

CODEX ALIMENTARIUS

INTERNATIONAL FOOD STANDARDS



Food and Agriculture
Organization of
the United Nations



World Health
Organization

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

VERHALTENSKODEX FÜR DIE UNKRAUTBEKÄMPFUNG ZUR VERMEIDUNG UND REDUKTION VON PYRROLIZIDINALKALOID-KONTAMINATIONEN IN NAHRUNGS- UND FUTTERMITTELN

CAC/RCP 74-2014

Übersetzung: Dipl.-Ing. agr. (Umweltsicherung) Barbara Lattrell
Stand: März 2019

1. EINLEITUNG

Pyrrolizidinalkaloide (PAs) sind natürliche Toxine, die in einer Vielzahl von Pflanzen vorkommen. Es wird davon ausgegangen, dass weltweit über 6.000 Pflanzenarten PAs enthalten. PAs sind wahrscheinlich die am weitesten verbreiteten natürlichen Toxine, die Wildtieren, Nutztieren und Menschen schaden können.

PAs haben ein gemeinsames Toxizitätsprofil, wobei die **Leber das Hauptzielorgan von Toxizität** ist. Hauptanzeichen von Toxizität bei allen Tierarten sind verschiedene Grade von progressivem Leberschaden (zentrilobuläre Leberzellnekrose), und veno-okklusive Erkrankung. Darüber hinaus hat die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) drei PAs, Lasiocarpin, Monocrotalin und Riddelliin, als **"möglicherweise krebserregend für Menschen"** (Gruppe 2B) eingestuft. PAs können sich in der Potenz unterscheiden, die relativen Potenzen sind derzeit nicht bekannt, da keine Daten zur oralen Toxizität für einzelne PAs vorliegen, was die Risikobewertung für PAs erschwert.

Risiken für den Menschen können sich aus der Aufnahme von PA-kontaminierten Lebensmitteln pflanzlichen oder tierischen Ursprungs ergeben und Ausbrüche von Toxizität bei Nutztieren verursachen wirtschaftliche Verluste für Landwirte und ländliche Gemeinden. Direkte Vergiftungen bei Menschen über Lebensmittel sind gut dokumentiert, was in einigen Fällen zu Todesfällen geführt hat. Auch der Verzehr von Getreide oder Getreideprodukten (Mehl oder Brot), die mit PA-haltigen Samen kontaminiert waren, hat zu Vergiftungsausbrüchen geführt. Ferner wurden Pflanzenteile, die PAs enthalten, in Lebensmitteln identifiziert, die aus landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, d.h. Salatblättern, hergestellt wurden. PAs wurden auch in Produkten tierischen Ursprungs, d.h. Milch und Eiern, gefunden, was einen Transfer von PAs von Futter auf essbare Gewebe anzeigt.

Obwohl es Lücken in den verfügbaren Informationen zur Toxizität und relativen Potenz einzelner PAs und zum Beitrag verschiedener Lebensmittel zur Gesamtexposition gibt, sollte die ernährungsbedingte Exposition gegenüber PAs aufgrund der potenziell gesundheitsgefährdenden Wirkungen, die durch die Aufnahme dieser Toxine über Futter oder Nahrung verursacht werden können, so gering wie möglich sein. Um dies zu erreichen, müssen Managementpraktiken zur Vermeidung und Verringerung der Kontamination von Lebens- und Futtermitteln mit PAs durchgeführt werden.

Managementpraktiken zur Verhinderung oder Reduktion von PA-Kontaminationen in Lebens- und Futtermitteln können Methoden zur Unkrautkontrolle (Beseitigung/Reduktion) umfassen, um die Exposition von zur Lebensmittelerzeugung genutzten Tieren, einschließlich Vieh und Bienen, gegenüber PA-haltigen Pflanzen zu reduzieren, und Praktiken zur Verringerung der Präsenz von PAs in rohen und verarbeiteten Erzeugnissen. Dieser Verhaltenskodex konzentriert sich auf die Unkrautbekämpfung. Der absichtliche Einsatz PA-haltiger Pflanzen für Lebens- und Futtermittel kann aus keinem Grund ohne angemessene Bewertung gerechtfertigt werden.

Es sollte betont werden, dass eine vollständige Vernichtung PA-haltiger Pflanzen nicht durchführbar oder ökologisch wünschenswert ist. Außerdem meiden Weidetiere normalerweise die meisten PA-haltigen Pflanzenarten unter normalen Umständen. Im Allgemeinen frisst das Vieh PA-haltige Pflanzen, wenn das Futter aufgrund von Dürre oder auf überweidetem Grünland knapp wird. Das Vieh kann ebenfalls PA-enthaltende Pflanzen zu sich nehmen, wenn sie in getrockneter Form in Futter vorliegen. Daher ist eine gute Fütterungspraxis neben dem Management durch Unkrautbekämpfung wichtig.

2. ZIELSETZUNG

Dieser Verhaltenskodex soll gute Managementpraktiken für die Unkrautkontrolle PA-haltiger Pflanzen bereitstellen, um die Kontamination von Lebens- und Futtermitteln mit PAs zu verhindern und zu reduzieren. In dieser Hinsicht umfasst dieser Kodex sowohl Kontrollmaßnahmen für das Management der PA-haltigen Pflanze als auch Maßnahmen zur Kontrolle der Pflanzenfreisetzung und -ausbreitung.

3. ANWENDUNGSBEREICH

Der Anwendungsbereich dieses Verhaltenskodexes soll einerseits eine Anleitung zur Vermeidung der Kontamination von Lebens- und Futtermitteln mit PAs bieten und andererseits, wenn Kontaminationen nicht vollständig vermieden werden können, die PA-Kontamination in Lebensmitteln und Futtermitteln durch Unkrautkontrolle zu reduzieren. Dieser Verhaltenskodex sollte in Verbindung mit anderen relevanten Leitfäden zur Vermeidung und Reduktion von anderen Kontaminanten in Lebens- und Futtermitteln gelesen werden.

4. BEWERTUNG DER EINHALTUNG DER RELEVANTEN GESETZGEBUNG

Alle in diesem Verhaltenskodex aufgeführten Managementpraktiken müssen in Übereinstimmung mit den einschlägigen nationalen oder internationalen Gesetzen und Normen befolgt werden, einschließlich der allgemeinen Anforderungen für den Verbraucher- und Arbeitnehmerschutz.

5. Einschränkungen

Es sollte anerkannt werden, dass die Umsetzung der in diesem Verhaltenskodex beschriebenen Managementmaßnahmen in einer Reihe von Ländern schwierig sein kann. Dies kann entweder aufgrund mangelnder Kenntnisse oder Ressourcen oder aufgrund geografischer, umweltbedingter oder praktischer Einschränkungen geschehen, wie z.B. aufgrund der Tatsache, dass das Gebiet zu groß ist, oder aufgrund der Unzugänglichkeit bestimmter Regionen für landwirtschaftliche Maschinen. Die in diesem Verhaltenskodex beschriebenen Maßnahmen dienen daher als Orientierungshilfe, und jede in diesem Verhaltenskodex beschriebene Maßnahme sollte von nationalen Behörden oder anderen Berufs- und Beratungsgremien bewertet werden, um sicherzustellen, dass diese für ihre länderspezifischen Bedingungen angemessen und praktikabel sind.

Derzeit liegen keine ausreichenden Informationen über die Wirksamkeit der verschiedenen Bewirtschaftungsmaßnahmen vor, so dass keine umfassende Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen vorgenommen werden kann. Wenn solche Informationen verfügbar werden, wäre eine Bewertung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Bewirtschaftungsmaßnahmen hilfreich, um die am besten geeignete Kombination von Verfahren zum Management PA-haltiger Pflanzen zu ermitteln und dadurch die Wahrscheinlichkeit einer PA-Kontamination von Lebens- und Futtermitteln zu verringern.

6. ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE FÜR DIE UNKRAUTKONTROLLE PA-HALTIGER PFLANZEN

Um eine Ausbreitung von PA-haltigen Pflanzen angemessen zu verhindern und die Kosten für Bekämpfungsmaßnahmen zu senken, ist eine frühzeitige Erkennung und Identifizierung dieser Pflanzen unerlässlich, gefolgt von Maßnahmen zur Vermeidung der Kontamination von Lebens- und Futtermitteln.

Um eine frühzeitige Erkennung zu erzielen ist es entscheidend, die Wahrnehmung zu schärfen, indem den Landwirten und der Bevölkerung vor Ort (einschließlich beauftragter Firmen und Straßenrandpflegepersonal) geeignete Informationen zur Verfügung gestellt werden. Informationen könnten unter Verwendung von Materialien wie Broschüren und Website-Informationen mit einem Überblick und einer Beschreibung der wichtigsten PA-haltigen Pflanzen, ihrer Ökologie, der Notwendigkeit zum Handeln und das wie/wo bereitgestellt werden. In dieser Hinsicht ist es wichtig, die Art der Empfehlungen an die Situation der betroffenen Person anzupassen, d.h. Privatpersonen, die Pferde, Schafe usw. auf einem kleinen Stück Land halten, benötigen andere Anweisungen als professionelle Landwirte. Eine Kommunikation mit den zuständigen nationalen und lokalen Verwaltungen sollte ebenfalls stattfinden.

Sobald PA-haltige Pflanzen entdeckt werden, müssen, sofern geeignete Daten verfügbar sind, die Risiken für die Gesundheit von Mensch und Tier festgestellt werden, um die Notwendigkeit eines integrierten Unkrautmanagementplans zu ermitteln. In diesem Zusammenhang muss anerkannt werden, dass die verschiedenen PA-haltigen Pflanzen möglicherweise auf eine bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahme anders reagieren. Daher ist es immer wichtig, die Ökologie der spezifischen Pflanze im Auge zu behalten. Zusätzlich müssen Witterungs- oder Klimaeinflüsse berücksichtigt werden. Um die Ausbreitung der PA-haltigen Pflanzen zu verhindern, müssen alle Landeigentümer, Nutzer und Verantwortlichen eine kollektive Verantwortung übernehmen, um eine wirksame Kontrolle der Ausbreitung zu gewährleisten.

7. BEWERTUNG DER NOTWENDIGKEIT MASSNAHMEN ZU ERGREIFEN

Bevor eine Maßnahme in Betracht gezogen wird, sollte der Handlungsbedarf ermittelt werden, indem die Risiken identifiziert werden, die von dem Vorhandensein PA-haltiger Pflanzen ausgehen. Dies könnte durch die Einführung eines abgestuften Risikocharakterisierungsansatzes erreicht werden, der auf folgenden Grundlagen beruht:

- Toxizität des jeweiligen PA, falls bekannt, das in der Pflanze vorhanden ist,
- die relevanten Beiträge der verschiedenen PA-haltigen Pflanzen zur spezifischen oder gesamten PA-Aufnahme des Tierbestandes oder zum Vorhandensein in Lebensmitteln / Futtermitteln, falls bekannt,
- Nähe der PA-haltigen Pflanzen zu Ackerflächen und Wiesen/Weiden/Grasland,
- Grad des Befalls,
- lokale Umstände,
- Klima,
- Bodentyp, und
- Vegetationsdecke der betroffenen Fläche.

Die Wahrscheinlichkeit, dass sich PA-haltige Pflanzen auf Flächen ausbreiten, die landwirtschaftlich genutzt oder beweidet und/oder zur Futter-/Futtermittelproduktion genutzt werden, sollte der entscheidende Faktor für die Risikobewertung sein.

Als ein Beispiel wurden Grundsätze für die Bewertung und das Management des Risikos für Nutztiere durch Jakobskreuzkraut (*Jacobaea vulgaris*), einer verbreiteten PA-haltigen Pflanze, identifiziert. Diese beruhen auf praktischen Erwägungen hinsichtlich der Nähe des Kreuzkrauts zu Viehweiden (Punkt 3 oben):

- Hohes Risiko: Kreuzkraut ist vorhanden und blüht/samt aus im Umkreis von 50 m von Flächen, die von zur Lebensmittelerzeugung genutzten Tieren beweidet oder zur Nahrungs-/Futtermittelproduktion genutzt werden.
- Mittleres Risiko: Kreuzkraut ist im Umkreis von 50 m bis 100 m von Flächen vorhanden, die von zur Lebensmittelerzeugung genutzten Tieren beweidet oder zur Nahrungs-/Futtermittelproduktion genutzt werden.
- Geringes Risiko: Die Fläche, auf der Kreuzkraut vorhanden ist, liegt mehr als 100 m von Flächen entfernt, die von zur Lebensmittelerzeugung genutzten Tieren beweidet oder für die Nahrungs-/Futtermittelproduktion genutzt werden.

In dem Beispiel der Kreuzkrautbekämpfung laut die Handlungsempfehlung, wenn eine „Hochrisiko“-Situation identifiziert ist, unverzüglich Maßnahmen zur Eindämmung der Ausbreitung PA-haltiger Pflanzen zu ergreifen und dabei geeignete Bekämpfungstechniken unter Berücksichtigung des Zustandes der Fläche einzusetzen. Im Falle eines mittleren Risikos kann eine Bekämpfungsstrategie festgelegt werden, die sicherstellt, dass bei Veränderung der Situation von einem mittleren zu einem hohen Ausbreitungsrisiko rechtzeitig geeignete Kontrollverfahren unter Berücksichtigung des Zustandes der Fläche angewendet werden. Im Falle eines geringen Risikos sind keine unmittelbaren Maßnahmen erforderlich.

Ähnliche Risikoabschätzungen und daraus resultierende Maßnahmen könnten für andere PA-haltige Pflanzen durchgeführt werden, aber die Definition von Risikozonen und geeigneten Maßnahmen in anderen Situationen erfordert die Berücksichtigung der unterschiedlichen Ökologie der betreffenden PA-haltigen Pflanzen neben den Aufzählungspunkten in Absatz 16.

8. EMPFOHLENE PRAKTIKEN

8.1 Management des Vorhandenseins von PA-haltigen Pflanzen

Um das Vorhandensein PA-haltiger Pflanzen zu bewältigen sollte vorzugsweise eine Kombination von nicht-chemischen und chemischen Methoden, d.h. eine integrierte Unkrautbekämpfung, angewendet werden, um die effektivsten Ergebnisse zu erzielen.

Die Anwendung eines integrierten Unkrautmanagementplans könnte den Einsatz und die Abhängigkeit von Herbiziden verringern, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer Herbizidresistenz verringert wird und ein Unkrautmanagement in den meisten Umgebungen ermöglicht. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass in den Fällen, in denen geeignete Herbizide zur Verfügung stehen, ihre Anwendung allein ausreichend wirksam sein kann, um Unkrautvorkommen zu bewältigen.

Darüber hinaus sollte ein integrierter Unkrautmanagementplan mit Praktiken einhergehen, welche die Ausbreitung PA-haltiger Pflanzen reduzieren und so die Verbreitung von Befall verhindern.

Bei den in diesem Abschnitt beschriebenen Bewirtschaftungspraktiken sollte berücksichtigt werden, dass ihre Anwendung nicht zu schädlichen Folgen für die Landwirtschaft, das Vieh oder die Weide führen sollte. Einige Methoden können sowohl für andere Pflanzenarten (wie Feldfrüchte) als auch für die Zielarten schädlich sein. Die Anwendung dieser Methoden muss auf die Vernichtung einzelner Pflanzen ausgerichtet sein und nach einer guten Planung unter Berücksichtigung möglicher Risiken für die Umwelt erfolgen.

8.1.1 Mechanische Methoden

PA-haltige Pflanzen können durch mechanische Verfahren wie Herausziehen, Pflügen, Fräsen und Kürzen gesteuert werden. Der Zeitpunkt der Anwendung mechanischer Methoden ist wichtig. Diese Praktiken werden am besten vor der Blüte der PA-haltigen Pflanzen angewendet, um eine Samenproduktion und Samenausbreitung zu verhindern. Beim Umgang mit den PA-haltigen Pflanzen sollten geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um die Haut des Betreibers zu schützen (der Kontakt mit einigen Pflanzen könnte eine allergische Reaktion hervorrufen) und das Einatmen von Pollen zu verhindern.

Eine effektive manuelle Kontrolle erfordert die Entfernung der Wurzelkrone und aller größeren Wurzeln. Daher kann eine manuelle Kontrolle nur für Sämlinge und junge Rosetten wirksam sein, im Gegensatz zu größeren Pflanzen, die normalerweise tiefe Wurzeln bilden. Darüber hinaus ist effektives Herausziehen von Hand bei geringem Befall nützlich, aber bei starkem Befall nicht kosteneffektiv und auch nicht für große Flächen geeignet.

Im Falle des Herausziehens von Hand sollten die Pflanzen in einer Weise behandelt und transportiert werden, dass ihre Ausbreitung verhindert wird, z.B. in hermetisch verschlossenen Säcken, und danach zerstört (verbrannt) werden. Es ist zu beachten, dass eine Störung des Bodens zu mehr Keimung führen kann, da vergrabene Samen freigelegt und dem (Sonnen-) Licht ausgesetzt werden.

8.1.2 Chemische Methoden

Bei sorgfältiger Anwendung in der empfohlenen Dosis des Herbizids kann chemisches Spritzen mit geeigneten Herbiziden eine wirksame Methode zur Kontrolle PA-haltiger Pflanzen sein. Eingesetzte Herbizide sollten für die Anwendung in dieser spezifischen Situation zugelassen sein. Herbizide sollten vorzugsweise in Kombination mit anderen Bekämpfungsmethoden angewendet werden, um ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Die Wahl des Herbizids hängt von der spezifischen PA-haltigen Pflanzenart und der Verfügbarkeit geeigneter Herbizide ab.

Für die meisten PA-haltigen Pflanzen ist im allgemeinen der wirksamste Zeitpunkt zum Spritzen von Herbiziden, wenn die Pflanzen aktiv wachsen und zu blühen beginnen, d. h. im Frühling vor der Blüte und im Herbst appliziert auf die neuen Rosetten. Einige Herbizide erfordern aufgrund ihres Wirkmechanismus ein anderes Timing. PA-haltige Pflanzen sollten nicht gespritzt werden, wenn die Pflanzen durch Wassermangel, zu viel Wasser, Krankheit, Insekten oder mechanische Schäden gestresst sind, da die Spritzwirkung abnimmt.

Der Einsatz nichtselektiver Herbizide kann die Kulturarten und die umliegenden Kulturen, Weiden und die Umwelt schädigen. Daher ist es besser, selektive Herbizide zu verwenden oder den Einsatz von nicht-selektiven Herbiziden auf das Spritzen der PA-haltigen Pflanze zu beschränken. Desweiteren können einige PA-haltige Pflanzen im Laufe der Zeit eine Resistenz gegen ein bestimmtes Herbizid entwickeln. Es sollte sichergestellt werden, dass Wirkstoffe in jedem Land für den spezifischen Zweck zugelassen sind. Da es sich bei diesen Stoffen um Herbizide handelt, können sie außerdem eine hemmende Wirkung auf Feldfrüchte haben, weshalb bei möglicherweise angrenzenden Ackerflächen Vorsicht geboten ist.

Im Fall von PA-haltigen mehrjährigen Pflanzen ist es besser, systemische Herbizide zu verwenden. Systemische Herbizide werden entweder von Wurzeln oder Blattteilen einer Pflanze resorbiert und dann innerhalb des Pflanzensystems in Gewebe verlagert, das von der Applikationsstelle entfernt sein kann.

Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass Herbizide unter geeigneten Witterungsbedingungen appliziert werden, da die wirksame Konzentration von Herbiziden reduziert sein kann, wenn sie bei ungünstigen Wetterbedingungen angewendet werden, wie z.B. Regenfälle innerhalb von 5 Stunden nach der Applikation.

8.1.3 Biologische Methoden

Natürliche Feinde einer Pflanze können eingesetzt werden, um PA-haltige Pflanzen zu kontrollieren. Das kann eine wirtschaftliche und effektive Methode sein. Die Wirksamkeit muss jedoch nachgewiesen sein, und der natürliche Feind selbst darf kein Umweltproblem darstellen.

Jakobkreuzkraut (*Jacobaea vulgaris*) -Bestände können zum Beispiel durch die natürlichen Feinde *Longitarsus jacobaeae* (Jakobsflohkäfer) und eine Kombination von *Longitarsus jacobaeae* und *Tyria jacobaeae* (Jakobskrautbär) reduziert werden. Auch *Cochylis atricapitana*, eine Kreuzkraut- und Kronenbohrmotte aus Europa, verringerte die Pflanzenhöhe von Blütenpflanzen und reduzierte die Größe und das Überleben von Rosetten. Ein anderes biologisches Bekämpfungsmittel ist *Platyptillia isodactyla* (Kreuzkraut-Pappusmotte), die als häufigen Wirt Wasserkreuzkraut (*Senecio aquaticus*) hat. *Deuterocampta quadrijuga* (blauer Heliotrop-Blattkäfer) kann blaues Heliotrop (*Heliotropium amplexicaule*) vollständig entblättern, wobei sowohl die Larven als auch die Adulten sich von den Blättern ernähren.

Allerdings ist eine gute biologische Kontrolle nur für eine begrenzte Anzahl von Arten möglich, da die Kosten, die mit dem Auffinden, Screening und Testen potentieller Wirkstoffe verbunden sind, sehr hoch sein können. Daher erfordert eine erfolgreiche biologische Kontrolle umfangreiche Entwicklungs- und Etablierungsphasen und -kosten. Für die meisten PA-haltigen Pflanzen ist kein wirksames biologisches Kontrollmittel verfügbar. Die Forschung hat gezeigt, dass diese Methoden im Allgemeinen nur bei nicht einheimischen Pflanzen sehr effektiv sind.

8.1.4 Andere Methoden

Bodensolarisation, Abflammen (Brennen) und die Verwendung von kochendem Wasser sind andere Steuerungsmethoden, die bei kleinem Befall eingesetzt werden können.

Da es Hinweise gibt, dass eine Veränderung der Bodenfeuchte und Nährstoffverfügbarkeit den PA-Gehalt der Wurzeln, Blätter und Blüten von PA-haltigen Pflanzen beeinflussen kann, können Anbauverfahren den PA-Gehalt verbleibender Pflanzen verändern. Zum Beispiel führt eine Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit zu höheren PA-Konzentrationen in den Wurzeln.

PA-Konzentrationen sind voraussichtlich höher, wenn die Nährstoffverfügbarkeit gering ist, d.h. höhere Konzentrationen wurden in Pflanzen gefunden, die in Sand ohne Nährstoffe als mit Nährstoffen gezüchtet wurden. Es ist jedoch nicht klar, ob der gleiche Effekt bei blühenden Pflanzen zu erwarten ist.

Transportieren Sie PA-haltige Pflanzen nicht unnötigerweise und nur in hermetisch verschlossenen Säcken oder Containern.

Nicht alle Managementpraktiken sind geeignet, um auf jeder Flächenart genutzt zu werden. Daher werden spezifische Managementpraktiken zur Kontrolle von PA-haltigen Pflanzen im Folgenden getrennt nach Flächenart beschrieben: Ackerflächen, Weiden/Grünland und an Kultur- oder Weideflächen angrenzende Gebiete.

8.1.5 Ackerflächen

Bei Kulturpflanzen ist der beste Zeitpunkt für die Anwendung mechanischer Methoden zu Beginn des Pflanzenwachstums. Sobald die Kulturen dicht sind, haben Unkräuter wenig Chancen zu wachsen. In Kulturen wie Weizen und Hirse usw. sollten die Felder vor der Bepflanzung und regelmäßig während der ersten sechs Wochen des Wachstumszyklus von Unkraut befreit werden. Eine letzte Unkrautbekämpfung, etwa zwei Wochen vor der Ernte, könnte, sofern durchführbar, die Möglichkeit einer Kontamination der Ernte mit toxischen Pflanzenteilen signifikant reduzieren. Tatsächlich kann in Leguminosenkulturen eine mechanische oder manuelle Unkrautbeseitigung die einzige Option sein, wenn der Befall groß ist.

Aufmerksamkeit sollte angrenzenden Flächen gewidmet werden, da diese ein kontinuierliches Reservoir für den Unkrautbefall darstellen können.

8.1.6 Weiden/Grünland und an Äcker und Grünland angrenzende Flächen

Für an Äcker und Grünland angrenzende Flächen, wie Straßen- und Grabenränder und Ruderalflächen, sind in der Regel nicht die Grundeigentümer/Landwirte rechtlich verantwortlich. Daher ist es für diese Art von Flächen äußerst wichtig, dass alle Grundeigentümer, Nutzer und Verantwortlichen eine kollektive Verantwortung übernehmen, um sicherzustellen, dass eine wirksame Kontrolle der möglichen Ausbreitung von PA-haltigen Pflanzen erzielt wird.

Bei großflächigen Sanierungen von Weiden/Grünland lassen sich Mähen und Schneiden leichter durchführen. Das Schneiden oder Kürzen von Jakobskreuzkraut (*Jacobaea vulgaris*) am Anfang oder Ende der Blütezeit verringert die Anzahl der Blütenstände. Daher wird empfohlen, die erste Mahd durchzuführen, wenn die Hälfte der Pflanzen begonnen hat zu blühen, und die zweite Mahd, wenn die Hälfte der wiederhergestellten Pflanzen erneut zu blühen beginnt. Andererseits sollte Madagaskarkreuzkraut (*Senecio madagascariensis*) nicht im späten Frühling oder wenn mehr als 25% der Pflanzen blühen, geschnitten werden, da die ausgereifte Pflanze, die ansonsten hätte sterben können, wieder beginnen kann zu schießen. Allerdings sind diese mechanischen Methoden nicht immer wirksam im Abtöten der Pflanzen und können sie sogar dazu anregen wieder zu schießen, wie es bei Jakobskreuzkraut (*Jacobaea vulgaris*) und Wegerichblättrigem Natternkopf (*Echium plantagineum*) beobachtet worden ist. Dies hat zur Folge, dass Schneiden oder Mähen sehr regelmäßig durchgeführt werden und in Kombination mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen im Rahmen eines integrierten Unkrautbekämpfungsplans angewendet werden muss. Beispielsweise können hohe Mähfrequenzen mit dem Einsatz von zusätzlichem Stickstoff kombiniert werden, was zur Förderung von schnell wachsenden Grasarten führt, was die Keimung und die Etablierung PA-haltiger Pflanzen beeinträchtigt.

Aufmerksamkeit sollte Flächen, die an Weiden/Grünland angrenzen gewidmet werden, da diese ein kontinuierliches Reservoir für den Unkrautbefall darstellen können.

Auf Grünland können PA-resistente Nutztiere recht effektiv zur Beweidung eingesetzt werden, um PA-haltige Pflanzen zu reduzieren, da sie die Pflanzen schwächen und eine produktive Aussaat verhindern können. Eine antimethanogene Behandlung mit Bakterien kann eingesetzt werden, um die Wiederkäuerresistenz gegenüber PA-Toxizität zu erhöhen. Tiere ohne vorherige Exposition gegenüber PAs sind sehr anfällig für Vergiftungen, während Tiere, die zuvor PA-haltigen Pflanzen ausgesetzt waren, eine verstärkte Entgiftungsaktivität im Pansen zeigen. Das Bakterium *Peptostreptococcus heliotrinreducans* spielt wahrscheinlich eine wichtige Rolle in diesem Prozess.

Darüber hinaus sollten vorzugsweise nicht für die Lebensmittelerzeugung genutzte Tiere eingesetzt werden, da PAs von Futtermitteln in die Milch und in essbares Gewebe gelangen können. Die am besten einzusetzenden Tiere sind Schafe, insbesondere nicht-trächtige, nicht-lebensmittelproduzierende Merinoschafe, oder Ziegen. Wenn zur Nahrungsmittelerzeugung genutzte Tiere eingesetzt werden, können die Lebensmittelprodukte möglicherweise hohe Gehalte an PAs enthalten, und als Vorsichtsmaßnahme müssen diese Lebensmittel separiert und nicht für den menschlichen Verzehr verkauft werden bis bestätigt ist, dass sie keine PAs enthalten. Beim Entfernen von Tieren aus betroffenen Gebieten ist es notwendig, den Transfer von Samen über ihre Klauen/Hufe, ihr Fell und ihren Verdauungstrakt zu vermeiden, weil dadurch ein neues Gebiet befallen werden kann.

Das heißt, das Vieh kann Samen verbreiten, indem es keimfähige Samen verzehrt und über seinen Verdauungstrakt weitergibt. Die Samen, die den Verdauungstrakt überleben, werden in dem Mist eliminiert, der reich an Nährstoffen ist, was den Unkrautbefall verstärken kann. So kann es für einige Unkrautarten angemessen sein, eine Beweidung zu verhindern, wenn die Pflanzen Samen bilden, oder die Ausbreitung von Samen durch das Vieh kann verhindert werden, indem es unter Quarantäne gestellt wird.

Beweidungsmanagement kann bei geringfügigem, weitverbreitetem Befall angewendet werden. Es muss jedoch eine beträchtliche Anzahl von grasenden Tieren verfügbar sein; Wasser und Zäune oder Hüten zur Kontrolle der Bewegung müssen eingerichtet werden, und der Zeitpunkt, die Intensität und die Dauer der Beweidung müssen engmaschig überwacht und gemanagt werden, um eine Überweidung zu verhindern. Es muss erkannt werden, dass Überweidung zu einem Verlust der Konkurrenzfähigkeit der Weide oder einheimischer Pflanzen führen kann, wodurch PA-haltige Pflanzen zurückkehren und sich über den kahlen Boden ausbreiten können, was zu einer Viehvergiftung führen kann. Daher ist es empfehlenswert, während der Blütezeit von (einer Anzahl von) PA-haltigen Pflanzen die Beweidung zu beenden, da ihre PA-Produktion dann sehr hoch ist.

8.2 Kontrolle von Pflanzenfreisetzung und -ausbreitung

8.2.1 Identifizieren Sie alternative Pflanzenquellen, um unerwünschtes Wachstum zu reduzieren

Bei Feldfrüchten können gesunde Fruchtfolgen auch Unkrautprobleme minimieren, da sie dazu beitragen, die Bodenfruchtbarkeit und -struktur zu verbessern um steigende Erträge zu erzielen. Eine erhöhte Fruchtbarkeit wiederum verringert den Einfluss von Unkräutern, und wechselnde Feldfrüchte können die Aussaat und Keimung von Unkräutern reduzieren. Nutzen Sie auf Weiden/Grünland und auf Flächen, die an Äcker oder Weiden/Grünland grenzen, alternative Pflanzenquellen, um unerwünschtes Wachstum zu reduzieren, d.h. durch Ausbringen starkwüchsiger mehrjähriger Pflanzen, welche die Einschleppung und das Wachstum PA-haltiger Pflanzen unterdrücken. Dies kann erreicht werden durch 1) Aussaat von Winterfutterarten, 2) Stehenlassen von Sommerweidefutter zulassen; und 3) Kombinationen von Winter- und Sommerfutter anbauen. Weidemanagement muss auch oft mit anderen Formen der Unkrautkontrolle, wie Herbiziden und mechanischen Mitteln, einhergehen. Dies sollte in Übereinstimmung mit der guten landwirtschaftlichen Praxis erfolgen, wie z.B. passende Aussaatzeit und -tiefe, ausreichende Fruchtbarkeit und Feuchtigkeit bei der Aussaat, was wichtig ist, um ein gutes Weide-/Grünlandmanagement sicherzustellen. Darüber hinaus wird empfohlen, landwirtschaftliche Methoden wie Wasser- und Nährstoffmanagement oder Mulchen zu verwenden. Das zum Mulchen verwendete Pflanzenmaterial muss frei von PA-Pflanzen und deren Samen sein.

8.2.2 Kontrollieren Sie die Bewegung von Pflanzen/Samen über landwirtschaftliche Gebiete und Weidenflächen

Gewährleisten Sie die Anlage hochwertiger, unkrautfreier Kulturen und unkrautfreier Grassamen. Wenn es nach nationalen oder regionalen Gesetzen und Richtlinien möglich ist, verwenden Sie Saatgut, das nicht kontaminiert ist (z.B. zertifiziertes Saatgut).

8.2.3 Kontrollieren Sie Samenbewegungen an Fahrzeugen und landwirtschaftlichen Maschinen

Säubern Sie Fahrzeuge, Maschinen und Geräte, die in Befallsgebieten eingesetzt werden, um das Einbringen PA-haltiger Pflanzen in Weiden oder andere landwirtschaftliche Nutzflächen durch Samenverbreitung zu verhindern. Unkrautfreie Pufferzonen zwischen befallenen und nicht befallenen Flächen können dabei helfen, jeglichen Befall einzudämmen.

8.2.4 Kontrollieren Sie Pflanzensamenbewegungen über Tiere

Wenn das Vieh in befallenen Gebieten weidet, stellen Sie es für einige Tage in Quarantäne, da der Samen an den Klauen/Hufen und im Fell und im Verdauungstrakt der Tiere transportiert werden kann. Überprüfen Sie diese Quarantänebereiche regelmäßig um sicherzustellen, dass keine PA-haltigen Pflanzen diese Bereiche befallen.

8.2.5 Kontrollieren Sie Pflanzen- und Saatgutbewegungen von urbanen Gebieten in landwirtschaftliche Nutzflächen und Weiden

Stellen Sie Lehrmaterial für Gartenbaubetriebe und benachbarte Grundstückseigentümer bereit, damit PA-haltige Pflanzen korrekt identifiziert werden, um die Ausbreitung unerwünschter Pflanzenarten zu verhindern. Diese Information kann durch nationale oder regionale Vorschriften über die Vermehrung, den Verkauf und den Vertrieb von PA-haltigen Pflanzen unterstützt werden. Informieren Sie die Öffentlichkeit darüber, wie die Ausbreitung unerwünschter PA-haltiger Pflanzen aus urbanen Gebieten in landwirtschaftliche und andere Flächen verhindert werden kann.