; Kamatou, G.P.P.; Viljoen, A.M. (2010) Volatile composition and antimicrobial activity of twenty commercial frankincense essential oil samples, South African Journal of Botany 76, 686, doi:10.1016/j.sajb.2010.06.001*

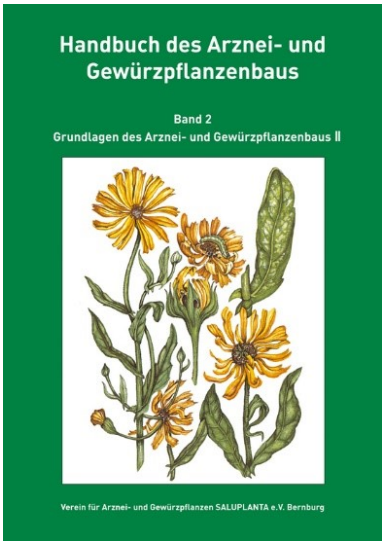
7) *Schmiech, M.; Lang, S.J.; Werner, K.; Rashan, L.J.; Syrovets; T.; Simmet, T (2019) Comparative analysis of pentacyclic triterpenic acid compositions in oleogum resins of different Boswellia species and their in vitro cytotoxicity against treatment-resistant human breast cancer cells. Molecules, 24, 2153; doi:10.3390/molecules24112153*

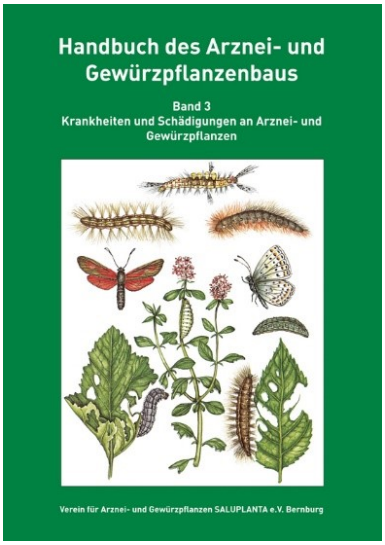
Das Standardwerk des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus

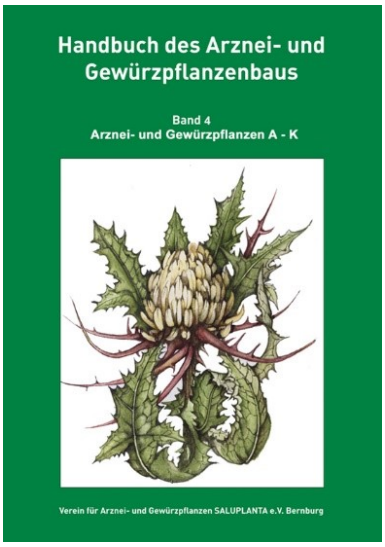
Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Band 1-5

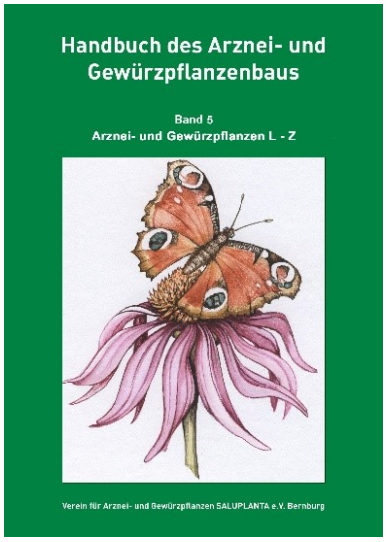
Das wissenschaftliche Handbuch versteht sich als Anleitung und Nachschlagewerk für Wissenschaftler, Studenten und Fachleute der Fachgebiete Landwirtschaft und Gartenbau, Medizin und Pharmazie, Ernährungswissenschaft, Kosmetik, Naturstoffforschung, für Ärzte, Apotheker, Heilpraktiker, Mitarbeiter von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











Herausgeber: Verein SALUPLANTA® e.V., Bernburg

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

Das Standardwerk des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus

Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Band 1-5

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

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

Band 3: Krankheiten und Schädigungen an Arznei- & Gewürzpflanzen

416 Seiten, 9 Autoren, 75 Farbtafeln.

Erschienen 2007

ISBN 978-3-935971-34-8

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

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

Bestellung:
per Post: Dr. Junghanns GmbH, OT Groß Schierstedt, Aue 182, D-06449 Aschersleben
per E-Mail: bestellung@saluplanta.de

Rückblick auf das 33. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen am 21. und 22.02.2023 im Julius Kühn-Institut in Quedlinburg

▲
Dr. Severin Polreich, MAWEA Majoranwerk Aschersleben; Prof. Dr. Frank Marthe, Julius Kühn-Institut; Dr. Thomas Ziegler, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR); Martin Junghanns, Universität Hohenheim; (v.l.n.r.)

▲
Dr. Motoko Igarashi, National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition (NIBIOHN), Partnerland 2023 Japan;
Dr. Annette Kusterer, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG);
Thomas Pfeiffer, Deutscher Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen DFA

Aisalkyn Azhybaeva, S. Naamatov Staatliche Universität Naryn, Partnerland 2023 Kirgistan
▼

Die FNR unterstützte als Mitveranstalter die Vorbereitungen zum Bernburger Winterseminar: Dietmar Kemnitz, Wenke Stelter, Jacob Fiedler, Lydia Pohlan (v.l.n.r)
▼

Bereits vormerken!!!

35. Bernburger Winterseminar

Arznei- und Gewürzpflanzen

18. und 19.02.2025