



LEBENSMITTELVERBAND
Deutschland

Code of Practice

zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination
von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden



Herausgeber:
Lebensmittelverband Deutschland e. V.
Claire-Waldoff-Straße 7
10117 Berlin

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, Übersetzung und fotografische Wiedergabe –
auch auszugsweise – nur mit Genehmigung durch den
Lebensmittelverband Deutschland gestattet.

Auflage 12/2019

Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden

Die deutsche Land- und Ernährungswirtschaft ist sich ihrer Verantwortung für die Herstellung qualitativ hochwertiger und sicherer Lebensmittel bewusst. Aus diesem Grunde hat sie diese Handlungsempfehlungen (Code of Practice; CoP) zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden erstellt. Der vorliegende CoP nimmt Teile des Code of Practice des Codex Alimentarius zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln und Futtermitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden durch Beikrautkontrolle [1] auf. Diese Teile wurden überprüft und bei Bedarf aktualisiert, ergänzt und an die Situation der Lebensmittelwirtschaft in Deutschland angepasst. Neben allgemein gültigen Maßnahmen zur Minimierung der Gehalte von Pyrrolizidinalkaloiden in Lebensmitteln enthält der CoP branchen- und/oder produktspezifische Maßnahmen, die aus branchenspezifischen CoP entnommen wurden oder in diesem CoP erstmals beschrieben werden. Der CoP soll es den Anwendern ermöglichen, Maßnahmen zu ergreifen, mit deren Hilfe eine Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden verringert werden kann. Er versteht sich damit als Hilfsmittel für die Praxis zur Gewährleistung eines vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes. Darüber hinaus soll der gesundheitliche Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere sichergestellt werden.

Inhalt

Allgemeiner Teil	5
1. Inhaltliche Einführung	5
2. Anwendungsbereich, Aufbau und Grenzen des CoP	7
3. Allgemeine Grundsätze zur Kontrolle von PA-bildenden Pflanzen	8
Produkt-/branchenspezifische Teile	11
4. Landwirtschaftliche Nutzpflanzen / pflanzliche Lebensmittel	11
4.1. Grundsätze des Beikrautmanagements für PA-Pflanzen auf Kulturflächen	11
4.2. Ackerbau	13
4.3. Gemüsebau – Schnittsalate und Rucola	14
4.4. Anbau von frisch und tiefgefroren vermarkteten Küchenkräutern	14
4.5. Kräutertees und Tee	16
4.6. Pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel	23
5. Honig	28
6. Landwirtschaftliche Nutztiere	29
6.1. Weidemanagement	29
6.2. Gute Fütterungspraxis	31
Anhänge	32
I. Steckbriefe von PA-Pflanzen	32
II. Sammlung von PA-Pflanzen und ihren Pollen, die für die Honigproduktion relevant sind	49
Literaturverzeichnis	50
I. Quellenverzeichnis	50
II. Branchenspezifische Codes of Practice	51
III. Weitere Literatur	51

Allgemeiner Teil

1. Inhaltliche Einführung

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind natürliche Giftstoffe, die von vielen Pflanzen zu ihrem eigenen Schutz gegen Fraßfeinde gebildet werden. Es wird geschätzt, dass über 6000 Pflanzenspezies weltweit PA enthalten. Dazu gehört die gesamte Pflanzenfamilie der Boraginaceae (Borretsch- oder Raublattgewächse), die Gattungen Senecioneae und Eupatoreae aus der Pflanzenfamilie der Korbblütler (Asteraceae) und die Crotalaria-Arten aus der Pflanzenfamilie der Hülsenfrüchtler (Fabaceae). Aufgrund ihrer weiten Verbreitung sind Pyrrolizidinalkaloide für den Menschen, Nutztiere und wildlebende Tiere besonders relevante natürliche Giftstoffe. Pyrrolizidinalkaloide kommen in Form ihrer freien Verbindung (PA) und als N-Oxid (PANO) vor. Es sind insgesamt mehr als 660 PA und deren PANO bekannt [2]. Es gibt vier wesentliche Typen von PA, den Retronecin-Typ, den Heliotridin-Typ, den Otonecin-Typ und den Platynecin-Typ.

Toxizität

Von toxikologischer Relevanz sind die 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloide [2 - 4]. Dazu gehören die PA vom Retronecin-, Heliotridin- und Otonecin-Typ. Diesen Pyrrolizidinalkaloiden werden ähnliche toxikologische Eigenschaften zugeschrieben, wozu lebertoxische, aber auch kanzerogene und mutagene Wirkungen gehören. Das Haupt-Zielorgan für die Toxizität der PA ist die Leber. Bei Tieren sind unterschiedlich stark ausgeprägte Leberschäden und Venenverschluss-Krankheiten die hauptsächlich auftretenden toxischen Effekte. Die Internationale Behörde für Krebsforschung IARC (International Agency for Research on Cancer) hat drei Pyrrolizidinalkaloide, nämlich Lasiocarpin, Monocrotalin und Riddellin, als „möglicherweise krebserregend für den Menschen“ (Kategorie 2 B) eingestuft [5].

Die Wirkstärke der einzelnen PA ist allerdings unterschiedlich. Dies hängt u.a. von der Struktur der einzelnen PA ab. So gibt es Monoester, Diester und zyklische Diester, wobei den zyklischen Diestern die höchste Toxizität und kanzerogene Wirkung zugeschrieben wird. Die relative Wirkstärke der einzelnen Verbindungen zueinander ist Gegenstand aktueller Forschungen, da es bisher an Daten zur oralen Toxizität der einzelnen PA mangelt. Das Konzept der relativen Wirkstärke („relative potency factors“) stellt eine Verfeinerung des bisherigen Ansatzes dar, der die Risikobewertung für die Gruppe der Pyrrolizidinalkaloide auf einzelne PA mit besonders hoher Toxizität (z.B. Riddellin) stützt [6].

Bei den 1,2-ungesättigten PA wird zwischen verschiedenen Formen ihrer Toxizität unterschieden. So wirken PA in hohen Konzentrationen akut toxisch. Bei der Aufnahme geringerer Mengen steht die chronische Toxizität im Vordergrund. Hier unterscheidet man kanzerogene und nicht-kanzerogene Effekte. Die Aufnahme von Pyrrolizidinalkaloiden erfolgt beim Menschen vor allem durch kontaminierte Lebensmittel. Im Vergleich zu den Gehalten von PA in PA-bildenden Pflanzen, die z.T. PA-Gehalte im Bereich g/kg aufweisen, sind die Gehalte von PA in kontaminierten Lebensmitteln zumeist sehr gering. Allerdings kann die regelmäßige Aufnahme geringer Mengen an PA mit der Nahrung bereits ein chronisches Risiko bergen. Die in diesem CoP vorgestellten Handlungsempfehlungen sollen dazu beitragen, dass die Aufnahmemengen an PA und das davon ausgehende Risiko entsprechend dem ALARA-Prinzip („as low as reasonably achievable“) soweit wie möglich begrenzt werden.

Probenahme und Analytik

Befunde von Pyrrolizidinalkaloiden in pflanzlichen Erntegütern resultieren aus „Spot-Kontaminationen“, bei denen PA-bildende Pflanzen, Pflanzenteile oder Samen unbeabsichtigt mitgeerntet werden. So können bereits 6 PA-Pflanzen ein Feld mit 60000 Erntepflanzen unverwertbar machen. Eine sichere repräsentative Probenahme ist aufgrund der Spot-Kontamination, die in etwa mit dem Auftreten bestimmter Mykotoxine vergleichbar ist, nur näherungsweise möglich. Um

ein repräsentatives Untersuchungsergebnis zu erzielen, ist eine geeignete Probenahme jedoch von größter Bedeutung. Bisher liegt allerdings kein optimales Verfahren vor, das dies ermöglicht. Vielmehr hat sich in der Praxis herausgestellt, dass individuelle auf Erfahrungen basierende Verfahren deutlich besser geeignet sind als pauschale Vorgaben und daher bevorzugt werden sollten.

Für die Bestimmung von PA in Lebensmitteln werden heutzutage vorrangig Analysenmethoden verwendet, die auf der Bestimmung einzelner PA mittels LC-MS/MS beruhen. In Deutschland wird zumeist das sog. „BfR 28-Spektrum“ untersucht. Dieses Spektrum enthält 15 PA und 13 PANO [7]. Diese Substanzen sind als Standardsubstanzen kommerziell verfügbar. Von der EFSA wird ein Untersuchungsspektrum von 17 PA/PANO empfohlen [8]. Dieses wurde von der EU-Kommission inzwischen um vier weitere Substanzen (Europin, Europin-N-oxid, Heliotrin, Heliotrin-N-oxid) auf insgesamt 21 PA/PANO ergänzt. Offizielle Analysenmethoden für PA in Lebensmitteln existieren noch nicht, allerdings wurden verschiedene Methoden in-house oder in Laborvergleichsuntersuchungen validiert.

Vorkommen in Lebensmitteln

Pyrrolizidinalkaloide werden in Europa in verschiedenen Lebensmitteln nachgewiesen. In seiner Gesamtbewertung vom September 2016 nennt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) [2] als Hauptquellen für die Aufnahme von PA durch die Nahrung Kräutertees und Tee (*Camellia sinensis*) sowie Honig. Nahrungsergänzungsmittel (NEM), insbesondere solche, die PA-Pflanzen als Zutat enthalten oder aus ihnen bestehen, sowie Kräuter & Gewürze können ebenfalls zur Exposition der Verbraucher mit PA beitragen. Weitere Lebensmittel, die in Einzelfällen mit PA kontaminiert sein können, sind laut BfR Salatismischungen und Blattgemüse sowie Mehle. In fertig abgepackten Salaten, insbes. Rucola, wurden in der Vergangenheit vereinzelt PA-Pflanzen oder -Pflanzenteile gefunden [9]. Hingegen ist der Beitrag von Früchtetees und tierischen Lebensmitteln wie Milch, Eier und Fleisch an der Gesamtaufnahme von PA mit der Nahrung in Europa vernachlässigbar.

Risiko für landwirtschaftliche Nutztiere

Für landwirtschaftliche Nutztiere können PA-Pflanzen ein akutes gesundheitliches Problem darstellen. So können PA-bildende Pflanzen, die auf der Weide wachsen, gefressen werden, oder die Nutztiere nehmen PA über das getrocknete/silierte Grünfutter auf. Beides kann zu Vergiftungen führen, die auch tödlich enden können. Insbesondere Pferde und Rinder reagieren empfindlich auf PA. Zwar meidet das Vieh auf der Weide im Allgemeinen PA-bildende Pflanzen, sie werden jedoch ggf. dann gefressen, wenn geeignetes Futter auf der Weide knapp ist.

Maßnahmen

Obwohl es noch Kenntnislücken in Bezug auf die Toxizität und relative Wirkstärke der einzelnen Pyrrolizidinalkaloide gibt, sollte die Aufnahme von PA über die Nahrung und das Futter wegen der möglichen gesundheitlichen Folgen so gering wie möglich gehalten werden. Um dies zu erreichen, müssen Maßnahmen getroffen werden, die auf die Vermeidung und Reduzierung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden abzielen. Bei der Kultivierung von Nutzpflanzen sind geeignete Vorkehrungen und Maßnahmen zu treffen, die einen Eintrag von PA-Pflanzen in die Anbaufläche und eine Vermehrung auf dem Feld verhindern. Im Falle der landwirtschaftlichen Nutztiere müssen Maßnahmen getroffen werden, damit diese PA-Pflanzen nicht fressen. Für Bienen sind ausreichende alternative Nahrungsquellen zur Verfügung zu stellen, damit sie PA-bildende Pflanzen möglichst nicht anfliegen.

Es sollte hervorgehoben werden, dass PA-Pflanzen Teil eines intakten Ökosystems sind und eine totale Ausrottung von PA-bildenden Pflanzen weder machbar noch aus ökologischen Gründen wünschenswert ist. Eine bewusste Verwendung von PA-Pflanzen für Lebens- und Futtermittel ist andererseits nur dann zu rechtfertigen, wenn das Risiko zuvor entsprechend bewertet wurde.

Ein Beispiel für eine PA-Pflanze, die in der deutschen Küche Verwendung findet und für die eine solche Risikoabwägung durchgeführt werden sollte, stellt Borretsch (*Borago officinalis* L.) dar. Borretsch wird als Zutat beispielsweise in der Sieben-Kräuter-Mischung der bekannten Frankfurter Grünen Soße eingesetzt [10].

2. Anwendungsbereich, Aufbau und Grenzen des CoP

Der vorliegende Code of Practice gibt Empfehlungen zur Vermeidung bzw. in den Fällen, in denen eine Kontamination nicht vollständig vermieden werden kann, zur Reduzierung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden. Darüber hinaus soll der gesundheitliche Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere sichergestellt werden.

Eine wichtige Kontrollmaßnahme zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden ist das Beikrautmanagement, das heißt die Kontrolle, Reduzierung und/oder Entfernung von unerwünschten Pflanzen. Der effektivste Weg zur Kontrolle von PA-Pflanzen kann eine Kombination verschiedener Maßnahmen sein. Maßnahmen des Beikrautmanagements können auch genutzt werden, um die Aufnahme von PA durch landwirtschaftliche Nutztiere und Bienen zu reduzieren. Für landwirtschaftliche Nutztiere sind als Kontrollmaßnahmen weiterhin ein Weidemanagement und eine gute Fütterungspraxis wichtig. Die Reduzierung von PA-Pflanzen sowie das Schaffen alternativer Nahrungsquellen können den Eintrag von PA in den Bienenvölkern minimieren. Es ist eine Sensibilisierung aller Kreise erforderlich, die Flächen besitzen, nutzen oder dafür verantwortlich sind.

Der vorliegende CoP enthält sowohl allgemein gültige als auch branchen- und/oder produktspezifische Maßnahmen. Er berücksichtigt Maßnahmen und Erkenntnisse aus dem Code of Practice des Codex Alimentarius zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln und Futtermitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden durch Beikrautkontrolle [1], aus verschiedenen branchenspezifischen CoPs sowie andere Erkenntnisse und Maßnahmen, die in der Praxis entwickelt wurden oder sich in der Praxis bewährt haben und in diesem CoP erstmals beschrieben werden.

Der branchen- bzw. produktspezifische Teil des vorliegenden CoP enthält Handlungsempfehlungen für folgende Bereiche: Kräutertees & Tee, pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel, landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Schnittsalate und Rucola, Küchenkräuter, Honig und landwirtschaftliche Nutztiere. In den Anhängen zum CoP werden weiterführende Informationen zu PA-Pflanzen und PA gegeben (Steckbriefe von PA-Pflanzen (Anhang I), Sammlung von PA-Pflanzen und ihren Pollen, die für die Honig-Produktion relevant sind (Anhang II)).

Der vorliegende Code of Practice erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch konnten nicht alle vorgeschlagenen Kontrollmaßnahmen im Vorfeld bereits komplett bewertet werden, was ihre Wirksamkeit angeht. Hierbei spielen die zu schützende Kultur ebenso eine Rolle wie das Herkunftsland des Produkts und die Anbaubedingungen. Es ist zu berücksichtigen, dass sich deutsche Standards häufig von Standards in anderen Ländern unterscheiden und auch nur bedingt auf andere Länder übertragbar sind; auch haben deutsche Lebensmittelhersteller nur einen begrenzten Einfluss auf die Anbaubedingungen in anderen Ländern. Im übertragenen Sinne gilt dies auch für die Produktion von Honig und anderen Bienenprodukten sowie die Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere.

Die im vorliegenden CoP vorgeschlagenen Maßnahmen sollten regelmäßig überprüft und bei Bedarf angepasst und aktualisiert werden. Ziel sollte es sein, die am besten geeignete Kombination an Maßnahmen zum Umgang mit PA-Pflanzen zu ermitteln, damit die Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden weiter verringert werden kann und der gesundheitliche

Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere sichergestellt ist. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass eine Minimierung auf „PA-Freiheit“/„auf Null“ nach dem gegenwärtigen Stand aus technischen Gründen nicht möglich ist. Die erforderliche Minimierung stellt bereits jetzt eine außerordentliche Herausforderung für alle betroffenen Kreise dar.

3. Allgemeine Grundsätze zur Kontrolle von PA-bildenden Pflanzen

Schulung

Um die Ausbreitung PA-bildender Pflanzen zu verhindern oder entsprechend einzuschränken, ist es zunächst wichtig, diese Pflanzen erkennen und korrekt identifizieren zu können. Dies sollte in einem möglichst frühen Wachstumsstadium der Pflanze erfolgen, damit frühzeitig Maßnahmen gegen die PA-Pflanzen getroffen werden können. Die frühzeitige Erkennung von PA-Pflanzen kann auch dazu beitragen, die Produktion von Lebensmitteln oder Futtermitteln entsprechend darauf einzustellen.

Um PA-bildende Pflanzen frühzeitig zu erkennen, ist es entscheidend, dass alle beteiligten und betroffenen Kreise für die Problematik sensibilisiert sind. Hierzu gehören neben Landwirten auch weitere private und öffentliche Bewirtschafter von Flächen, z.B. Stilllegungsflächen, Naturschutzflächen, Straßen- und Autobahnrandern, Eisenbahnböschungen, Weg- und Grabenrändern, sowie die Bevölkerung vor Ort. Informationsmaterialien sollten einen Überblick und eine Beschreibung der wichtigsten PA-Pflanzen enthalten und erklären, wann und warum es notwendig sein kann, gegen (bestimmte) PA-bildende Pflanzen vorzugehen. Das Informationsmaterial sollte auf die jeweilige Zielgruppe zugeschnitten sein.

Beurteilung der Notwendigkeit eines Handlungsbedarfs

Wenn PA-Pflanzen entdeckt werden, muss entschieden werden, ob und wenn ja, welche Maßnahmen getroffen werden müssen. Bevor gehandelt wird, sollte die Notwendigkeit eines Handlungsbedarfs festgestellt werden. Hierzu sollten die Risiken, die von der Anwesenheit der PA-Pflanze für Mensch und Tier ausgehen, abgeschätzt werden. Dies kann anhand der Überprüfung folgender Kriterien erfolgen:

- welche PA-Pflanze wurde entdeckt? (botanische Identifizierung)
- welches sind die Pyrrolizidinalkaloide, die typischerweise in der Pflanze vorkommen, und in welchen Konzentrationen liegen sie vor?
- wie viele Pflanzen wurden entdeckt? (Ausmaß des Befalls)
- wie weit sind die entdeckten PA-Pflanzen von Ackerflächen, Wiesen, Weiden und Grünland entfernt?
- wie sind die örtliche Gegebenheiten?
- welche Wetter- und Klimaverhältnisse herrschen vor?
- welcher Bodentyp ist vorhanden?
- wie steht es um den Bewuchs und die Vegetationsdecke der Fläche?
- welche Erntetechnik und Nacherntetechnik kommen zum Einsatz?

Der ausschlaggebende Faktor bei der Abschätzung des Risikos sollte die Wahrscheinlichkeit sein, mit der sich PA-Pflanzen auf Flächen ausbreiten, die für den landwirtschaftlichen Anbau, als Weidefläche oder zur Produktion von Grünfutter verwendet werden.

Beispiele:

- a) Für die Beurteilung und den Umgang mit dem Risiko, das eine häufig vorkommende PA-Pflanze, das Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea* L.), für landwirtschaftliche Nutztiere darstellt, wurde ein sog. „risk zoning-Modell“ entwickelt. Das Risiko hängt danach davon ab, in welchem Abstand das Jakobskreuzkraut (JKK) zu den Weideflächen vorkommt.

- hohes Risiko: Abstand JKK kleiner 50 m zu Weidefläche
- mittleres Risiko: Abstand JKK zwischen 50 und 100 m zu Weidefläche
- geringes Risiko: Abstand JKK größer 100 m zu Weidefläche.

Falls ein „hohes Risiko“ festgestellt wird, wird empfohlen, sofort Maßnahmen zu ergreifen, um die Ausbreitung des Jakobskreuzkrauts zu kontrollieren. Bei einem „mittleren Risiko“ sollte die Situation beobachtet werden und zeitnah Maßnahmen ergriffen werden, sobald eine Veränderung von einem mittleren hin zu einem hohen Risiko festgestellt wird. Bei Vorliegen eines „geringen Risikos“ ist kein sofortiges Handeln erforderlich.

- b) Ein weiteres Beispiel, wie die Notwendigkeit eines Handlungsbedarfs ermittelt werden kann, bietet der umseitig abgebildete „Entscheidungsbaum für Maßnahmen zur Kontrolle PA-bildender Beikräuter am Beispiel des Jakobskreuzkrauts“. Dort sind in Abhängigkeit vom Grad eines Befalls mit JKK nicht-chemische und chemische Maßnahmen beschrieben, um PA-Pflanzen auf Kulturflächen zu kontrollieren.

Für andere PA-bildende Pflanzen als Jakobskreuzkraut können ähnliche Modelle und daraus resultierende Handlungsabläufe entwickelt werden. Dabei ist zu beachten, dass bereits für andere *Senecio*-Arten andere Risikozonen und Maßnahmen notwendig sein können. Auch können anders gelagerte Situationen zu anderen Ergebnissen in der Beurteilung des Risikos führen; daher ist es stets notwendig, alle o.g. Kriterien zur Risikoabschätzung heranzuziehen.

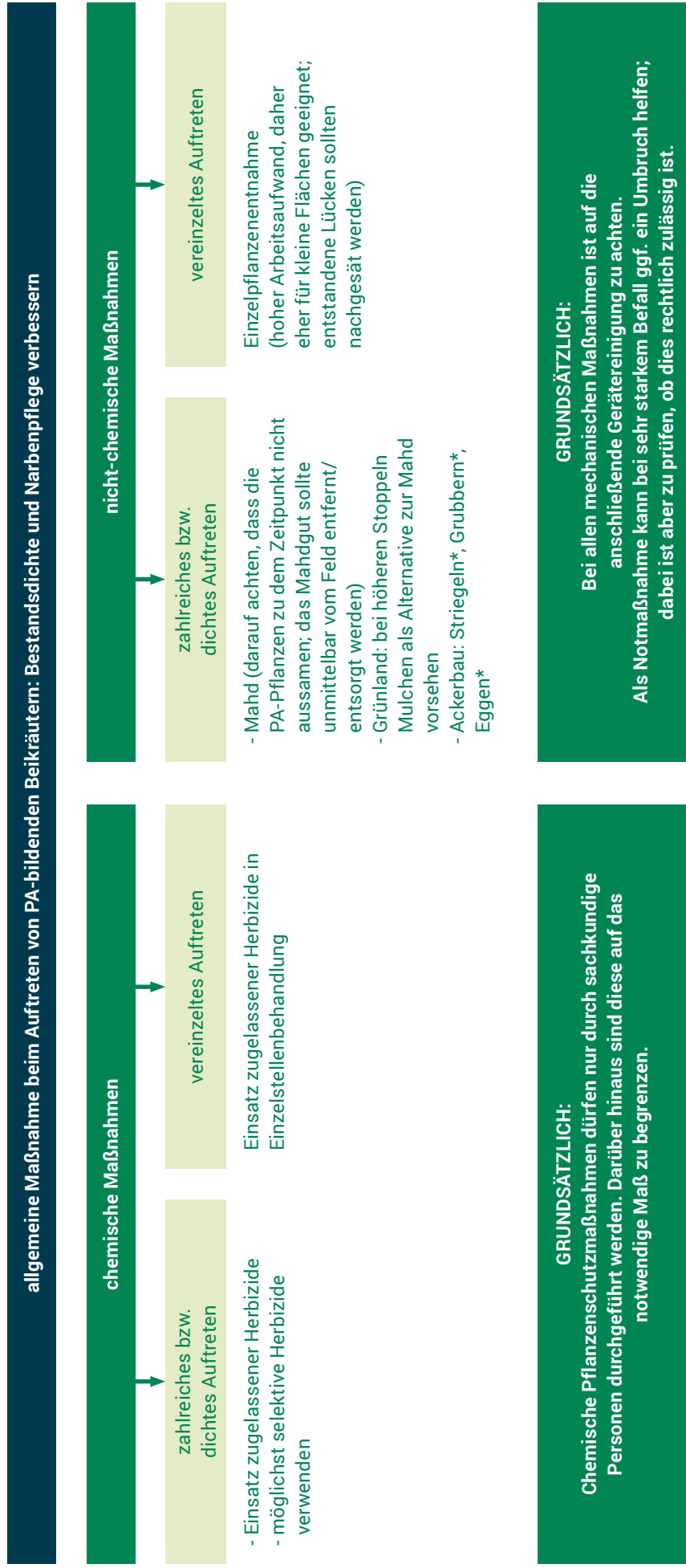
Handeln

Wird entschieden, dass die PA-Pflanzen vernichtet werden müssen oder ihre Ausbreitung eingeschränkt werden soll, sollte ein Management-Plan erstellt werden. Bei der Zusammenstellung der Kontrollmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass verschiedene PA-Pflanzen unterschiedlich auf eine bestimmte Maßnahme reagieren können. Es ist daher wichtig, die Maßnahmen stets auf die Besonderheiten der entsprechenden Pflanzenspezies abzustimmen. Wetter- und Klimaverhältnisse sind als Einflussfaktoren beim Beikraut- und Weidemanagement ebenfalls mit zu berücksichtigen.

Wenn eine Ausbreitung von PA-Pflanzen verhindert werden soll, müssen alle beteiligten und betroffenen Kreise gemeinsam die Verantwortung übernehmen um sicherzustellen, dass tatsächlich eine effektive Kontrolle der Ausbreitung der PA-Pflanzen erfolgt.

Entscheidungsbaum für Maßnahmen zur Kontrolle PA-bildender Beikräuter am Beispiel des Jakobskreuzkrauts

Vorbemerkungen: Die wichtigste Maßnahme gegen eine Ausbreitung PA-bildender Beikräuter ist die regelmäßige Beobachtung der Fläche! Vor der Entscheidung, welche Maßnahme herangezogen wird, ist zu prüfen, welchem Zweck die betroffene Fläche dient.



*: Striegeln: mechanische Unkrautbekämpfung durch Verschütten mit Erdreich und Ausreißen, Egge: Gerät zur Lockerung der oberen Bodenschicht, Krümelung des Bodens für die Saatbettbereitung und Beikrautbekämpfung, Grubber: Gerät zur Lockerung des Bodens sowie zur Beikrautbekämpfung

Produkt-/Branchenspezifische Teile

4. Landwirtschaftliche Nutzpflanzen / pflanzliche Lebensmittel



4.1. Grundsätze des Beikrautmanagements für PA-Pflanzen auf Kulturflächen

Die größte Bedeutung zur Kontrolle von PA-Pflanzen/PA im Rahmen des Beikrautmanagements kommt der Feldhygiene und Feldrandhygiene zu. Unter Feldhygiene inkl. Feldrandhygiene werden hier allgemein alle vorbeugenden Maßnahmen verstanden, die gegen eine Verbreitung und Vermehrung von PA-bildenden Pflanzen auf dem Feld gerichtet sind. Hierzu gehören auch die Beseitigung von Beikrautsamenquellen an Feldrainen, Wegrändern und Be- und Entwässerungsgräben,

die Regulierung des Wasser- und Lufthaushalts des Bodens, eine bedarfsgerechte Düngung und die Beseitigung von Pflanzenrückständen [11].

Im Falle der PA-bildenden Pflanzen lässt sich das Beikrautmanagement in Maßnahmen zur Kontrolle der Freisetzung und Verbreitung von PA-Pflanzen und Kontrollmaßnahmen zum Umgang mit PA-Pflanzen auf befallenen Flächen gliedern.

Maßnahmen zur Kontrolle der Freisetzung und Verbreitung von PA-Pflanzen

Die Einwanderung von PA-Pflanzen in landwirtschaftlich genutzte Flächen ist nach Möglichkeit zu verhindern. Dazu ist es erforderlich, nicht nur diese Flächen in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren, sondern auch die Flächen, die an landwirtschaftlich genutzte Flächen angrenzen. PA-bildende Pflanzen können auch z.B. über ihre Samen verschleppt werden. Dies kann durch Maschinen und Fahrzeuge geschehen. Mögliche Quellen der Verschleppung sollten daher identifiziert und nach Möglichkeit abgestellt werden. Im Folgenden sind mögliche Maßnahmen aufgelistet, die eine Freisetzung und Verbreitung von PA-Pflanzen im Rahmen des Unkrautmanagements verhindern oder reduzieren können:

- Verwendung von Saatgut, das nach Möglichkeit keine Samen von PA-bildenden Pflanzen enthält
- Verwendung von Pflanzgut, das keine PA-bildenden Pflanzen enthält
- Nutzung von Fruchtfolgen zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und Bodenstruktur, um das Aussamen und Keimen von Beikräutern zu verringern und somit den Beikrautdruck zu reduzieren
- Wasser- und Nährstoffmanagement zur Unterstützung des Wachstums der Kultur, damit diese gegenüber Beikräutern besser konkurrieren kann
- Anlage von beikrautfreien Pufferstreifen zur Vermeidung der Verschleppung von PA-Pflanzen auf nicht befallene Flächen
- Verwendung von Blümmischungen, die keine PA-Pflanzen (wie z.B. Borretsch) enthalten
- gründliche Reinigung von Maschinen, Fahrzeugen und Gebrauchsgegenständen von Samen und Pflanzenteilen.

Kontrollmaßnahmen zum Umgang mit PA-Pflanzen auf befallenen Flächen

Zur Bekämpfung des Auftretens PA-bildender Pflanzen eignen sich verschiedene Maßnahmen. Um die größtmögliche Wirkung zu erzielen, sollte bevorzugt eine Kombination aus nicht-chemischen und chemischen Verfahren, d.h. ein integriertes Beikrautmanagement, eingesetzt werden. Es ist allerdings anzumerken, dass in den Fällen, in denen geeignete Herbizide zur Bekämpfung zur Verfügung stehen, ihr alleiniger Einsatz ausreichend sein kann, um das Auftreten von PA-Pflanzen wirksam zu kontrollieren. Ein integriertes Beikrautmanagement sollte durch Maßnahmen begleitet werden, mit denen die Ausbreitung PA-bildender Pflanzen verringert und ein Übergreifen des Befalls auf andere Flächen vermieden werden kann (s.o.). Die ausgewählten Verfahren sollten zielgerichtet angewendet werden, das heißt, sie sollten Nutzpflanzen, Nutztiere, Weideland und Umwelt möglichst wenig beeinträchtigen.

a) Mechanische Verfahren

Als mechanische Verfahren zur Kontrolle von PA-Pflanzen können Ausstechen, Pflügen, Mähen und andere geeignete Verfahren angewendet werden. Beim Einsatz mechanischer Verfahren ist der richtige Zeitpunkt von Bedeutung. Diese Verfahren werden am besten angewendet, bevor die PA-bildenden Pflanzen blühen, um die Bildung und Verbreitung von Samen zu vermeiden. Wichtig ist auch, dass die Wurzelkrone und alle größeren Wurzeln mit entfernt werden.

Eine manuelle Entfernung von PA-Pflanzen eignet sich vorzugsweise für Sämlinge und junge Rosetten. Größere PA-Pflanzen haben üblicherweise bereits tiefe Wurzeln entwickelt. Ein Ausstechen von Hand ist außerdem aufwändig und daher nur bei geringem Befall zu empfehlen.

Eine Bodenbearbeitung kann zu vermehrter Auskeimung von PA-Pflanzen führen, da im Boden befindliche Samen dem Licht ausgesetzt werden.

Mit ausgestochenen PA-Pflanzen sollte so umgegangen werden, dass sie sich nicht erneut verbreiten können. So empfiehlt es sich, sie nach dem Ausstechen direkt in verschlossene Beutel o.ä. zu verpacken und sie zur Vernichtung später nach Möglichkeit z.B. zu verbrennen.

b) Chemische Verfahren

Die Wahl eines chemischen Unkrautbekämpfungsmittels (Herbizid) zur Kontrolle von PA-Pflanzen hängt von der jeweiligen PA-bildenden Pflanzenspezies und der Auswahl und Verfügbarkeit geeigneter Herbizide ab. Sofern selektiv wirkende Herbizide („selektive Herbizide“) für die Bekämpfung von PA-Pflanzen verfügbar sind, sollten sie bevorzugt eingesetzt werden. Werden nicht-selektive Herbizide („Total-Herbizide“) verwendet, sollte sich ihr Einsatz nach Möglichkeit auf die zu bekämpfenden PA-Pflanzen beschränken. Falls es sich bei den zu kontrollierenden PA-bildenden Pflanzen um mehrjährige Pflanzen handelt, ist ein Einsatz systemischer Herbizide vorzuziehen, da diese von der Pflanze aufgenommen und in der Pflanze verteilt werden. Um Resistenzbildungen zu vermeiden, sollten wirksame Herbizide aus verschiedenen Wirkstoffgruppen zur Verfügung stehen.

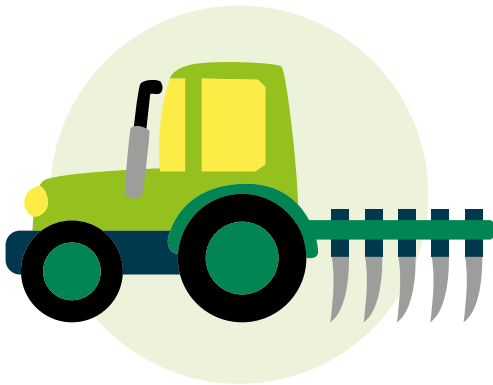
Der geeignete Behandlungszeitpunkt zur Kontrolle von PA-Pflanzen hängt vom Wirkmechanismus des jeweiligen Herbizids ab. In der Regel sind die Wachstumsphase und der Beginn der Blüte am besten zur Behandlung geeignet. Bei den meisten PA-Pflanzen empfiehlt sich eine Behandlung der neuen Rosetten im Herbst sowie eine Behandlung im Frühjahr vor der Blüte.

c) weitere Verfahren

Eine thermische Behandlung des Bodens (Solarisation), das Abflämmen (Abbrennen) und das Übergießen mit kochendem Wasser sind weitere Verfahren, die bei geringem Befall zur Bekämpfung von PA-bildenden Pflanzen eingesetzt werden können.

Es gibt Hinweise darauf, dass Veränderungen der Feuchtigkeit des Bodens und der Verfügbarkeit an Nährstoffen den Gehalt an Pyrrolizidinalkaloiden in Wurzeln, Blättern und Blüten der PA-Pflanzen beeinflussen können. Das heißt, mit Hilfe von Kultivierungsmethoden lässt sich der PA-Gehalt von Pflanzen ggf. ändern. So wird eine geringere Bodenfeuchtigkeit mit geringeren Konzentrationen an Pyrrolizidinalkaloiden in den Wurzeln in Verbindung gebracht, und die PA-Gehalte sollen auch dann geringer sein, wenn die Verfügbarkeit an Nährstoffen gut ist.

Eine biologische Bekämpfung von PA-bildenden Pflanzen könnte durch natürliche Feinde der PA-Pflanze erfolgen. Für die meisten PA-Pflanzen gibt es allerdings bislang keine effektiven biologischen Bekämpfungsmittel. Solche Mittel sind offenbar auch nur dann effektiv, wenn es sich bei der zu bekämpfenden PA-Pflanze um einen Neophyten (nicht-heimische Pflanze) handelt.



4.2. Ackerbau

Auch wenn das Auftreten PA-bildender Pflanzen im Grünland um einiges wahrscheinlicher ist als auf einem landwirtschaftlichen Acker, ist auch im Ackerbau auf eine Vermeidung der Verbreitung und entsprechende Bekämpfung von PA-Pflanzen zu achten.

Das Beikrautmanagement ist grundsätzlich eine der wichtigsten Maßnahmen bei der Produktion ackerbaulicher Kulturen. Hiermit wird nicht nur eine

Verbreitung des Aufkommens unerwünschter Pflanzen verhindert, sondern auch der Ertrag gesichert und die Qualität des Erntegutes bewahrt. Da PA-bildende Pflanzen oftmals auf Bodenoberflächen ohne Konkurrenzdruck auftreten, gilt es, den ackerbaulich genutzten Bestand gut zu etablieren und konkurrenzfähig aufzubauen.

Eine Bekämpfung von PA-Pflanzen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Herbiziden unterliegt dem Pflanzenschutzrecht. Entsprechend § 12 des deutschen Pflanzenschutzgesetzes dürfen Pflanzenschutzmittel nur auf Kulturflächen im Freiland angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Darunter werden die Flächen verstanden, auf denen Kulturpflanzen gesät, gepflanzt oder auf sonstige Weise angebaut werden. Zu den rechtlichen Voraussetzungen gehört weiterhin, dass derjenige, der Herbizide anwendet, sachkundig sein muss und diese Sachkunde entsprechend der gesetzlichen Vorgaben regelmäßig auffrischen muss.

Pflanzenschutzmittel, die in Deutschland eine Zulassung gegen ein- bzw. zweikeimblättrige Beikräuter im Ackerbau besitzen, sind oftmals Totalherbizide. Hier sind die entsprechenden Anwendungsbestimmungen zu beachten. Resistenzen gegen Totalherbizide sind bei der Bekämpfung von PA-bildenden Pflanzen in Deutschland noch nicht festgestellt worden.

Zur Kontrolle von PA-Pflanzen können die chemischen Verfahren der Beikrautbekämpfung durch mechanische Verfahren ergänzt werden. Mechanische Verfahren haben den Vorteil, dass sie direkt gegen die PA-bildende Pflanze gerichtet sind und der Kulturpflanzenbestand so erhalten bleibt. Sie sind auch ein Instrument, um Resistenzen vorzubeugen. Zum Einsatz kommen hier z.B. der Striegel, der Grubber und die Egge. Näheres ist dem Entscheidungsbaum in Kap. 3 zu entnehmen.

Wichtig bei der Bekämpfung von PA-Pflanzen im Ackerbau ist die Verhinderung der Blüte. Dies gelingt am besten, wenn die PA-bildende Pflanze zuvor komplett entfernt werden kann. Grundsätzlich gilt, dass eine frühzeitige Bekämpfung eines jungen Beikrauts hierbei am wirksamsten ist.



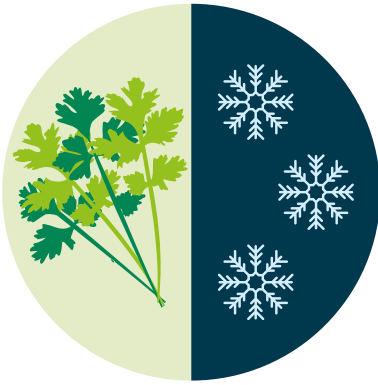
4.3. Gemüsebau – Schnittsalate und Rucola

Bei Schnittsalaten und Rucola ist eine maschinelle Beikrautbekämpfung in der Kulturreihe nach dem heutigen Stand der Technik nicht möglich.

Gemüsearten, die im Freiland direkt ausgesät werden, stehen länger am selben Standort als Pflanzkulturen und sind auch erst in einem späteren Wachstumsstadium in der Lage, Beikräuter zu unterdrücken. Bestände mit Direktsaat können daher eine deutlich höhere Verunreinigung mit Beikrautpflanzen aufweisen als gepflanzte Kulturbestände. Bei Pflanzkulturen werden die Gemüsejungpflanzen (meist in Erdrpresstöpfen) vorkultiviert und dann in einem zweiten Arbeitsschritt ausgepflanzt. Dies bedeutet einen zusätzlichen Aufwand und ist durch die zusätzlichen Kosten für die Jungpflanzen und die Pflanzung auch sehr kostenintensiv.

Rucola und das Gemeine Kreuzkraut (*Senecio vulgaris* L.) ähneln sich stark im Aussehen. Um das Risiko einer Verunreinigung von Rucola mit *Senecio vulgaris* und anderen Beikräutern zu minimieren, können unter anderem folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Ein falsches Saatbeet anlegen. Erläuterung: Beete werden saatkünftig vorbereitet, aber nicht eingesät. Zunächst laufen deshalb nur Beikräuter auf. 90 % der Beikräuter keimen in den oberen 5 cm des Bodenhorizonts. Diese werden idealerweise chemisch oder thermisch beseitigt. Bei mechanischer Beseitigung durch eine Egge oder einen Striegel besteht die Gefahr, dass die Bodenbearbeitung zu tief vorgenommen wird und so neue Beikrautsamen aus tieferen Bodenschichten (> 5 cm) nach oben gebracht werden. Die Maßnahme wäre dann wirkungslos. Mechanische Beikrautbekämpfung ist zudem stark witterungsabhängig und nur bei trockenen Bedingungen möglich. Nach ein- bis mehrmaliger Beseitigung der Beikräuter werden die Kulturpflanzen in das Beet gesät, in dem nun deutlich weniger keimfähige Beikrautsamen im Oberboden vorhanden sind, weil die Stärksten bereits gekeimt sind und entfernt wurden.
- Statt einer Direktsaat können vorkultivierte Jungpflanzen (sogenannte Pflanzkulturen) verwendet werden, um dem Rucola einen Vegetationsvorsprung vor den Beikräutern zu verschaffen. Nachteil: deutlich höhere Produktionskosten als bei der Direktsaat.
- Pflanzen in Mulchfolie, um das Auflaufen von Beikräutern zu unterdrücken. Nachteil: eher theoretischer Ansatz, da sehr kostenintensiv. Die Entsorgung gebrauchter Mulchfolie ist ebenfalls problematisch. Biologisch abbaubare Mulchfolie, die zum Verrotten in den Boden eingearbeitet werden kann, zersetzt sich nicht schnell genug. Folienreste verbleiben zu lange auf dem Feld.
- Ernte und Verpackung: Üblich ist vielfach eine visuelle Vorerntekontrolle durch geschultes Personal, welches die Flächen auf die Anwesenheit von Beikräutern inspiziert. Sind diese vorhanden, müssen sie von Hand entfernt werden, bevor die Fläche zur Ernte freigegeben wird. Bei der Aufbereitung der Ware vor der Verpackung des Produkts werden noch im Erntegut vorhandene Beikräuter auf der Packstraße manuell aussortiert.



4.4. Anbau von frisch und tiefgefroren vermarkteten Küchenkräutern

Die Vermeidung bzw. Verringerung möglicher Einträge von Pyrrolizidinalkaloiden über Beikräuter in frisch und tiefgefroren vermarkteten Küchenkräutern stellt für den Kräutieranbau eine kontinuierliche Herausforderung dar. Das höchste Risiko geht von mitgeernteten PA-Pflanzen aus: bei Petersilie mit einer Wachstumsphase von 8 - 10 Wochen bis zum ersten Schnitt besteht beispielsweise viel Potential für mitwachsende PA-Pflanzen. Wachsen diese in einer Reihe mit der Petersilie,

gestaltet sich die Beikrautbekämpfung bzw. Selektion der PA-Pflanzen, wie bereits in Kap. 4.3. beschrieben, äußerst schwierig und das Risiko einer Beimischung erhöht sich deutlich.

Als weitere Risiken, die bei der Vermeidung von PA in Kräutern zu berücksichtigen sind, sind zu nennen:

- Kontaminationen mit Samen von PA-Pflanzen. Daher sollte nur zertifiziertes kontrolliertes Saatgut eingesetzt werden.
- Mechanisch entferntes Beikraut, das auf dem Feld belassen wurde. Dieses sollte vom Feld entfernt werden, da PA aus dem Beikraut auf die Kräuterpflanzen über den Boden übergehen können. Auch wurde beispielsweise bereits bei Petersilie beobachtet, dass PA über die Wurzel aufgenommen werden können, wenn die PA-Pflanze (z.B. Gemeines Kreuzkraut (*Senecio vulgaris* L.) direkt daneben wächst.
- Verschiebungen/Variabilität in der Blütezeit von Jahr zu Jahr sind für das Beikrautmanagement oft schwer kalkulierbar. Je nach Wachstumsphase der Pflanze können Maßnahmen der Beikrautbekämpfung (chemisch/mechanisch) Stress bei der Pflanze auslösen. Diese kann daraufhin in die generative Phase übergehen und sich schneller vermehren.

Wichtig: Die Beikrautbekämpfung kann nur erfolgreich sein, wenn diese auf mehreren Stufen angegangen und im Rahmen eines ganzheitlichen Feld- und Anbaumanagements betrachtet wird. Auch muss in der Fruchtfolge ein durchgehend konsequentes Beikrautmanagement gegeben sein, um einen nachhaltigen Bekämpfungserfolg erzielen zu können. Am Beispiel der Bekämpfung von *Senecio vulgaris* im Anbau von Petersilie kann die Strategie wie folgt aussehen:

Mechanische/Physikalische Beikrautbekämpfung

- Hacken
- Striegeln
- thermische Behandlung
- Handarbeit

Hinweis: Eine mechanische Beikrautbekämpfung ist nur unter trockenen Bedingungen möglich.

Vorbereitung zur Saat

- falsches Saatbett anlegen (Näheres dazu s. Kap. 4.3.)
- Reihenabstand mind. 25 cm
- Doppelreihe anlegen (von der Engsaat mit einem Reihenabstand von standardmäßig 12,5 cm auf Breitsaat mit einem Reihenabstand von ca. 25 cm wechseln; dies erleichtert die mechanische Beikrautbekämpfung).

Chemischer Pflanzenschutz

- auf eine ausgewogene Mischung zwischen Vorauf- und Nachauf-Herbiziden achten

- Wirkstoffwechsel durchführen, um Resistenzbildungen zu vermeiden; erforderlich ist dazu allerdings eine ausreichende Zulassung geeigneter Wirkstoffe.

Flächenauswahl

- Flächen zum Anbau von Kräutern vorher auf ihre Eignung prüfen
- Kräuter nur auf geprüften Flächen anbauen
- Flächen mit hohem Potenzial zum Vorkommen von PA-Pflanzen gezielt behandeln, um den Gesamtdruck an PA-bildenden Beikräutern zu reduzieren.

Zunehmende Einschränkungen in der Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel sowie eine begrenzte Auswahl an zugelassenen Wirkstoffen erschweren die Durchführung eines effektiven Beikrautmanagements gegen PA-Pflanzen, das üblicherweise aus einer Kombination von chemischen und mechanischen Maßnahmen besteht.



4.5. Kräutertees und Tee

Rohstoffe für Kräutertees und Tee sind Erzeugnisse, die weltweit entweder als Kulturen angebaut oder durch Sammlung von in freier Natur wildwachsenden Pflanzen gewonnen werden. Die nachstehenden Handlungsempfehlungen zur Vermeidung und Verringerung einer Kontamination mit PA orientieren sich an gezielt angebauten Kulturen. Bei wild gesammelten Pflanzen können diese Maßnahmen lediglich eingeschränkt Anwendung finden. Die Tabelle mit spezifischen Maßnahmen stellt dabei eine Ergänzung zu den allgemeinen Leitlinien und

Orientierungshilfen von Tea & Herbal Infusions Europe (THIE) zur Qualitätssicherung dar [12, 13]. Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen konzentrieren sich insbesondere auf das Beikraut-Management mit dem Ziel, die PA-Kontamination in Kräutertee und Tee-Fertigprodukten zu reduzieren. Die Teewirtschaft ergreift hierfür alle erforderlichen Maßnahmen, die sich entlang der Herstellungskette „vom Feld bis in die Tasse“ erstrecken, um die Sicherheit ihrer Produkte für die Verbraucher zu gewährleisten.

(Spot-)Kontaminationen der Anbauflächen durch PA-bildende Beikräuter und das unbeabsichtigte Miternten dieser Beikräuter zusammen mit den Kulturpflanzen gelten als wesentliche Ursachen für die Kontamination von Rohstoffen für die Herstellung von Kräutertees und Tee. In den meisten Fällen sind PA-bildende Beikräuter dabei nicht gleichmäßig auf den Anbauflächen verteilt. Sie können sich auch innerhalb der Kultur selbst oder auf den anliegenden Felddrainen und Brachflächen befinden. Infolgedessen ist eine vollständige Vermeidung einer PA-Kontamination deutlich erschwert und stellt eine enorme Herausforderung dar.

Um die Ausbreitung von PA-Pflanzen soweit wie möglich zu verhindern, ist eine frühzeitige Erkennung und Identifizierung dieser Pflanzen von größter Wichtigkeit. Dies setzt ein entsprechendes Bewusstsein im Bereich des Anbaus voraus, welches durch die Bereitstellung guter und ausführlicher Informationen sowie eine gezielte Schulung der Anbauer erreicht werden kann. Sobald PA-bildende Pflanzen entdeckt worden sind, sollte ein integrierter Beikraut-Managementplan, der die Vermeidung und Verringerung der Kontamination bezweckt, eingeführt werden. Dieser Beikraut-Managementplan sollte mit Verfahren zur Verringerung der Verbreitung von PA-Pflanzen einhergehen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die verschiedenen PA-Pflanzen in unterschiedlicher Weise auf eine besondere Managementmaßnahme reagieren können. Es ist daher von Bedeutung, die Ökologie der spezifischen PA-Pflanze zu beachten. Auch die Einflüsse von Witterung oder Klima sind entsprechend zu berücksichtigen.

Der nachfolgende tabellarisch aufgebaute Maßnahmenkatalog bietet eine Orientierungshilfe, um eine Kontamination von Rohstoffen auf der Stufe des Erst-Erzeugers nach dem ALARA-Prinzip zu reduzieren. Der Katalog beschreibt geeignete Kontrollmaßnahmen zur Unkrautbekämpfung (Entfernung/Reduzierung), zum Umgang mit PA-bildenden Pflanzen sowie Maßnahmen zur Überwachung natürlicher Pflanzenaussaat und -ausbreitung, um einerseits die Kontamination von Kräutertees und Tee mit PA zu verhindern und andererseits, wo sich Verunreinigungen nicht vollständig vermeiden lassen, die Kontamination durch die Bekämpfung von PA-bildenden Beikräutern zu reduzieren. Zusätzlich zu den beschriebenen Maßnahmen auf landwirtschaftlicher Ebene muss jeder Hersteller die rohstoff- und lieferantenspezifischen Risiken individuell beurteilen und entsprechend seinem Managementsystem handeln.

Bevor erste Maßnahmen ergriffen werden, gilt es, die Notwendigkeit des Handelns durch die Identifizierung der Risiken zu ermitteln, die durch das Vorhandensein PA-bildender Pflanzen bestehen könnten. Um eine bestmögliche Reduzierung der Kontamination durch PA-Pflanzen zu erreichen, empfiehlt sich eine Kombination verschiedener zur Verfügung stehender Methoden. Es ist generell zu berücksichtigen, dass die Anforderungen an eine gute Anbau- und Sammelpraxis vor dem Hintergrund der möglichen Kontamination mit PA wesentlich höher sind als bei allen anderen qualitätssichernden Maßnahmen für Kräutertees und Tee.

Verfahren und vorbeugende Maßnahmen zur Reduzierung des Risikos einer PA-Kontamination von Rohstoffen für Kräutertees und Tee

Vorbemerkung: je nach Produkt und Prozessstufe sind die entsprechenden, geeigneten Maßnahmen anzuwenden

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
vor dem Anbau	PA-bildende Beikräuter auf dem Feld und angrenzenden Flächen	hoch	- Identifizierung der PA-Pflanzen in verschiedenen Wachstumsphasen - Ermittlung der besten Zeit und Methode zur Entfernung der Beikräuter - Prüfung einer Verbesserung durch die Anwendung landwirtschaftlicher Praktiken, wie z.B. Fruchtwechsel - Schulung des Personals - Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen - falls erforderlich, Einsatz von für die entsprechende Kultur zugelassenen Herbiziden	Erstellung einer Datenbank mit Beschreibungen und Abbildungen von PA-bildenden Beikräutern in verschiedenen Wachstumsphasen und Empfehlungen für einen geeigneten Umgang mit diesen	Anbauer Unterstützung durch Forschungseinrichtungen
	PA-bildende Beikräuter in verschiedenen Wachstumsphasen			Umgehende Vernichtung der PA-bildenden Beikräuter. Einige Pflanzen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit im Zuge der sogenannten „Notreife“ überlebensfähige Samen zu bilden.	
	Kontamination von Saatgut mit Beikrautsamen	abhängig von der Art des Produkts	- Prüfung des Saatguts auf Fremdsamen - Reinigung des Saatguts, falls notwendig - Schulung des Personals		Anbauer Unterstützung durch Forschungseinrichtungen

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
während des Anbaus	PA-bildende Beikräuter auf dem Feld und angrenzenden Flächen PA-bildende Beikräuter in verschiedenen Wachstumsphasen	hoch	• Identifizierung der PA-Pflanzen in verschiedenen Wachstumsphasen • Ermittlung der besten Zeit und Methode zur Entfernung der Beikräuter • Prüfung einer Verbesserung durch die Anwendung landwirtschaftlicher Praktiken, wie z.B. Fruchtwechsel • Schulung des Personals • Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen • falls erforderlich, Einsatz von für die entsprechende Kultur zugelassenen Herbiziden	Erstellung einer Datenbank mit Beschreibungen und Abbildungen von PA-bildenden Beikräutern in verschiedenen Wachstumsphasen und Empfehlungen für einen geeigneten Umgang mit diesen Umgehende Vernichtung der PA-bildenden Beikräuter. Einige Pflanzen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit im Zuge der sogenannten „Notreife“ überlebensfähige Samen zu bilden.	Anbauer Unterstützung durch Forschungseinrichtungen
vor der Ernte	PA-bildende Beikräuter auf dem Feld und angrenzenden Flächen PA-bildende Beikräuter in verschiedenen Wachstumsphasen	hoch	• Identifizierung der PA-Pflanzen in verschiedenen Wachstumsphasen • Ermittlung der besten Zeit und Methode zur Entfernung der Beikräuter • Schulung des Personals • Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen • falls erforderlich, Einsatz von für die entsprechende Kultur zugelassenen Herbiziden	Erstellung einer Datenbank mit Beschreibungen und Abbildungen von PA-bildenden Beikräutern in verschiedenen Wachstumsphasen und Empfehlungen für einen geeigneten Umgang mit diesen. Umgehende Vernichtung der PA-bildenden Beikräuter. Einige Pflanzen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit im Zuge der sogenannten „Notreife“ überlebensfähige Samen zu bilden.	Anbauer

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
vor der Wildsammmlung	PA-bildende Beikräuter auf den Sammelflächen und angrenzenden Flächen PA-bildende Beikräuter in verschiedenen Wachstumsphasen	hoch	- Identifizierung der PA-Pflanzen in verschiedenen Wachstumsphasen - Schulung des Personals	Erstellung einer Datenbank mit Beschreibungen und Abbildungen von PA-bildenden Beikräutern in verschiedenen Wachstumsphasen und Empfehlungen für einen geeigneten Umgang mit diesen.	Sammler
vor dem Anbau während des Anbaus vor der Ernte vor der Wildsammmlung	Kontamination von Geräten oder Maschinen Kontamination von Schuhen, Kleidung und Fahrzeugen, insbesondere Reifen	abhängig von der Art des Prozesses	- Reinigung von Geräten und Maschinen - Reinigung von Schuhen, Kleidung, Fahrzeugen - Schulung des Personals	Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind	Anbauer
	Kontamination mit abgestorbenen PA-Pflanzen		- Entfernung abgestorbener PA-Pflanzen - Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind, beim Transport - Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen - Schulung des Personals	Umgehende Vernichtung der PA-bildenden Beikräuter. Einige Pflanzen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit im Zuge der sogenannten "Notreife" überlebensfähige Samen zu bilden.	Anbauer

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
Ernte	unbeabsichtigtes Miternten PA-bildender Beikräuter	hoch	• Ermittlung des bestmöglichen Erntezeitpunkts, um das Miternten PA-bildender Beikräuter auszuschließen • Ermittlung der bestmöglichen Erntemethode, um das Miternten PA-bildender Beikräuter auszuschließen • Überprüfung des „Erntehorizonts“ (Schnitthöhe) • Schulung des Personals	Säuberung der Flächen von PA-Pflanzen vor dem Abernten	Anbauer
Wildsammlung	unbeabsichtigtes Miternten PA-bildender Beikräuter	hoch	• Ermittlung des bestmöglichen Sammelzeitpunkts, um das Miternten PA-bildender Beikräuter auszuschließen • Ermittlung der bestmöglichen Sammelmethode, um das Miternten PA-bildender Beikräuter auszuschließen • Schulung des Personals		Sammler
Ernte / Wildsammlung	Kontamination von Geräten oder Maschinen	abhängig von der Art des Prozesses	• Reinigung von Geräten und Maschinen • Reinigung von Schuhen, Kleidung, Fahrzeugen • Schulung des Personals	Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind	Anbauer / Sammler
	Kontamination mit abgestorbenen PA-Pflanzen		• Entfernung abgestorbener PA-Pflanzen • Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind, beim Transport • Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen • Schulung des Personals	Umgehende Vernichtung der PA-bildenden Beikräuter. Einige Pflanzen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit im Zuge der sogenannten „Notreife“ überlebensfähige Saaten zu bilden.	

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
Wildsammlung: Sammelstelle	Teile von PA-bildenden Beikräutern im Sammelgut	abhängig von den pflanzenspezifischen und vorausgegangenen Maßnahmen – gering bis hoch	• Prüfung auf mögliche Kontamination mit PA-bildenden Beikräutern • Entfernung PA-bildender Beikräuter • Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind • Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen • Reinigung von Geräten und Maschinen • Reinigung von Schuhen, Kleidung, Fahrzeugen • Schulung des Personals		Verarbeiter
Nachernte- bearbeitung, z.B.: Trocknen, Schneiden, Reinigen, Sieben, Abpacken	Teile von PA-bildenden Beikräutern im Erntegut	abhängig von den pflanzenspezifischen und vorausgegangenen Maßnahmen – gering bis hoch	• Prüfung auf mögliche Kontamination mit PA-bildenden Beikräutern • Entfernung PA-bildender Beikräuter • Vermeidung der Kontamination von Flächen, die frei von PA-Pflanzen sind • Entfernung der PA-Pflanzen, Vermeidung weiterer Kontamination, z.B. durch Verbrennen • Reinigung von Geräten und Maschinen • Reinigung von Schuhen, Kleidung, Fahrzeugen • Schulung des Personals		Verarbeiter
Transport	Teile von PA-bildenden Beikräutern in den Transportmitteln	abhängig von den pflanzenspezifischen und vorausgegangenen Maßnahmen – gering bis hoch	• Reinigung von Transportmitteln • Schulung des Personals		Verarbeiter Transport- unternehmen

Prozessstufe	Risiko	Risikopotential	Einflussmöglichkeit	Anmerkungen	Verantwortlich
Wareneingangskontrolle	Teile von PA-bildenden Beikräutern im Rohstoff	abhängig von den pflanzenspezifischen und vorausgegangenen Maßnahmen – gering bis hoch	- Einschätzung des Risikos hinsichtlich des Vorkommens von Teilen von PA-Pflanzen anhand bereits vorliegender Prüfergebnisse, des Ursprungslands, des Lieferanten, des Klimas usw. - Untersuchung auf das PA-Spektrum „BfR 28“ [7] mit einer Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg je PA gemäß eigener Risikoeinschätzung - Ermittlung der PA-Profile relevanter PA-Pflanzen - Schulung des Personals - Lieferantenschulung - Mitteilung und Austausch zu Prüfergebnissen mit Lieferanten	Wenn sich spezielle PA-Profile ermitteln lassen, z. B. aufgrund des Vorkommens spezifischer PA-Pflanzen in einem Ursprungsland, kann die Anzahl und Art der Analyten angepasst werden.	Verarbeiter – Qualitätssicherung
Verarbeiten / Mischen / Abpacken	Teile von PA-bildenden Beikräutern im Rohstoff	sehr gering	technische Maßnahmen zur Entfernung von Teilen von PA-Pflanzen		Verarbeiter
Fertigprodukte	Teile von PA-bildenden Beikräutern in Fertigprodukten	sehr gering	Prüfung der Fertigprodukte, um sicherzustellen, dass Risikobewertung und Prüfplan sachgerecht sind.		Verarbeiter – Qualitätssicherung



4.6. Pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel

Nach Einschätzung des BfR und der EFSA können auch Nahrungsergänzungsmittel (NEM) mit pflanzlichen Inhaltsstoffen Pyrrolizidinalkaloide enthalten [8, 14, 15]. Untersuchungen haben gezeigt, dass dies auch für pflanzliche NEM gilt, die PA-Pflanzen nicht als Zutat enthalten. Nach vorliegenden Erkenntnissen ist jedoch davon auszugehen, dass NEM, welche ölige Extrakte von PA-bildenden Pflanzen enthalten, PA-frei sind.

Eine vollständige Vermeidung der Kontamination von pflanzlichen Rohwaren mit PA ist nach dem heutigen Stand der Technik nicht möglich. Entscheidende Schritte zur Vermeidung von unbeabsichtigten PA-Einträgen im Rahmen einer branchen- und stufenübergreifenden Strategie sind vor allem auf der Stufe von Anbau und Ernte/Sammlung möglich. Hier gilt es, die Eintragsquelle „unbeabsichtigtes Miternten/Verarbeiten von Beikräutern“ zu minimieren, denn einmal geerntetes Gut kann (derzeit) bei den meisten Pflanzenarten nur schwer oder nicht mehr nachgereinigt werden.

In der Verantwortung der Hersteller von pflanzlichen Rohstoffen, Zutaten und pflanzlichen NEM liegt es, die Thematik „Pyrrolizidinalkaloide“ in das firmenspezifische Qualitätsmanagement zu integrieren und das Risiko der Kontamination mit Pflanzenteilen und Samen von PA-Pflanzen im eigenen Produktportfolio zu erfassen und zu bewerten. Hierbei empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

a) Maßnahmen zur Problemidentifizierung:

- Analyse des Portfolios
- Analyse von potentiell betroffenen Rohwaren/Extrakten/Produkten
- Sammlung von Erfahrungswerten
- Erstellen risikobasierter Prüfpläne im Zusammenwirken mit Lieferanten/Abnehmern innerhalb der jeweiligen Prozesskette.

b) Maßnahmen zur Eintragsminimierung:

- Überprüfung von Rezepturen
- Vermeidung der Verwendung von PA-bildenden Pflanzen (Gesamtpflanze, Pflanzenteile, Samen, Zubereitungen oder Extrakte) – es sei denn, der Extrakt ist „PA-frei“ (ölige Extrakte) oder nach einer angemessenen Sicherheitsbewertung für den Verzehr geeignet
- Auswahl der Rohware/Extrakte
- Zusammenarbeit mit den Rohwaren- bzw. Extraktlieferanten.

c) Maßnahmen zur Risikobewertung:

- Risikobasierte Kontrollen: Probenahme und Analyse der Rohwaren/Zutaten, wie z.B. Extrakte oder Pulver (alternativ: Analyse der Endprodukte)
- Risikobewertung unter Berücksichtigung der empfohlenen Tagesverzehrsmenge des Endprodukts.

Eine Auflistung der stufenübergreifenden Möglichkeiten zur Vermeidung oder Reduzierung unerwünschter PA-Einträge und der Kontrolle von PA-Gehalten für pflanzliche NEM in tabellarischer Form ist auf den nachfolgenden Seiten dargestellt.

Verfahren und vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination pflanzlicher Nahrungsergänzungsmittel mit Pyrrolizidinalkaloiden

Prozessstufe	Risiken	Wahrscheinlichkeit	Einflussmöglichkeiten	Bewertung (Machbarkeit, Zeithorizont, Effizienz)	Verantwortliche Stellen
Anbau: Anbauplanung	bodenbürtige Beikrautsamen (Verunreinigungen im Boden); Eintrag PA-haltiger Pollen oder Samen über Nachbarflächen	hoch	Auswahl von Feldern ohne entsprechende Beikrautpopulation; Beachtung von Fruchtfolge (Schließen von Herbizid-Wirkstofflücken über Vorkultur(en) und Bodenbearbeitung sowie angrenzender Flächen/Ackerandstreifen (Bewuchs); Mahd der Feldränder; Achtung auf Sauberkeit der Geräte nach Feldwechsel	große Bedeutung, umsetzbar, mittel- bis langfristige Maßnahme; Forschungsbedarf zur Effektivität der Maßnahmen	Anbauer und Forschungseinrichtungen
Anbau: Saatgut	Verunreinigung des Kultursaatguts mit Beikrautsamen	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von der Pflanzenart	Auswahl von Saatgut unter Berücksichtigung seiner Reinheit, Gewinnung des Saatguts nach Feldkontrolle (intensive Beikrautbekämpfung), Achtung auf Sauberkeit von Ernte- und Aufbereitungsgeräten	technologische Grenzen der Saatgutreinigung (Möglichkeiten sind derzeit technologisch ausgeschöpft – Forschungsbedarf)	Saatgutlieferant
Anbau: Kulturverlauf	Nichterkennen von PA-bildenden Beikräutern	hoch	Verbreitung von Informationsmaterialien; Schulung der Anbauer	große Bedeutung; Flyer/Broschüren, Beikrautdatenbanken	Behörden, Bundesländer, andere Organisationen, Forschungseinrichtungen und Berater

Prozessstufe	Risiken	Wahrscheinlichkeit	Einflussmöglichkeiten	Bewertung (Machbarkeit, Zeithorizont, Effizienz)	Verantwortliche Stellen
Anbau: Kulturverlauf	Verunkrautung	hoch	Anbauverfahrens- und pflanzenartspezifische Maßnahmen im Beikrautmanagement, selektive Pflanzenschutzmaßnahmen (auch Teilflächen- und Zwischenreihenbehandlung), Applikationstechnologien	große Bedeutung, mittel- bis langfristig: Erweiterung der Palette geeigneter chemischer Pflanzenschutzmittel und anderer Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich	Anbauer, Pflanzenschutzmittel- und Pflanzenschutzgerätehersteller, Behörden
			Intensivierung der manuellen/mechanischen Beikrautbekämpfung	große Bedeutung, kurz- bis mittelfristig umsetzbar; Forschungs- und Innovationsbedarf für Bekämpfung in der Pflanzreihe	Pflanzenschutzgerätehersteller, Anbauer und Forschungseinrichtungen
Ernte	Mitbeerntung von Beikräutern	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von Pflanzenart und Erntetechnik	Optimierung der Erntetechnologie (u.a. Zeitpunkt, Technik, Schnitthöhe)	große Bedeutung, eingeschränkte Machbarkeit, abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren	Anbauer
Wildsammlung	Mitbeerntung von Beikräutern	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von Pflanzenart und Sammeltechnik (z.B. Handlese versus mechanisch unterstützte Sammlung)	Risikoanalyse unter Einbeziehung der Erntepflanzen, Sammel-/Erntetechnik, Standort/Begleitflora, Schulung, frühestmögliche Sichtkontrolle des Sammelgutes	große Bedeutung, zentraler Ansatzpunkt: Schulung, Umsetzbarkeit kurzfristig	Pflanzenlieferant, Sammelorganisation

Prozessstufe	Risiken	Wahrscheinlichkeit	Einflussmöglichkeiten	Bewertung (Machbarkeit, Zeithorizont, Effizienz)	Verantwortliche Stellen
Trocknung	Kreuzkontamination durch Stäube	niedrig	sorgfältige Reinigung der Trocknungsanlagen	geringe Bedeutung	Trocknungsbetrieb, Pflanzenlieferant
Wareneingang Rohmaterial/Pflanze	Nichterkennen einer Belastung durch PA-bildende Beikräuter	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von der Erntepflanze und Kontrollverfahren	risikobasierte Auswahl der Rohwaren, die einer Prüfung auf PA unterliegen	große Bedeutung, Durchführung von Prüfungen kurzfristig umsetzbar, hoher Aufwand	Rohwarenverarbeiter, Rohwarenlieferant
Pflanzenaufbereitung	Verschleppung von PA-bildenden Beikräutern	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von der Erntepflanze	Reinigungsmöglichkeiten z.B. Sortierung von Erntegut	großes Potential, kurzfristig umsetzbar, aber personell bzw. technologisch sehr hoher Aufwand; keine Standardtechnologie verfügbar	Rohwarenverarbeiter, Rohwarenlieferant
Pflanzenaufbereitung und alle weiteren Prozessstufen	Kreuzkontamination mit PA-bildenden Beikräutern	niedrig	sorgfältige Reinigung der Prozessanlagen	geringe Bedeutung	Rohwarenverarbeiter, Rohwarenlieferant, Extrakt-Hersteller
Herstellung Extrakt	Übergang von PA in den Extrakt	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von Rohmaterial/Erntepflanze und dem Extraktionsverfahren	Entwicklung von Extraktionsverfahren mit einem reduzierten Übergang von PA	geringe Bedeutung, hoher technischer und regulatorischer Aufwand	Extrakt-Hersteller
Freigabe Extrakt	Nichterkennen einer PA-Belastung	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von Rohmaterial/Erntepflanze und dem Extraktionsverfahren	Risikobasierte Auswahl von Extrakten, die einer Prüfung auf PA unterliegen	große Bedeutung, Durchführung von Prüfungen kurzfristig umsetzbar, hoher Aufwand	Extrakt-Hersteller

Prozessstufe	Risiken	Wahrscheinlichkeit	Einflussmöglichkeiten	Bewertung (Machbarkeit, Zeithorizont, Effizienz)	Verantwortliche Stellen
Herstellung Nahrungsergänzungsmittel	Verschleppung von PA in das Nahrungsergänzungsmittel	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von der PA-Belastung der Zutat	Erfassung der Verschleppung durch risikobasierte Wareneingangskontrollen der Rohware/Extrakte	große Bedeutung, Durchführung von Prüfungen kurzfristig umsetzbar, hoher Aufwand	NEM-Hersteller
Freigabe Nahrungsergänzungsmittel	Nichterkennen einer PA-Belastung	niedrig bis hoch in Abhängigkeit von der PA-Belastung der Zutat	Risikobasierte Auswahl von Nahrungsergänzungsmitteln, die einer Prüfung auf PA unterliegen	große Bedeutung, Durchführung von Prüfungen kurzfristig umsetzbar, hoher Aufwand	NEM-Hersteller

5. Honig



Bienen suchen sich ihre Nahrung selbst und sind dabei in der Lage, Nahrungsquellen in einem Radius bis zu 5 Kilometern (in Ausnahmefällen bis zu 10 Kilometern) aufzuspüren. Das Sammelverhalten ist abhängig von der Attraktivität der Nahrungsquellen, der Verteilung attraktiver Pflanzen und den Bedürfnissen des Bienenvolks. Auch PA-bildende Pflanzen können Bienen als Nahrungsquelle dienen. Einige PA-Pflanzen sind dabei für die Bienen attraktiv, andere nur dann, wenn allgemein das Nahrungsangebot knapp ist. Da der PA-Gehalt der Pflanzen selbst zumeist in Abhängigkeit von Witterungsbedingungen variiert, sind auch die PA-Gehalte in Honig von sehr

unterschiedlicher Konzentration, selbst wenn die Produkte von den gleichen Pflanzen stammen. So sind PA-Gehalte in Honig in manchen Jahren extrem erhöht, in anderen Jahren wiederum kaum messbar. Daher ist ein breites und attraktives Nahrungsangebot für Bienen anzustreben. Eine Aufgabe, die von Imkern nicht geleistet werden kann und die sowohl die Unterstützung seitens der Agrarpolitik als auch der Gesellschaft erfordert.

Wichtig ist, dass Imker PA-Pflanzen erkennen und korrekt identifizieren können, um bei Bedarf Maßnahmen treffen zu können.

Imker besitzen in der Regel weder die Flächen, auf denen ihre Bienen weiden, noch können sie über diese Flächen verfügen, das heißt, Maßnahmen zur Kontrolle von PA-Pflanzen auf solchen Flächen ergreifen. Imker sind also darauf angewiesen, dass alle beteiligten und betroffenen Kreise für die Thematik sensibilisiert sind und gemeinsam die Verantwortung übernehmen, um sicherzustellen, dass eine effektive Kontrolle PA-bildender Pflanzen erfolgt (s. auch Kap. 3). Werden Standorte mit PA-Pflanzen entdeckt und erscheint aus Sicht des Imkers eine Kontrolle dieser Pflanzen erforderlich, sollte der Imker den Eigentümer der Fläche bzw. die verantwortlichen Behörden darauf aufmerksam machen.

Wenn Imker in der Wahl ihres Standorts für die Bienenstöcke flexibel sind, kann ggf. der Standort gewechselt werden; dies ist allerdings nur für einen kleineren Teil der Imker möglich.

Ist das Nahrungsangebot für Bienen eingeschränkt und es besteht die Möglichkeit, dass Bienen vermehrt PA-Pflanzen anfliegen, sollte der Honig vorsorglich auf seinen PA-Gehalt untersucht werden. Dies ist derzeit nur mit Hilfe aufwändiger instrumenteller Analytik möglich. Eine Entwicklung kostengünstiger Schnelltests wäre sinnvoll, um den Imkereien und dem Honig-Handel eine schnelle Kontrolle der PA-Gehalte in Honig zu ermöglichen.

6. Landwirtschaftliche Nutztiere



6.1. Weidemanagement

Das Weidemanagement zur Kontrolle PA-bildender Pflanzen muss häufig mit anderen Formen der Beikrautkontrolle einhergehen, wie dem Einsatz von Herbiziden oder mechanischen Maßnahmen. Neben Maßnahmen des Beikrautmanagements, die für das Weidemanagement genutzt werden, gibt es weitere Möglichkeiten zur Kontrolle von PA-Pflanzen.

Auf Weideflächen und Flächen, die an Acker- und Weideland angrenzen, können alternative pflanzenbauliche Maßnahmen ein unerwünschtes Wachstum von PA-Pflanzen reduzieren. Zum Beispiel können kräftige mehrjährige Pflanzen gepflanzt werden, die das Einwandern und Wachstum PA-bildender Pflanzen unterdrücken. Es ist darauf zu achten, dass für die Anpflanzung möglichst beikrautfreie Pflanzen und Samen verwendet werden.

Für eine großflächige Bekämpfung von PA-Pflanzen auf Weideflächen sind insbesondere regelmäßiges Mähen und Schnitte geeignet. Die genannten mechanischen Verfahren sind nicht immer wirksam, um die Pflanzen zu vernichten, sondern können bei diesen stattdessen auch ein erneutes Austreiben fördern. Dies wurde bereits beim Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea* L.) und beim Wegerich-Natternkopf (*Echium plantagineum* L.) beobachtet. Folglich sollten das Häckseln oder Mähen sehr regelmäßig durchgeführt und in Kombination mit anderen Kontrollmaßnahmen im Rahmen eines integrierten Beikrautmanagement-Plans eingesetzt werden. Wird beispielsweise eine häufige Mahd mit zusätzlichen Stickstoff-Gaben kombiniert, kann ein Wachstum schnell wachsender Grasarten erreicht werden, die dann das Auskeimen und die Ansiedlung von PA-Pflanzen stören. Aufmerksamkeit sollte auch Flächen geschenkt werden, die an die Weideflächen angrenzen, da diese ein kontinuierliches Reservoir für den Beikrautbefall darstellen können.

Narbenschäden und eine Überweidung von Flächen sind zu vermeiden, da dies zum Verlust des Wettbewerbs von Pflanzen auf der Weidefläche führen kann und es PA-bildenden Pflanzen erlaubt, sich auf diesen Flächen anzusiedeln und sich über den unbewachsenen Boden auszubreiten. Auf intensiv genutzten Wiesen und Weiden kann sich z.B. das Jakobskreuzkraut kaum etablieren; hingegen steigt die Wahrscheinlichkeit seines Auftretens auf lückigen Wiesen und wenig intensiv genutzten Weiden stark an.

Ein weiterer Minimierungsansatz könnte in Änderungen der Bewirtschaftungsweise von Umtriebsweiden (große Weiden mit unterteilten Flächen) liegen. Bei wechselfeuchten Standorten, die mit Wasserkreuzkraut (*Senecio aquaticus* L.) befallen sind, sollte insbesondere in Neigungen und Lücken die Ausbreitung beobachtet und verhindert werden. Es hat sich gezeigt, dass das Ausreißen und Ausstechen des Wasserkreuzkrauts hier keinen Effekt zeigt und nur eine Herbizid-Behandlung einen hohen Wirkungsgrad erreicht. Auch ist es wichtig, Verschleppungen des Wasserkreuzkrauts zu verhindern. Dies kann über eine Anpassung der Bewirtschaftungsintensität sowie durch die Veränderung des Schnittzeitpunkts erreicht werden. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass eine Regulierung des Wasserkreuzkrauts eine über Jahre andauernde Herausforderung darstellt.

Wenn Tiere auf mit PA-Pflanzen befallenen Flächen geweidet haben, ist darauf zu achten, dass Samen von PA-Pflanzen nicht über ihre Hufe oder ihr Fell verbreitet werden. Es kann angebracht sein, die Tiere nicht auf solchen Flächen weiden zu lassen, wenn die Samenbildung der PA-Pflanzen erfolgt.

Maßnahmen im Weidemanagement zur Kontrolle und Reduzierung PA-bildender Pflanzen

I. Maßnahmen für extensives Weideland*

Zeitpunkt der Maßnahme	Schadensschwelle	Maßnahmen	Kommentare
vor der Blüte der PA-bildenden Pflanze	> 1 Pflanze/ 10 m ²	mechanische Einzelpflanzenbekämpfung durch Ausstechen oder Ausziehen möglichst mit Wurzel (um den Wiederaustrieb zu verhindern)	gilt bei: - < 1,5 Großvieheinheiten*/ha Besatzdichte - Weiden oder Wiesen mit nur einer Schnittnutzung im Spätsommer
Ende Juni	> 1 Pflanze/ 10 m ²	erster Schnitt der Weidefläche	größere Schnittmengen (ab ca. 5 Kubikmeter) in Biogasanlagen verarbeiten oder einer stofflichen Verwertung über eine sachgerechte Kompostierung in kommunalen oder privaten Anlagen zuführen
bei erneutem Blühbeginn der PA-bildenden Pflanze	> 2 Pflanzen/ 10 m ²	Folgeschnitt oder Mulchen	
bei Lücken in der Grünlandnarbe		Nachsaat der Narbenlücken	Pflanzenschäden bedingt durch Trockenheit oder Nässe oder durch den Tritt von Weidetieren ausbessern

*: - extensives Weideland: Form der Grünlandwirtschaft mit geringem Viehbesatz (max. 1 bis 2 Rinder pro Hektar)
 - Großvieheinheit: Vieheinheiten (VE) dienen als Umrechnungsschlüssel für die Anzahl an Nutztieren pro Flächeneinheit. Eine Großvieheinheit entspricht ca. 500 kg Lebendgewicht. Der VE ist z.B. für Kühe 1,00, für Schafe unter 1 Jahr 0,05 und für Schafe ab 1 Jahr 0,10.

II. Maßnahmen für intensives Grünland

Zeitpunkt der Maßnahme	Schadensschwelle	Maßnahmen	Kommentare
vor der Blüte der PA-bildenden Pflanze	> 1 Pflanze/ 10 m ²	mechanische Einzelpflanzenbekämpfung möglichst mit Wurzel (um den Wiederaustrieb zu verhindern)	- Prüfung vor der Samenreife der PA-Pflanze durchführen - Schnittgut abfahren, Häckselgut vollständig verrotten lassen
	> 2 Pflanzen/ 10 m ²	chemische Bekämpfung durch Einzelpflanzen- oder Flächenbehandlung	nach einer chemischen Bekämpfung auf angepasste Stickstoffdüngung und ausreichenden Gräseranteil von 70 - 80 % achten
bei Lücken in der Grünlandnarbe		Nachsaat der Narbenlücken	Schäden durch Befahren bei der Pflege und Ernte oder als Folge einer Beikrautbekämpfung ausbessern



6.2. Gute Fütterungspraxis für landwirtschaftliche Nutztiere

PA-bildende Pflanzenarten werden von den Weidetieren im Allgemeinen gemieden. Um zu verhindern, dass PA-Pflanzen gefressen werden, wenn das Futter z.B. aufgrund von Trockenheit oder Überweidung knapp wird, ist sicherzustellen, dass die landwirtschaftlichen Nutztiere ein attraktives Futterangebot auf der Weide vorfinden.

Im Falle von getrocknetem Grünfutter können die Tiere die Anwesenheit von PA-haltigen Pflanzenteilen nicht mehr erkennen. Die Aufnahme hoher Mengen an Pyrrolizidinalkaloiden kann zu akuten Vergiftungen führen; es ist auch nachgewiesen, dass PA in essbare tierische Gewebe übergehen können. PA-Gehalte in Grünfutter sollten daher so gering wie möglich sein. Bei Flächen, die für die Gewinnung von Grünfutter vorgesehen sind, ist eine Kontrolle von PA-Pflanzen anzuraten. Hierbei gelten die in den Kapiteln 4.1. und 6.1. empfohlenen Maßnahmen zum Beikraut- und Weidemanagement.

Maßnahmen zur Kontrolle und Reduzierung PA-bildender Pflanzen beim Anbau von Futtermitteln

Zeitpunkt der Maßnahme	Schadensschwelle	Maßnahmen	Kommentare
vor der Blüte der PA-bildenden Pflanze	> 1 Pflanze/ 10 m ²	Mechanische Einzelpflanzenbekämpfung möglichst mit Wurzel (um den Wiederaustritt zu verhindern)	
	> 2 Pflanzen/ 10 m ²	kein Einsatz mehr zu Futterzwecken	Silierung oder Vergärung des Materials, dann Bearbeitung in einer Biogasanlage
		- Herbizidbehandlung plus Stickstoff-Düngung - Nachsaat mit Striegeln* oder Pflügen mit Neuansaat	zur vollständigen Ausschaltung der Keimfähigkeit der Samen PA-bildender Pflanzen
bei hohem Besatz von PA-bildenden Pflanzen im Rosettenstadium		- Herbizidbehandlung - Nachsaat mit Striegeln* oder Pflügen mit Neuansaat	ggf. Umbruch und Neuansaat
bei der Ernte		Erntemaschinen (Mähwerke, Ladewagen etc.) mit Druckluft direkt auf der Befallsfläche mit Wasser reinigen	Befall anschließend entsorgen

*: Striegel: Gerät zur mechanischen Unkrautbekämpfung

Anhang I: Steckbriefe von PA-Pflanzen

**erarbeitet von der Vereinigung der am Drogen- und Chemikalien-Groß- und
-Außenhandel beteiligten Firmen (Drogen- und Chemikalienverein) e.V.**

ACKEROCHSENZUNGE

Wissenschaftlicher Name: *Anchusa arvensis* L.

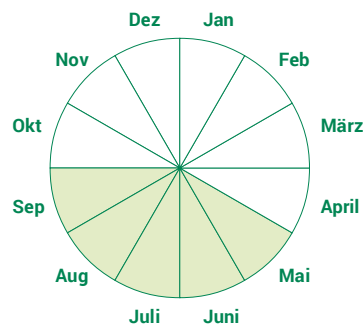
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Europa, Nord-Afrika, Vorderasien

Bodenqualität: stickstoffsalzhaltig, kalk- und basenarm; auch Sandböden

Wuchshöhe: 15 bis 40 cm

Blühperiode: Mai bis September



Generationszyklus: einjährig bis winterannuell

Merkmale: vereinzelt, jedoch in allen Kulturen vorkommend

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Zugelassene Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Acker-Ochsenzunge (*Anchusa arvensis* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



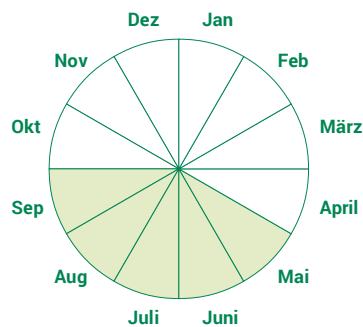
Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

GEMEINE OCHSENZUNGE

Wissenschaftlicher Name:	<i>Anchusa officinalis</i> L.
Familie:	Boraginaceae
Vorkommen der Pflanze:	Ost- und Mitteleuropa, Ukraine bis Baltikum
Bodenqualität:	trockene bis sandige Böden, kalkmeidend
Wuchshöhe:	30 bis 80 cm
Blühperiode:	Mai bis September



Generationszyklus:	zwei- bis mehrjährig
Merkmale:	vereinzelt, jedoch in allen Kulturen vorkommend

Bekämpfungsmaßnahmen:	• Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! • Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden • Zugelassene Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen • Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen • Brachliegendes Feld mehrfach pflügen
------------------------------	--

Gemeine Ochsenzunge (*Anchusa officinalis* L.)



Quelle: Wikipedia



Quelle: Wikipedia



Quelle: Wikipedia

ACKER-STEINSAME

Wissenschaftlicher Name: *Buglossoides arvensis* L.

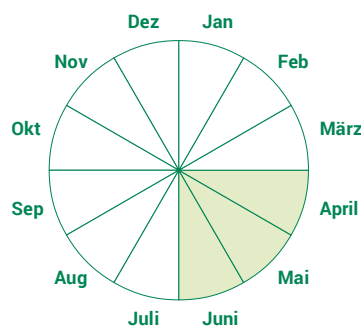
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Europa, Westasien, Afrika

Bodenqualität: basen-, nährstoffreich, humusarm, Ton- oder Lehm Böden, kalkliebend

Wuchshöhe: 10 bis 50 cm

Blühperiode: April bis Juni



Anmerkungen:
Gilt in Teilen
Deutschlands
als gefährdet!
Blüten/Samen
hoch PA-haltig!

Generationszyklus: einjährig bis winterannuell

Keimfähigkeit: Keimt ab 10° C Bodentemperatur

- Bekämpfungsmaßnahmen:**
- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
 - Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
 - Zugelassene Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
 - Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
 - Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Acker-Steinsame (*Buglossoides arvensis* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: USDA PLANTS



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

KLAPPERHÜLSE

Wissenschaftlicher Name:	<i>Crotalaria spp.</i>
Familie:	Fabaceae
Vorkommen der Pflanze:	Asien, Afrika, Süd-Amerika (tropisch)
Bodenqualität:	feucht, nährstoffreich
Verwendung:	einige Arten in tropischen Afrika als Gemüse, in Indien <i>Crotalaria juncea</i> in der Ayurveda-Medizin

KRITISCHER EINSATZ:	ALS GRÜNDÜNGER(!)
----------------------------	--------------------------

Generationszyklus:	ein- bis mehrjährig
Giftigkeit:	bei Mensch und Tier völlig unterschiedlich

Bekämpfungsmaßnahmen:	• Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! • Keinesfalls als Gründünger einsetzen! Boden-Transfer von PA in Kulturpflanzen nachgewiesen. • Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
------------------------------	--

Klapperhülse (*Crotalaria spp.*)



Crotalaria pallida
Quelle: Wikipedia



Crotalaria agatiflora
Quelle: Wikipedia



Crotalaria agatiflora
Quelle: Wikipedia

GEWÖHNLICHER NATTERNKOPF

Wissenschaftlicher Name: *Echium vulgare* L.

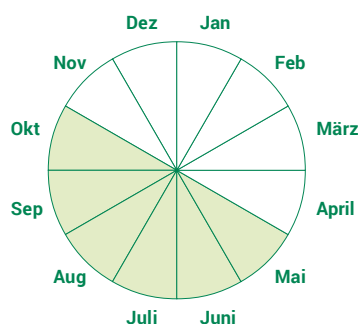
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Europa und Asien

Bodenqualität: (halb-)trocken, anspruchslos

Wuchshöhe: 25 bis 100 cm

Blühperiode: Mai bis Oktober



Anmerkung:
Bis zu 2000
langlebige Samen!

Generationszyklus: zweijährig, Halbrosettenstaude

Merkmale: auf sandigen Böden weit verbreitet

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Gewöhnlicher Natternkopf (*Echium vulgare* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



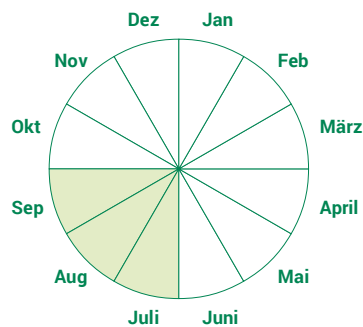
Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: NABU, Helge May

GEWÖHNLICHER WASSERDOST

Wissenschaftlicher Name:	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.
Familie:	Asteraceae
Vorkommen der Pflanze:	Europa, Nordamerika, Asien
Bodenqualität:	feucht, nährstoffreich
Wuchshöhe:	50 bis 150 cm
Blühperiode:	Juli bis September



Anmerkung:
Pollen der Pflanze
kann Kontamination
verursachen!

Generationszyklus:	mehrfährig
Keimfähigkeit:	schnell ausbreitend

Bekämpfungsmaßnahmen:	• Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! • Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden • Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae • Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen • Brachliegendes Feld mehrfach pflügen
------------------------------	--

Gewöhnlicher Wasserdost (*Eupatorium cannabinum* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

EUROPÄISCHE SONNENWENDE

Wissenschaftlicher Name: *Heliotropium europaeum* L.

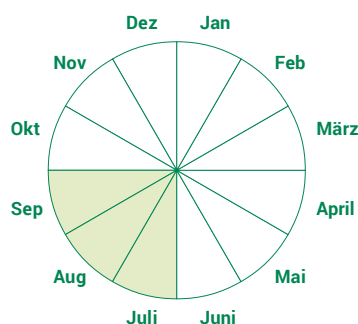
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Mitteleuropa und Asien

Bodenqualität: lockere, nährstoffreiche Böden, sehr wärmeliebend

Wuchshöhe: bis zu 50 cm

Blühperiode: Juli bis September



Generationszyklus: einjährig

Keimfähigkeit: Frühlingskeimer, Verbreitung durch Samen

- Bekämpfungsmaßnahmen:**
- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
 - Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
 - Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
 - Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
 - Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Europäische Sonnenwende (*Heliotropium europaeum* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



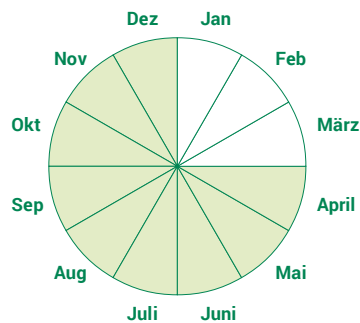
Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

ACKERVERGISSMEINNICHT

Wissenschaftlicher Name:	<i>Myosotis arvensis</i> L.
Familie:	Boraginaceae
Vorkommen der Pflanze:	Mitteleuropa und Asien
Bodenqualität:	durchlüftete, feuchte, sandige Lehm Böden
Wuchshöhe:	bis zu 40 cm
Blühperiode:	April bis Dezember



Anmerkung:
Hohe Samenanzahl
mit hohem PA-Gehalt!

Generationszyklus:	einjährig bis winterannuell
Keimfähigkeit:	Samen jahrelang keimfähig

Bekämpfungsmaßnahmen:	• Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! • Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden • Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen • Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen • Brachliegendes Feld mehrfach pflügen
------------------------------	--

Ackervergissmeinnicht (*Myosotis arvensis* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

SANDVERGISSMEINNICHT

Wissenschaftlicher Name: *Myosotis stricta* L.

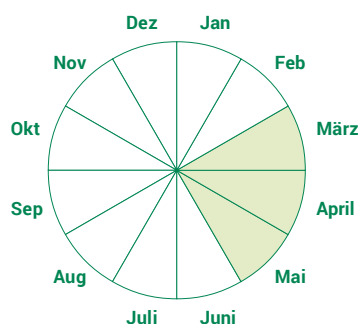
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Mitteleuropa, Asien, Afrika

Bodenqualität: sandig

Wuchshöhe: 5 bis 20 cm

Blühperiode: März bis Mai



Generationszyklus: einjährig bis winterannuell

Keimfähigkeit: Samen sehr langlebig

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Sandvergissmeinnicht (*Myosotis stricta* L.)



Quelle: Wikipedia



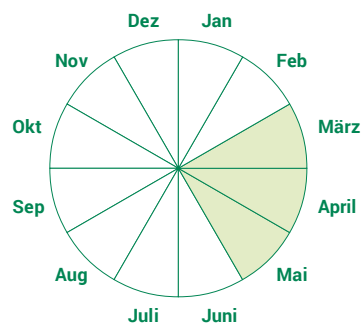
Quelle: Wikipedia



Quelle: Wikipedia

PESTWURZ

Wissenschaftlicher Name:	<i>Petasites hybridus</i> L.
Familie:	Asteraceae
Vorkommen der Pflanze:	Europa, Asien, Afrika
Bodenqualität:	feucht, nährstoffreich
Wuchshöhe:	10 bis 40 cm
Blühperiode:	März bis Mai



Generationszyklus:	mehrfährig
Keimfähigkeit:	Samen kurzlebig

Bekämpfungsmaßnahmen:	· Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! · Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden · Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae · Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen · Brachliegendes Feld mehrfach pflügen
------------------------------	--

Pestwurz (*Petasites hybridus* L.)



RAUKENBLÄTTRIGES-KREUZKRAUT

Wissenschaftlicher Name: *Senecio erucifolius* L.

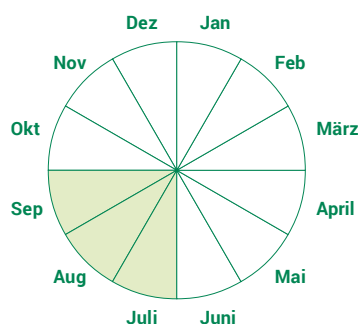
Familie: Asteraceae

Vorkommen der Pflanze: Europa und Asien

Bodenqualität: nahezu alle Bodenarten

Wuchshöhe: 30 bis 125 cm

Blühperiode: Juli bis September



Anmerkung:
Gilt in Teilen
Deutschlands als
gefährdete Art!

Generationszyklus: mehrjährig

Merkmale: hoher PA-Gehalt in Blüten und Samen

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Raukenblättriges Kreuzkraut (*Senecio erucifolius* L.)



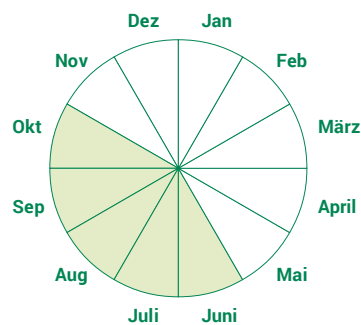
Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Wikipedia

JACOBS-KREUZKRAUT

Wissenschaftlicher Name:	<i>Senecio jacobaea</i> L.
Familie:	Asteraceae
Vorkommen der Pflanze:	Europa, Asien, Nordafrika
Bodenqualität:	nahezu alle Bodenarten
Wuchshöhe:	30 bis 100 cm
Blühperiode:	Juni bis Oktober



Anmerkung:
Bis zu 140 000
Samen pro Pflanze!

Generationszyklus:	zweijährig bis mehrjährig Keimung – Blattrosette im 1. Jahr – Blütenstand im 2. Jahr
Merkmale:	Samen sind sofort keimfähig. Häufig! Weideunkraut – giftig besonders für Pferde!

Bekämpfungsmaßnahmen:	• Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen! • Verhinderung der Samenbildung durch Mähen vor der Blüte • Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae • Pflanzen vom Feld entfernen und entsorgen! • Brachliegendes Feld mehrfach pflügen
------------------------------	--

Jacobs-Kreuzkraut (*Senecio jacobaea* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

FRÜHLINGS-KREUZKRAUT

Wissenschaftlicher Name: *Senecio vernalis* L.

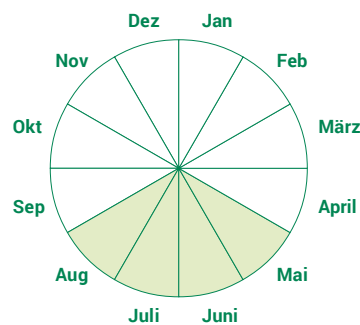
Familie: Asteraceae

Vorkommen der Pflanze: Europa und Asien

Bodenqualität: nährstoffreich

Wuchshöhe: 0,2 bis 60 cm

Blühperiode: Mai bis August



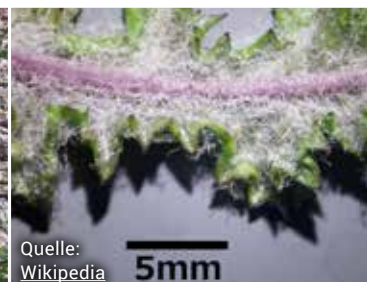
Generationszyklus: mehrjährig

Keimfähigkeit: Samen sehr langlebig

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Frühlings-Kreuzkraut (*Senecio vernalis* L.)



GEMEINES KREUZKRAUT

Wissenschaftlicher Name: *Senecio vulgaris* L.

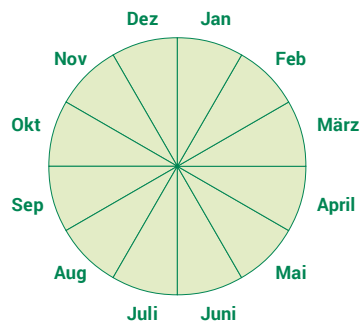
Familie: Asteraceae

Vorkommen der Pflanze: weltweit

Bodenqualität: nahezu alle Bodenarten sind geeignetes Substrat

Wuchshöhe: 10 bis 40 cm

Blühperiode: Januar bis Dezember



Anmerkung:
Bis zu 12 000
langlebige Samen
pro Pflanze!

Generationszyklus: 5 bis 6 Wochen

Merkmale: Samen sind sofort keimfähig, Pflanze raschwüchsig

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben – mitsamt den Wurzeln!
- Verhinderung der Samenbildung
- Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae
- Pflanzen müssen vom Feld entfernt werden
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Gemeines Kreuzkraut (*Senecio vulgaris* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

ECHTER BEINWELL

Wissenschaftlicher Name: *Symphytum officinale* L.

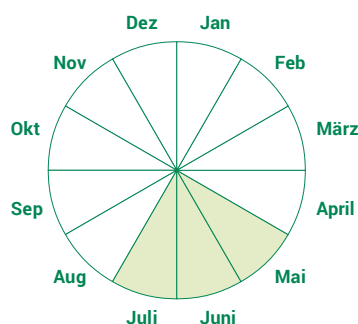
Familie: Boraginaceae

Vorkommen der Pflanze: Europa, Asien

Bodenqualität: stickstoffhaltig, feucht, nährstoffreich

Wuchshöhe: 30 bis 100 cm

Blühperiode: Mai bis Juli



Anmerkung:
Kleinste Wurzelteile
treiben wieder aus!

Generationszyklus: mehrjährig

Keimfähigkeit: vermehrt sich durch Samen und Wurzelasläufer

Bekämpfungsmaßnahmen:

- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
- Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
- Herbizide mit Wirkung gegen zweikeimblättrige Pflanzen
- Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
- Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Echter Beinwell (*Symphytum officinale* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

HUFLATTICH

Wissenschaftlicher Name: *Tussilago farfara* L.

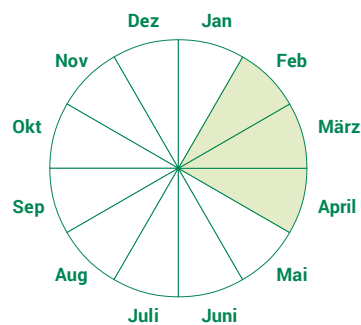
Familie: Asteraceae

Vorkommen der Pflanze: Europa, Asien, Afrika

Bodenqualität: feucht, kalkliebend

Wuchshöhe: 10 bis 30 cm

Blühperiode: Februar bis April



Generationszyklus: mehrjährig

Merkmale: Samen kurzlebig, Lichtkeimer

- Bekämpfungsmaßnahmen:**
- Jäten/Hacken/Ausgraben, mitsamt Wurzel entfernen!
 - Verhinderung der Samenbildung, Bodenschäden vermeiden
 - Herbizide mit Wirkung gegen Asteraceae
 - Pflanzen vom Feld entfernen, Geräte gründlich reinigen
 - Brachliegendes Feld mehrfach pflügen

Huflattich (*Tussilago farfara* L.)



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer



Quelle: Flora-de.de, Thomas Meyer

Bildquellen:

Heinrich Klenk GmbH & Co KG; Robert Parzinger

<http://www.blumeninschwaben.de/index.htm>; Thomas Meyer

<https://nrw.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/zeit-der-schmetterlinge/wissen/schmetterlingspflanzen/22755.html>, Naturschutzbund NABU, Helge May, access 31.1.2020

<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=buar3>, Steve Hurst (hosted by USDA-NRCS PLANTS Database)

Wikipedia:

Anchusa officinalis L.:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anchusa_officinalis_16-06-2006_19.45.34.JPG,

Teun Spaans

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anchusa_officinalis_1.jpg, Franz Xaver

https://de.wikipedia.org/wiki/Gemeine_Ochsenzunge#/media/Datei:AnchusaOfficinalis.jpg,

Christian Fischer, access 31.1.2020

Crotalaria spp.:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starr_070206-4171_Crotalaria_pallida.jpg,

Forest & Kim Starr

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crotalaria_agatiflora_\(18258347709\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crotalaria_agatiflora_(18258347709).jpg), Dick Culbert

Myositis stricta L.:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myosotis_stricta_sl25.jpg, Stefan Lefnaer

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myosotis_stricta_sl18.jpg, Stefan Lefnaer

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Myosotis_stricta5_W.jpg, Fornax

Petasites hybridus L.:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Gewoehnliche_Pestwurz_Common_Butterbur_\(Petasites_hybridus\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Gewoehnliche_Pestwurz_Common_Butterbur_(Petasites_hybridus).jpg); Richard Bartz

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Petasites_hybridus_sl21.jpg, Stefan Lefnaer

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Petasites_hybridus_\(Flower_Closeup\)_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Petasites_hybridus_(Flower_Closeup)_1.jpg),

Christian Hummert

Senecio erucifolius L.:

https://de.wikipedia.org/wiki/Raukenbl%C3%A4ttriges_Greiskraut#/media/Datei:Senecio_erucifolius_sl18.jpg, Stefan Lefnaer, access 31.1.2020

Senecio vernalis L.:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Fr%C3%BChlings-Greiskraut_\(Senecio_vernalis\)_2.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Fr%C3%BChlings-Greiskraut_(Senecio_vernalis)_2.jpg),

Darkone

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Senecio_vernalis_sl5.jpg, Stefan Lefnaer

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Senecio_vernalis_sl7.jpg, Stefan Lefnaer

weitere Informationen:

E. J. Jäger (Hrsg.): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. 20. Aufl., 2011

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH: BiolFlor-Datenbank

biologisch-ökologischer Merkmale der Flora von Deutschland

Zugang online: <http://www.ufz.de/biolflor/index.jsp>

Anchusa officinalis L.:

L. Portii: <http://www.luontoportti.com/suomi/de/kukkakasvit/gemeine-ochsenzunge>

Wenn nicht anders angegeben, wurden die Bilder am 23.1.2018 abgerufen.

Anhang II: Sammlung von PA-Pflanzen und ihren Pollen, die für die Honigproduktion relevant sind

Zugriff online: <http://iilu.de/paplantspollen.pdf>

Literaturverzeichnis

I. Quellenverzeichnis

- [1] Codex Alimentarius: Code of Practice for Weed Control to Prevent and Reduce Pyrrolizidine Alkaloid Contamination in Food and Feed (CAC/RCP 74-2014)
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/en/>
- [2] BfR: Pyrrolizidinalkaloide: Gehalte in Lebensmitteln sollen nach wie vor so weit wie möglich gesenkt werden. Stellungnahme Nr. 030/2016 des BfR vom 28.9.2016
- [3] BfR: Analytik und Toxizität von Pyrrolizidinalkaloiden sowie eine Einschätzung des gesundheitlichen Risikos durch deren Vorkommen in Honig. Stellungnahme Nr. 038/2011 des BfR vom 11.8.2011, ergänzt am 21.1.2013
- [4] BfR: Pyrrolizidinalkaloide in Kräutertees und Tee. Stellungnahme Nr. 018/2013 des BfR vom 5.7.2013
- [5] IARC: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- [6] K.-H. Merz, D. Schrenk: Interim relative potency factors for the toxicological risk assessment of pyrrolizidine alkaloids in food and herbal medicines. Toxicology Letters 263 (2016), S. 44 - 57
- [7] BfR: Bestimmung von Pyrrolizidinalkaloiden (PA) in Pflanzenmaterial mittels SPE-LC-MS/MS: Methodenbeschreibung. Information des BfR vom 24.10.2014
- [8] EFSA: Risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements; EFSA Journal 2017;15(7):4908
- [9] BfR: Salatmischung mit Pyrrolizidinalkaloid-haltigem Greiskraut verunreinigt. Stellungnahme Nr. 028/2007 des BfR vom 10.1.2007
- [10] Deutsches Marken und Patentamt: DPMAregister: Liste der geographischen Herkunftsangaben: Frankfurter Grüne Soße / Frankfurter Grie Soß
<https://register.dpma.de/DPMAregister/geo/detail/30599020.9>
- [11] G. Fröhlich: Phytopathologie und Pflanzenschutz. Wörterbücher der Biologie. Gustav Fischer Verlag
- [12] Tea & Herbal Infusions Europe (THIE): Guidelines for Good Agricultural and Hygiene Practices for Raw Materials used for Herbal Infusions
http://www.thie-online.eu/fileadmin/inhalte/Publications/HFI/2_2014-06_PU_GAHP_Version_6.pdf
- [13] Tea & Herbal Infusions Europe (THIE), HACCP Guidance Notes for European Tea Packers and Processors in the Country of Origin.
http://www.thie-online.eu/fileadmin/inhalte/Publications/Tea/2_2012-09_HACCP_Guidance_Notes_Website_.pdf
- [14] P. Mulder, P. Lopez Sanchez, A. These, A. Preiss-Weigert, M. Castellari: Occurrence of Pyrrolizidine Alkaloids in food. EFSA Supporting Publication 2015;12(8):EN-859
- [15] BfR: Aktualisierte Risikobewertung zu Gehalten an 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloiden (PA) in Lebensmitteln; Stellungnahme Nr. 020/2018 des BfR vom 14.6.2018

II. Branchenspezifische Codes of Practice

- Deutscher Teeverband e.V.: Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung von Kontaminationen mit Pyrrolizidinalkaloiden in Rohstoffen für Kräutertees und Tee
http://www.teeverband.de/fileadmin/user_upload/Positionspapiere/Code_of_Practice_Vermeidung_Kontaminationen_mit_Pyrrolizidinalkaloiden_Version_1_12._Januar_2018_.pdf
- Wirtschaftsvereinigung Kräuter- und Fruchtee e.V.: Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung von Kontaminationen mit Pyrrolizidinalkaloiden in Rohstoffen für Kräutertees und Tee
http://www.wkf.de/fileadmin/documents/Fachtexte_Recht/Code_of_Practice_Vermeidung_Kontaminationen_mit_Pyrrolizidinalkaloiden_Version_1_12._Januar_2018_.pdf
- Arbeitskreis Nahrungsergänzungsmittel im Lebensmittelverband Deutschland e.V.: Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination pflanzlicher Nahrungsergänzungsmittel mit Pyrrolizidinalkaloiden
<https://www.lebensmittelverband.de/de/verband/organisation/arbeitskreise/arbeitskreis-nahrungsergaenzungsmittel-ak-nem/code-of-practice-cop-pyrrolizidinalkaloi-de-pa-nahrungsergaenzungsmittel-nem/>
- Vereinigung der am Drogen- und Chemikalien-Groß- und -Außenhandel beteiligten Firmen (Drogen- und Chemikalienverein) e.V.: Code of Practice Pyrrolizidinalkaloide
http://www.wkf.de/fileadmin/documents/Fachtexte_Recht/Code_of_Practice_Vermeidung_Kontaminationen_mit_Pyrrolizidinalkaloiden_Version_1_12._Januar_2018_.pdf

III. Weitere Literatur

- EFSA: Dietary exposure assessment to pyrrolizidine alkaloids in the European population; EFSA Journal 2016;14(8):4572
- EFSA: Scientific Opinion on Pyrrolizidine alkaloids in food and feed; EFSA Journal 2011;9(11):2406
- E. Teuscher, U. Lindequist: Biogene Gifte. Biologie - Chemie - Pharmakologie - Toxikologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 3. Aufl., 2010
- T. Hartmann, L. Witte: Chemistry, Biology and Chemoecology of the Pyrrolizidine Alkaloids. Kapitel 4 aus S. W. Pelletier (Hrsg.): Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives, Band 9, Pergamon Press, Oxford, 1995. S. 155 - 233
- R. A. Coulombe, Jr: Pyrrolizidine alkaloids in foods. Aus: Advances in Food and Nutrition Research, Band 45, Elsevier Science Ltd., 2003. S. 61 - 99
- D. Langel, D. Ober, P. B. Pelser: The evolution of pyrrolizidine alkaloid biosynthesis and diversity in the Senecioneae. Phytochem Rev 10 (2011), S. 3 - 74

Der vorliegende „Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden“ wurde von folgenden Verbänden gemeinsam erarbeitet:



Arbeitskreis Nahrungsergänzungsmittel im Lebensmittelverband Deutschland e.V. (AK NEM)



Deutscher Bauernverband e.V. (DBV)



Deutscher Imkerbund e.V. (D.I.B.)



Deutscher Teeverband e.V. (TEE)



Deutsches Tiefkühlinstitut e.V. (dti)



Fachverband der Gewürzindustrie e.V.



Honig-Verband e.V.



Lebensmittelverband Deutschland e.V.

VGMS

Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V.

Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V.

VDC | Vereinigung der am Drogen- und Chemikalien- Groß- und Außenhandel beteiligten Firmen (Drogen- und Chemikalienverein) e.V.

Vereinigung der am Drogen- und Chemikalien-Groß- und Außenhandel beteiligten Firmen e.V. (Drogen- und Chemikalienverein) (VDC)



Wirtschaftsvereinigung Kräuter- und Fruchtee e.V. (WKF)



Zentralverband Gartenbau e.V. (ZVG)

Der vorliegende „Code of Practice zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebensmitteln mit Pyrrolizidinalkaloiden“ wird von folgenden weiteren Verbänden unterstützt:

AöL

Assoziation ökologischer Lebensmittelhersteller e.V. (AÖL)



Bundesverband der obst-, gemüse- und kartoffelverarbeitenden Industrie e. V.



Deutscher Fruchtshandelsverband e.V. (DFHV)



Deutscher Raiffeisenverband e.V. (DRV)

**Lebensmittelverband
Deutschland e. V.**
Food Federation Germany
Claire-Waldoff-Straße 7
10117 Berlin

Tel. +49 30 206143-0
info@lebensmittelverband.de
lebensmittelverband.de
twitter.com/lmverband
facebook.com/unsererebensmittel
instagram.com/unsererebensmittel