

**Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen  
Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung  
Pyrrolizidinalkaloid-haltiger Unkräuter**

**Laufzeit** 01.01.2015 – 30.04.2019

**Forschungsstellen** **Forschungsstelle 1**  
PHARMAPLANT  
Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH  
Am Westbahnhof 4  
06556 Artern

**Forschungsstelle 2**  
Technische Universität Braunschweig  
Institut für Pflanzenbiologie  
Mendelssohnstraße 4  
38106 Braunschweig

**Projektleitung** Dr. Andreas Plescher (Forschungsstelle 1)  
Prof. Dr. Dirk Selmar (Forschungsstelle 2)

**Förderung** Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung  
und Landwirtschaft unter den Förderkennzei-  
chen Nr. 22007914 aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestags.

Gefördert durch:  
 Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

  
Fachagentur Nachwachstums-Substanzen e.V.

**Problemstellung/Zielsetzung**

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlichte im Jahr 2013 die Ergebnisse des Forschungsprojekts „Bestimmung von Pyrrolizidinalkaloiden in Lebens- und Futtermitteln“. In dieser Studie wurden in 221 untersuchten handelsüblichen Teeproben Pyrrolizidinalkaloid (PA)-Summengehalte von 0 bis 3,4 mg/kg Trockenprodukt nachgewiesen. Einige der nachgewiesenen PA wirken geno- und hepatotoxisch, so dass laut BfR eine Senkung der Konzentration im Sinne des Verbraucherschutzes anzustreben ist; eine direkte Gefährdung der Bevölkerung wurde ausgeschlossen.

Außer bei bekannten PA-haltigen Arzneipflanzen wie Pestwurz und Beinwell finden sich diese Substanzen bei verschiedenen Ackerunkräutern wie Greiskraut, Sonnenwende, Natternkopf, Ackervergissmeinnicht und *Crotalaria*-Arten. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass die festgestellte PA-Belastung von Tees auf die Miternte der entsprechenden Unkräuter zurückzuführen ist. Dabei reicht die Miternte von wenigen Unkrautpflanzen pro Hektar aus, um eine PA-Belastung in Tees zu erreichen.

Das Forschungsvorhaben wurde 2015 gestartet, um die botanischen/herbologischen Ursachen zu klären, die zur Kontamination von Lebens- und pflanzlichen Arzneimitteln mit PA führen. Diese Ursachenklärung war eine Empfehlung des BfR an die betreffenden Wirtschaftskreise in der Studie von 2013.

Das Vorhaben gliedert sich in zwei Teile:

**Teilvorhaben 1** (Bearbeitung durch Forschungsstelle 1):

#### **Erfassung der Unkrautflora in Arzneipflanzenkulturen und Erstellung einer PA-Unkrautdatenbank**

Das Teilvorhaben konzentriert sich auf den Kontaminationsweg des Eintrages PA-haltiger Unkrautpartikel in das Erntegut krautiger Kulturpflanzen (Mitbeerntung). Das Vorkommen von PA-Unkräutern wird nach Art und Anzahl auf den Arzneipflanzenfeldern erfasst und es wird das Mitbeerntungsrisiko abgeschätzt.

**Teilvorhaben 2** (Bearbeitung durch Forschungsstelle 2):

#### **Untersuchungen der PA-Unkraut-Kulturpflanze-Wechselwirkung, PA-Transfer über den Boden**

Das Teilvorhaben konzentriert sich auf die Aufnahme von PA aus dem Boden durch die Kulturpflanzenarten. Dabei können die PA durch Auswaschung aus absterbenden oder abgestorbenen PA-Unkräutern oder durch Exsudation aus den Wurzeln lebender PA-Beikräuter in den Boden eingetragen werden.

## **Ergebnisse**

**Teilvorhaben 1:**

In den Bearbeitungsjahren 2015 bis 2017 sind 119 konventionell und 98 ökologisch bewirtschaftete Schläge deutschlandweit verteilt auf die Kulturen Kamille (N= 30), Melisse (N= 44), Petersilie (N= 42), Pfefferminze (N= 58), Thymian (N= 25) und Salbei (N=18) hinsichtlich des Unkrautvorkommens bonitiert worden. Die Verunkrautung lag im Mittel bei ca. 70.000 Beikräutern je Hektar mit kulturspezifischen Unterschieden. Die Gesamtzahl an aufgefundenen zweikeimblättrigen Beikrautarten lag bei 197. Gräser wurden artunspezifisch bonitiert.

Der durchschnittliche Anteil an PA-haltigen Pflanzen von ca. 1,7% der Gesamtverunkrautung fällt dabei verhältnismäßig gering aus. Es wurden 552 Unkrautanalysen durchgeführt. Bei 141 Arten kann eine PA-Bildung ausgeschlossen werden. Es fanden sich 10 schon bekannte PA-haltige Unkräuter. Hierbei handelte es sich um 4 verschiedene Greiskraut-Arten (Gattung *Senecio*), 2 Vergissmeinnicht-Arten (Gattung *Myosotis*), Acker-Krummhals (*Anchusa arvensis*), Acker-Steinsame (*Buglossoides arvensis*), Huflattich (*Tussilago farfara*) und Gewöhnlichen Beinwell (*Symphytum officinale*). Unter ihnen hatte das Gewöhnliche Greiskraut (*Senecio vulgaris*) aufgrund seines häufigen Auftretens (Auffindung auf 44% der Schläge) und seines hohen Gesamt-PA-Gehalts (im Mittel 1.310 mg/kg LTM) die größte Bedeutung. An zweiter Stelle fand sich das Acker- Vergissmeinnicht (*Myosotis arvensis*) (Auffindung auf 19% der Schläge). Der PA-Gehalt lag jedoch bei dieser Art im Mittel bei nur ca. 18 mg/kg LTM. Die anderen 7 PA-Unkrautarten wurden sehr selten aufgefunden. Bei der Gattung *Senecio* scheinen jedoch hohe PA-Gehalte über 1.000 mg/kg häufig aufzutreten. So zeigten

Einzelproben von Schmalblättrigem Greiskraut (*Senecio inaequidens*) und Frühlings-Greiskraut (*Senecio vernalis*) Gehalte von über 2.000 bzw. 6.000 mg/kg LTM. Gemessene PA-Belastungen in untersuchten Erntegutproben erfolgten vermutlich ausschließlich durch Eintragungen von *Senecio vulgaris*. Auffällig war eine spotartige Verteilung von *S. vulgaris* im Feld, was sowohl das Erstellen einer repräsentativen schlag-spezifischen Erntegutprobe als auch ein sicheres Auffinden im Schlag erschwerte.

## Teilvorhaben 2:

In der ersten Phase des Projekts konnte mit Mulchversuchen nachgewiesen werden, dass PA aus *Senecio jacobaea*-Blattmaterial ausgewaschen und über den Boden in die Akzeptorpflanzen Pfefferminze, Petersilie, Melisse und Kamille aufgenommen werden. Damit ist belegt, dass neben der klassischen Problematik der Miternte PA-haltiger Unkräuter auch der horizontale Naturstoff-Transfer grundsätzlich für Kontaminationen von Nutzpflanzen verantwortlich sein kann. Diese Erkenntnisse haben eine große Relevanz für die Praxis. Um PA-Kontaminationen zu vermeiden, ist es unabdingbar, die PA-haltigen Bei- und Unkräuter im Zuge der Unkrautbekämpfung nicht nur abzuhacken bzw. herauszureißen, sondern die Pflanzen vollständig aus dem Feld zu entfernen.

Basierend auf diesen Ergebnissen zum horizontalen Naturstofftransfer erschien es nicht ausgeschlossen, dass PA aus den Wurzeln lebender und intakter PA-Pflanzen in den Boden abgegeben werden. Dieser Möglichkeit wurde in sogenannten "Co-Kultur-Ansätzen" in Pflanzgefäßen nachgegangen. Dabei zeigte sich, dass PA der *Senecio jacobaea*-Pflanzen, die zusammen mit Petersiliepflanzen kultiviert wurden, in die Akzeptor-Pflanzen übertragen wurden. Inzwischen wurden diese Erkenntnisse durch entsprechende Co-Kultur-Experimente unter Feldbedingungen mit mehreren Akzeptorpflanzen (Kamille, Pfefferminze, Petersilie, Melisse, Kapuzinerkresse) bestätigt.

Weiterhin zeigten die Untersuchungen, dass die nachweisbaren Mengen der aufgenommenen PA innerhalb einer Woche deutlich zurückgingen. Da eine vollständige Stoffwechselung sehr unwahrscheinlich erschien, war anzunehmen, dass die aufgenommenen PA lediglich geringfügig modifiziert wurden, z.B. durch Hydroxylierungen, Glucosylierungen, Esterspaltungen oder das Anheften von Glutathion. Da derartige Metabolisierungsprodukte der PAs mit der Standardanalytik nicht erfasst werden (hier werden die 35 genuinen PA quantifiziert), wurden die Proben mit Hilfe der alternativen Summenparameter-Methode analysiert. Bei diesen Analysen zeigte sich, dass die mit Hilfe der Summenparameter-Methode ermittelten PA-Gehalte der Akzeptorpflanzen deutlich höher waren als die Alkaloidgehalte, die mit Hilfe der Standardmethode bestimmt wurden. Aufgrund dieser Ergebnisse war zu vermuten, dass ein Teil der PA-Kontaminationen - nach Modifizierung der PA in der Akzeptorpflanze - der Standardanalytik verborgen bleibt. Untersuchungen hierzu bestätigten die Annahme. Untersuchungen zur Identifizierung dieser PA-Derivate werden aktuell, auch nach dem offiziellen Projektende, weitergeführt.

## Projektbezogene Veröffentlichungen

### Teilvorhaben 1:

Plescher, A.

Pyrrrolizidinalkaloide in pflanzlichen Rohstoffen für Tees und teeähnliche Erzeugnisse - eine neue Herausforderung für die landwirtschaftliche Produktion der Sonderkulturen  
Vortrag auf dem Statusseminar „Tee und Honig, alte Lebensmittel mit neuen Herausforderungen - Pyrrrolizidinalkaloide zwischen Skandalisierung und Bagatellisierung“, Institut Kirchhoff, 26. Februar 2014, Berlin

Wahl, S.; Plescher, A.

Pyrrrolizidinalkaloide in Arznei- und Gewürzpflanzen  
Vortrag auf dem Fachseminar für den ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau des Förderverein ökologischer Arznei- und Gewürzpflanzenanbau Ökoplant e.V., 24. Januar 2015, Altenkirchen

Plescher, A.; Wahl, S.

Pyrrrolizidinalkaloide in Gewürz, Tee und Küchenkräutern  
Vortrag auf dem Feldtag der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), 10. Juni 2015, Großenstein

Hickethier, A.

Pyrrrolizidine Alkaloids in Medicinal, Spice, Tea and Culinary Herbs  
Vortrag auf dem Workshop „Pyrrrolizidinalkaloide“ der European Herbs Growers Association (EUROPAM), 24. Juni 2015, Budapest, Ungarn

Wahl, S.; Plescher, A.

PA-Unkrautdatenbank-Projekt  
Vortrag auf der Sitzung des deutschen Fachausschusses für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen (DFA), 16. September 2015, Schwäbisch Gmünd

Wahl, S.; Plescher, A.; Blum, H.

PA-Unkrautdatenbank-Projekt  
Vortrag auf der Sitzung des Projektberatenden Ausschusses zum Vorhaben „Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrrolizidinalkaloid-haltiger Unkräuter und Erstellung einer PA-Unkrautdatenbank“, 3. November 2015, Bonn

Plescher, A.

Pyrrrolizidinalkaloide in Arznei- und Gewürzpflanzen  
Vortrag auf der 4. Fachtagung Netzwerk Kräuter BW „Biologische Vielfalt und Qualität bei Heil- Kosmetik- und Gewürzpflanzen“, 27. November 2015, Hohenheim

Wahl, S.; Plescher, A.; Blum, H.

PA-Unkrautdatenbank-Projekt - aktueller Stand  
Vortrag auf der Sitzung der FAH-Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“, 8. Dezember 2015, Bonn

Plescher, A.

Pyrrrolizidinalkaloide in Arznei-, Gewürz-, Tee- und Küchenkräuterprodukten: Aufbau einer nationalen PA-Unkrautdatenbank  
Vortrag auf dem 26. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen des Vereins für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., 24. Februar 2016, Bernburg

Wahl, S.; Plescher, A.; Hicketier, A.; Blum, H.

Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloid-haltiger Unkräuter

Vortrag auf dem Workshop FAH-„Pyrrolizidinalkaloide“ - Aktueller Stand bei Ausgangsstoffen für pflanzliche Arzneimittel und deren Zubereitungen sowie Maßnahmen zur Belastungsreduzierung in der Landwirtschaft“, 13. April 2016, Bonn

Wahl, S.; Plescher, A.; Blum, H.

Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter - Aktueller Stand

Vortrag auf der Sitzung der FAH-Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“, 12. Mai 2016, Ingelheim

Plescher, A.

Survey of the location and species specific weed flora in medicinal plant cultivation in Germany with a particular focus on pyrrolizidine alkaloid plants - Results 2015

Vortrag auf dem Workshop „Pyrrolizidinalkaloide“ der European Herbs Growers Association (EUROPAM), 7. Juli 2016, Krems, Österreich

Plescher, A.

Projekt „Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter“

Vortrag auf der Südtiroler Kräuter-Fachtagung, 22. Oktober 2016, Meran, Italien

Wahl, S.; Plescher, A.; Nitzsche, J.; Blum, H.

Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter - Aktueller Stand

Vortrag auf der Sitzung der FAH-Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“, 24. November 2016, Bonn

Wahl, S.; Plescher, A.; Nitzsche, J.; Blum, H.

Erfassung der Beikrautflora in Arznei- und Gewürzpflanzen- Beständen unter besonderer Berücksichtigung PA-haltiger Unkräuter

Vortrag auf der 3. Tagung der FNR „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“, 20.-21. Juni 2017, Schweinfurt

Wahl, S.

Vorstellung der Projektergebnisse: Erfassung der Beikrautflora in Arznei- und Gewürzpflanzen-Beständen unter besonderer Berücksichtigung PA-haltiger Unkräuter

Vortrag beim Anbauertreffen NRW, 5. September 2017, Klein- Altendorf

Wahl, S.; Plescher, A.; Nitzsche, J.; Blum, H.

Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter - Aktueller Stand

Vortrag auf der Sitzung der FAH-Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“, 8. November 2017, Bonn

Plescher, A.

Vorstellung der Projektergebnisse: Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter

Vortrag 5. Fachtagung des Netzwerk Kräuter BW, 1. Dezember 2017, Hohenheim

Nitzsche, J; Plescher, A; Wahl, S.; Blum, H.

Projektvorstellung: Erfassung der standortabhängigen und kulturpflanzenspezifischen Beikrautflora in Arzneipflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung Pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter

Vortrag PA-Workshop Iteipmai-Chemille, 17.- 18. Januar 2018, Iteipmai-Chemille (FR)

Plescher, A., Nitzsche, J.; Wahl, S.; Blum, H.

Pyrrolizidinalkaloide in Arznei-, Gewürz-, Tee- und Küchenkräuterprodukten: Aufbau einer nationalen PA-Unkrautdatenbank

Vortrag auf dem 28. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen des Vereins für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., 20.- 21. Februar 2018, Bernburg

Nitzsche, J; Plescher, A; Wahl, S.

Pyrrolizidinalkaloid-haltige Beikräuter in Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen - Verbreitung und Gefahr der Kontamination von Ernteprodukten in Deutschland

Vortrag Unkrauttagung, 27. Februar - 1. März 2018, Braunschweig

## Teilvorhaben 2:

Nowak, M.; Selmar D.

Cellular distribution of alkaloids and their translocation via phloem and xylem: the importance of compartment pH

Plant Biology (2016), 18(6), 879-882

Selmar, D.

Pyrrolizidinalkaloide in Lebensmitteln: verantwortungsvolles Handeln zwischen Angst und Abwiegeln

Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2016), 11 (2), 101-103

Nowak, M.; Wittke, C.; Lederer, I.; Klier, B.; Kleinwächter, M.; Selmar, D.

Interspecific transfer of pyrrolizidine alkaloids: An unconsidered source of contaminations of phytopharmaceuticals and plant derived commodities

Food Chemistry (2016), 213, 163-168

Nowak, M.; Selmar, D.

The role of *N*-oxides in allocation of pyrrolizidine alkaloids in plants

Plant Biology (2016), 18, 879–882

Yahyazadeh, M.; Nowak, M.; Kima, H.; Selmar, D.

Horizontal natural product transfer: A potential source of alkaloidal contaminants in phytopharmaceuticals

Phytomedicine (2017), 34, 21-25

Nowak, M.; Yahyazadeh, M.; Lewerez, L.; Selmar, D. (2017)

Contamination of medicinal and aromatic herbs by Horizontal Natural Product Transfer  
In: Ghorbanpour, M.; Varma, A.

Medicinal Plants and Environmental Challenges

Springer International Publishing: 215-226

## Vorträge

Selmar, D.

Horizontal Transfer of Natural Products: A so far unconsidered source of contaminations of plant-derived commodities

15th International Congress of the International Society for Ethno-Pharmacology in Petra, Jordanien, 5. - 6. Mai 2015

Selmar, D.

Die Aufnahme von Pyrrolizidinalkaloiden aus dem Boden: Ein Beispiel für den horizontalen Transfer von Naturstoffen.

16. BfR-Forum Verbraucherschutz: Pyrrolizidinalkaloide – Herausforderungen an Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin, 3. Dezember 2015

Selmar, D.

Die Aufnahme von Pyrrolizidinalkaloiden aus dem Boden: Ein Beispiel für den horizontalen Transfer von Naturstoffen

Workshop „Pyrrolizidinalkaloide - Aktueller Stand bei Ausgangsstoffen für pflanzliche Arzneimittel und deren Zubereitungen sowie Maßnahmen zur Belastungsreduzierung in der Landwirtschaft“, Bonn, 13. April 2016

Selmar, D.

Uptake of pyrrolizidine alkaloids – an intriguing example for the "Horizontal Natural Product Transfer“

2nd EUROPAM Workshop: “Medicinal and Aromatic Plants: Pyrrolizidine Alkaloids, GACP, Breeding and Harvesting”, Wien, 7. Juli 2016

Selmar, D.

Horizontal Natural Product Transfer – The relevance of the newly discovered phenomenon for applied botany.

Botanikertagung, Kiel, 18. - 21. September 2017

Selmar, D.

Horizontaler Naturstoff-Transfer von Pyrrolizidin-Alkaloiden: Neue Erkenntnisse über potentielle Kontaminationspfade in Kräuter und Gewürze

Tagung der Gesellschaft der Deutschen Lebensmitteltechnologien "GDL-Symposium Kräuter- und Gewürztechnologie", Fulda, 11. - 12. Oktober 2017