

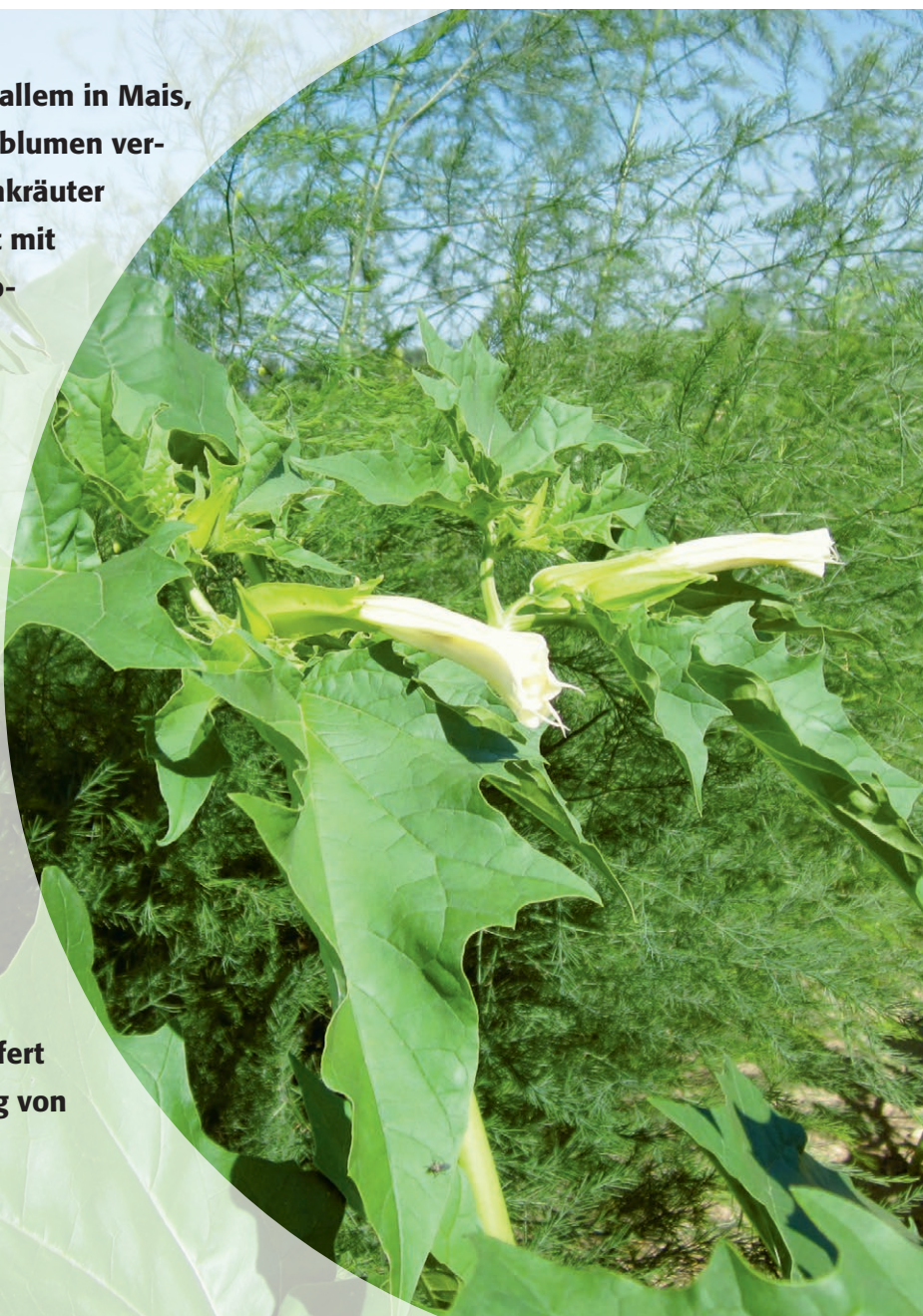
# Tropanalkaloide

## Verunreinigungen in Biokulturen verhindern

**In einigen Regionen treten vor allem in Mais, Hirse, Buchweizen und Sonnenblumen vermehrt tropanalkaloidhaltige Unkräuter auf. Diese können das Erntegut mit den für Warmblüter giftigen Tropanalkaloiden kontaminieren. Um Risiken vorzubeugen, wird das Erntegut von Feldfrüchten seit einiger Zeit vermehrt auf diese Pflanzeninhaltsstoffe untersucht.**

**Der Bekämpfung tropanalkaloidhaltiger Pflanzen im Feld kommt eine große Bedeutung zu, da Verunreinigungen des Ernteguts nur bedingt behoben werden können.**

**Das Merkblatt greift die in der Praxis noch weitgehend unbekannte Problematik auf und liefert Empfehlungen zur Verhinderung von Verunreinigungen.**



## Bekannte Wirkstoffe, neue Problematik

### Gesundheitsgefährdende Stoffe

Tropanalkaloide sind natürliche, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die seit der Antike als pharmazeutische Wirkstoffe genutzt werden. Schon relativ geringe Mengen dieser Stoffe können jedoch bei der Aufnahme mit der Nahrung zu Vergiftungen führen. Besonders Kleinkinder und Menschen mit Herzproblemen sind gefährdet. Vergiftungen können zu Unruhe, Schläfrigkeit, Halluzinationen und Atemlähmung führen und im schlimmsten Fall tödlich enden.

Tropanalkaloide kommen in sieben Pflanzenfamilien vor. In Mitteleuropa ackerbaulich relevant sind vor allem drei Vertreter der Nachtschattengewächse (*Solanaceae*): **Schwarzes Bilsenkraut**, **Weißer Stechapfel** und **Schwarze Tollkirsche**.



### Steckbrief Tropanalkaloide

Bisher wurden über 200 Tropanalkaloide identifiziert. Zu den Wirkstoffen dieser Gruppe, die am häufigsten in Pflanzen auftreten und Lebensmittel verunreinigen, gehören:

**Atropin:** Ein racemisches Gemisch aus Hyoscyamin und Scopolamin; kommt u. a. in der Tollkirsche, der Duftenden Engelstrompete (*Brugmansia suaveolens*) und dem Weißen Stechapfel vor.

**Hyoscyamin und Scopolamin:** Kommen beide in variierenden Konzentrationen sowohl im Stechapfel als auch im Bilsenkraut vor.

Für die Bewertung der Toxizität von Alkaloiden hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA eine akute Referenzdosis (ARfD) als gesundheitsbezogenen Richtwert von 0,016 µg pro kg Körpergewicht (KG), bezogen auf die Summe von Atropin und Scopolamin, abgeleitet (Gruppen-ARfD). Dieser Wert wird derzeit zur Risikobewertung für die Einnahme von Tropanalkaloiden verwendet.

Weitere Infos siehe: [www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3386.htm](http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3386.htm)

*Bereits der Saft einer einzigen tropanalkaloidhaltigen Pflanze oder einzelne Samen können zu einer Kontamination des Erntegutes führen, wodurch dieses nicht mehr vermarktet ist!*

### Bisher in Europa landwirtschaftlich relevanteste tropanalkaloidhaltige Pflanzenarten

| Deutscher Name        | Botanischer Name         | Höchste TA-Konzentrationen (mg / kg Trockenmasse) | Giftige Pflanzenteile (in abnehmender Reihenfolge) |
|-----------------------|--------------------------|---|--|
| Schwarzes Bilsenkraut | <i>Hyoscyamus niger</i>  | bis 3000 in den Samen                             | Samen, Blüten, Blätter                             |
| Schwarze Tollkirsche  | <i>Atropa belladonna</i> | bis 7500 in den Samen                             | Samen, Blätter, Wurzeln                            |
| Weißer Stechapfel     | <i>Datura stramonium</i> | bis 9000 im Stängel                               | Stängel, Blätter, Blüten, Samen                    |

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2000) (Auszug, ergänzt)

### Auch andere Pflanzenfamilien mit tropanalkaloidhaltigen Arten

Neben den genannten Pflanzenarten aus der Familie der Nachtschattengewächse existieren auch andere tropanalkaloidhaltige Arten aus dieser und anderen Pflanzenfamilien wie Kreuzblütler oder Windengewächse. Diese Arten spielen ackerbaulich aber in der Regel keine Rolle. Treten sie in Randstreifen von Kulturlächen auf, sollten sie dort dennoch an der weiteren Ausbreitung gehindert werden.



*Auch die Ackerwinde aus der Familie der Convolvulaceae enthält Tropanalkaloide, aber in viel geringeren Konzentrationen.*

### Ausbreitung nach Mitteleuropa

In den letzten Jahren wurden vor allem in Druschfrüchten aus Österreich, Ungarn, der Ukraine und Rumänien vermehrt Samen und andere Bestandteile tropanalkaloidhaltiger Pflanzen nachgewiesen. In Ostbayern und in den ostdeutschen Bundesländern tritt vor allem der Stechapfel vermehrt in Ackerflächen auf. Die Problemunkräuter wurden bisher vermehrt in Kulturen wie Mais, Hirse, Amaranth, Buchweizen, Lein, Sonnenblumen und Soja festgestellt. Diese Kulturen keimen spät und laufen langsam auf, wodurch die spät keimenden Unkräuter schlecht unterdrückt werden.

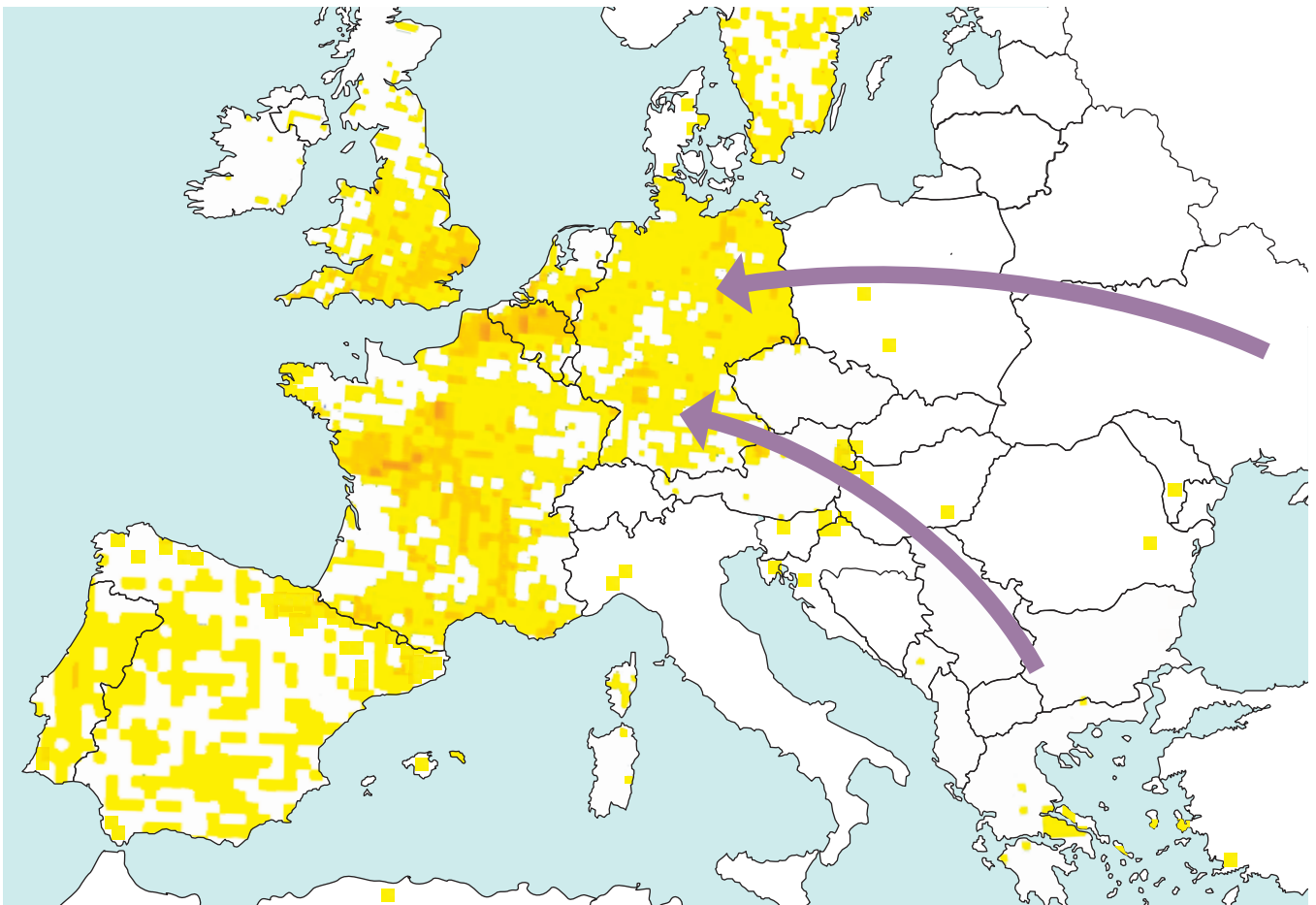
### Verbreitung in die Ackerflächen

- › Die Verbreitung in die Ackerflächen kann zum einen über Samen aus dauerhaft angelegten Blühstreifen und Extensivierungsflächen erfolgen.
- › Auch verunreinigtes Saatgut von Zwischenfruchtmischungen kann eine Eintrittspforte für die Unkräuter sein.
- › Auch ein Eintrag über Kompost ist denkbar. Vor allem der Stechapfel kann mit Grüngutkomposten aus Grünflächen oder von Wegrändern eingeschleppt werden.



Auch die Schwarze Tollkirsche kann auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche Fuß fassen. Hier eine junge Tollkirschenpflanze in einem Petersilienfeld. Um die Versamung in die Kulturen zu verhindern, sollten schon die Tollkirschenpflanzen in den Randstreifen und im Umfeld der Kulturflächen entfernt werden.

Grundsätzlich können Bilsenkraut, Stechapfel und Tollkirsche in jeder Kultur auftreten; so z. B. in Wintergetreide nach Auswinterungsschäden oder in Kulturen mit Fraßschäden, in denen Bestandeslücken entstehen, in denen die Unkräuter im späten Frühjahr auflaufen können.



Gemeldete Vorkommen des Stechapfels in Europa gemäß GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Fehlende Meldungen aus Ost- und Südosteuropa und Italien können den Eindruck erwecken, dass der Stechapfel dort nicht auftritt. Im Gegenteil gibt es Anzeichen dafür, dass sich tropanalkaloidhaltige Pflanzen aufgrund des Klimawandels aus diesen Gegenden Richtung Nord-West-Europa ausbreiten.

## Wichtigste, landwirtschaftlich bedeutende tropanalkaloidhaltige Pflanzen

### Gemeiner oder Weißer Stechapfel

(*Datura stramonium*)



#### Wichtig zu wissen

- › Die gesamte Pflanze ist sehr giftig (v. a. jedoch die Samen)!
- › Die Pflanzen enthalten Hyoscyamin und Scopolamin.
- › Die Samen überdauern bis zu 40 Jahre im Boden.
- › Verwandte Art: Engelstropete (*Datura suaveolens* L.), eine ebenfalls hochgiftige Zierpflanze.

#### Wie erkennen?

- › Einjährige, üppig wachsende Pflanze.
- › **Keimblätter:** lanzettlich, bis 5 cm lang, spitz zulaufend, allmählich in den Stiel verschmälert, deutlicher Mittelnerv.
- › **Laubblätter:** lang gestielt, eiförmig, spitz, oberseits dunkelgrün, untere Blätter bis 20 × 20 cm groß.
- › **Stängel:** aufrecht, kahl, gabelästig, bis 150 cm lang.
- › **Blüten:** groß, trichterförmig, aufrecht, fünfzipfelig, weiß bis hellblau-violett.
- › **Früchte:** viergeteilte, stachelige, gerade nach oben stehende Kapseln, die sich bei einsetzender Reife öffnen.
- › **Samen:** zirka 4 mm × 3 mm groß, schwarz, nierenförmig; 100–800 Samen je Kapsel; 1300–1500 Samen je Pflanze in dichten Beständen und bis zu 30 000 Samen bei freistehenden Pflanzen. Unreife Samen reifen am Boden nach.

#### Wo verbreitet?

- › Weltweit in der gemäßigten Zone v. a. in Hackfrüchten, Gemüse- und Gewürzkulturen und Hausgärten.
- › Bevorzugt auf stickstoffreichen Böden; ist aber auch auf Schutt- und Müllflächen und an Wegrändern verbreitet.
- › Wärmeliebend.

#### Hauptkeimzeit – Blütezeit – Samenreife

- › Hauptkeimzeit: Mitte Mai bis Mitte Juni.
- › Blütezeit: Anfang Juni bis Ende August.
- › Samenreife: August/September.

#### Wie bekämpfen?

- › Alle Stechapfelpflanzen (auch Pflanzen mit unreifen Samenkapseln) mit der Handhacke ausstechen.
- › Wechsel zwischen Frühjahrs- und Herbstsaaten sicherstellen.
- › Nach Möglichkeit mehrjähriges Klee gras in die Fruchtfolge einbauen.

### Schwarzes Bilsenkraut

(*Hyoscyamus niger*)



#### Wichtig zu wissen

- › Alle Pflanzenteile sind alkaloidhaltig.
- › Drüsenhaare am Stängel und an den Blättern führen bei direktem Kontakt zu Hautreizungen.
- › Die Samen können bis zu 5 Jahre im Boden überdauern.
- › Pflanzen bis 80 cm hoch.

#### Wie erkennen?

- › Ein- oder zweijährige Pflanze mit klebrigen Drüsenhaaren an Blättern und Stängeln und unangenehmem Geruch.
- › **Keimblätter:** länglich oval, grün, mit sichtbaren Adern.
- › **Laubblätter:** klebrig, zottig behaart.
- › **Stängel:** klebrig, zottig behaart, länglich, eiförmig, mattgrün, 15–20 cm lang, fiederspaltig, grob gezähnt.
- › **Blüten:** gelb, mit violetten Adern, 2–3 cm groß, sternförmiger Kelch.
- › **Früchte:** kapselartig, von August bis Oktober reifend.
- › **Samen:** zirka 1,0–1,3 × 1,0 mm groß, grau-braun, grubig, z.T. nierenförmig und flach; bis zu 500 000 Samen pro Pflanze.

#### Wo verbreitet?

- › Typische Ruderalpflanze.
- › Auf nährstoff- und stickstoffreichen Sand- oder Lehmböden.
- › Auf Blattfruchtäckern in wärmeren Gebieten, an Wegrändern, Mauern etc.

#### Hauptkeimzeit – Blütezeit – Samenreife

- › Hauptkeimzeit: April/Mai.
- › Blütezeit: Juni bis Oktober.
- › Samenreife: August bis Oktober.

#### Wie bekämpfen?

- › Die noch grünen Bilsenkrautpflanzen möglichst früh mit der Handhacke entfernen (Handschuhe tragen!).
- › Vorsicht bei mechanischer Regulierung: Die Wurzeln verfügen über Vermehrungsknospen wie die Ampferpflanzen! Die Zerkleinerung der Wurzeln kann die Vermehrung der Pflanzen fördern.

## Tollkirsche

(*Atropa belladonna*)



### Wichtig zu wissen

- › Bisher in Ackerkulturen kaum von Bedeutung.
- › Alle Pflanzenteile sehr giftig; der Konsum kann tödlich sein.
- › Die Samen sind bis zu 100 Jahre keimfähig. In der Regel sind etwa 60% der Samen keimfähig.
- › Wächst v. a. auf nährstoffreichen Kalk-, Gneis- und Porphyrböden, in Waldlichtungen, Laub- und Nadelwäldern sowie in Bracheflächen.

### Wie erkennen?

- › Ausdauernde, krautige, bis 2 m hohe Pflanze.
- › Im Sommer sowohl grüne Blütenknospen, bräunlich-violette Blüten, grüne unreife Beeren und schwarze reife Beeren.
- › Bis 1 m tief wachsende Pfahlwurzel.
- › **Keimblätter:** breit, fast herzförmig, mit sichtbaren Blattnerven.
- › **Laubblätter:** kurz gestielt, sommergrün, bis 15 cm lang, oval und spitz zulaufend, grün-bräunlich mit ausgeprägten Blattnerven, die an der Unterseite flaumig behaart sind.
- › **Stängel:** stumpfkantig, oft etwas rötlich angelaufen, leicht gerillt, aufrecht und fein behaart, verzweigt.
- › **Blüten:** braun-violett farbener Kelch, aus 5 Kelchlappen bestehend, an der Außenseite behaart und grünlich gefärbt.
- › **Früchte:** 1–1,5 cm groß, tomatenförmig, schwarz glänzend, zahlreich (ebenfalls giftige Einbeere mit nur 1 Beere).
- › **Samen:** oval, braun, nierenförmig und hart, mit kleingrubiger Oberfläche.

### Wo verbreitet?

- › Auf Waldlichtungen in Laub- und Nadelwäldern.
- › Auf Bracheflächen.
- › Wächst bis in Höhenlagen von 1 700 m ü. M.

### Hauptkeimzeit – Blütezeit – Samenreife

- › Hauptkeimzeit: März / April (Kaltkeimer).
- › Blütezeit: Juni bis August.
- › Samenreife: August bis Oktober.

### Wie bekämpfen?

- › Bei der Ernte darauf achten, dass etwaige Tollkirschenpflanzen am Waldrand nicht mitgeerntet werden.

## Kontrolle und Bekämpfung

### Risikokulturen vor Bestandesschluss kontrollieren!

Im klassischen biologischen Getreideanbau mit einer vielfältigen Fruchtfolge spielen Unkräuter mit Ausnahme der Ackerwinde keine wirtschaftliche Rolle. In der Regulierung tropanalkaloidhaltiger Pflanzen gilt das Augenmerk deshalb in erster Linie den späten Kulturen, da deren Aussaatzeit mit der Keimzeit der Unkräuter zusammenfällt. Da die Unkräuter erst nach dem Abschluss der Unkrautregulierung keimen, können sie sich in der Regel in diesen Kulturen ungestört entwickeln. **Deshalb ist vor allem die Kontrolle später Kulturen nach Abschluss der mechanischen Unkrautregulierung und vor Bestandesschluss unerlässlich!** Bisher gibt es noch keine Alternative zum Abschreiten der Kulturreihen.

### Worauf achten?

- › In hochwachsenden Kulturen wie Mais oder Hirse erfolgt die Kontrolle am besten, wenn die Kultur etwa hüfthoch ist und mehrere Reihen auf einmal überschaut werden können.
- › In niedrigwachsenden Kulturarten wie Lein, Soja oder Buchweizen ist die Erkennung der Unkräuter einfacher, weil sie besser sichtbar sind. Bei Soja und Buchweizen sind die Unkräuter eher zum Drusch hin zu erwarten, wenn der Bestand in die Abreife geht.
- › Auch die Zwischenfrüchte sind zu kontrollieren.
- › Werden Erzeugnisse angebaut, die in sensible Vermarktungswege geliefert werden, müssen nicht nur die betreffenden Kulturen kontrolliert werden, sondern alle Flächen im Betrieb! Dies verhindert, dass sich die Problemunkräuter über die Samen ausbreiten und später in den Risikokulturen keimen.



Auch Randflächen müssen regelmäßig auf tropanalkaloidhaltige Pflanzen kontrolliert werden.

## Problemunkräuter von der Fläche entfernen

Werden bei der Feldkontrolle tropanalkaloidhaltige Unkräuter gefunden, so müssen diese vom Schlag entfernt werden. Fällt das Erkennen der Pflanzen schwer, können diese fotografiert und mit Abbildungen in Publikationen verglichen oder an die Beratung weitergeleitet werden.

### Wie vorgehen?

- › Einzelne Pflanzen am besten durch Herausreißen, Stechen oder Abschneiden entfernen. Das Bilsenkraut unbedingt mit vollständigem Wurzelsystem entfernen, da schon kleine Stücke wieder austreiben können. Der Einsatz von Scheibeneggen und Bodenfräsen kann das Problem verschärfen.
- › In Lein und anderen schwach unkrautunterdrückenden Kulturen werden die Unkräuter am besten mit der Handhacke entfernt.
- › Ein Durchgang mit der Handhacke ist auch nach einem späten maschinellen Hackgang sinnvoll, da die Unkräuter in der Reihe vom Hackgerät nicht erfasst werden.
- › Ein zweiter, später Hackgang kann sicherstellen, dass der Bestand frei von tropanalkaloidhaltigen Pflanzen ist, und kann damit sehr effizient sein.
- › Wie bei Ampferpflanzen üblich, die entfernten Pflanzen in einem großen geschlossenen Plastiksack (Müllbeutel) sammeln und fachgerecht entsorgen.



Idealerweise wird beim Hackdurchgang vor dem Bestandesschluss auch in der Reihe gehackt.

## Bei wiederkehrenden Problemen Fruchtfolge überprüfen und anpassen

Treten tropanalkaloidhaltige Unkräuter immer wieder auf dem Betrieb auf, so sollte die Fruchtfolge überdacht werden. Es kann sinnvoll sein, eventuell für spätkeimende Kulturen wie Mais oder Hirse Anbaupausen einzulegen.

### Worauf achten?

- › Den Anteil gefährdeter Kulturen in der Fruchtfolge auf maximal 25% beschränken.
- › Darauf achten, dass der Anteil an Winterungen gegenüber Frühjahrssaaten überwiegt.
- › Nicht zwei gefährdete Kulturen nacheinander anbauen. Nach dem Auftreten von Problemunkräutern (z. B. in Mais), eine Kulturart anbauen, die einen raschen Bestandesschluss garantiert.



Wintergetreide unterdrückt die spätkeimenden Problemunkräuter besser als Sommergetreide.

Eine Bekämpfung der Unkräuter mittels einer Bodenbearbeitung im Sommer, wie sie gegen Disteln oder Ampfer empfohlen wird, verspricht gegen tropanalkaloidhaltige Kräuter wenig Erfolg. Die Maßnahme bekämpft zwar neu gekeimte Pflanzen, kann die Unkräuter aber aufgrund des großen Samenpotenzials im Boden und deren Lebensfähigkeit nicht vollständig beseitigen.

## Einschleppung verhindern

Um einer Verunreinigung von Kulturen mit tropanalkaloidhaltigen Unkräutern vorzubeugen, sollte verhindert werden, dass die Problempflanzen z. B. mit Kompost oder artenreichen Zwischenfruchtmischungen auf den Betrieb gelangen.

Deshalb sollten bei vermehrtem Anbau von Zwischenfrüchten auch die Zwischenfruchtbestände kontrolliert werden. Denn viele Mischungen werden in wärmeren Gebieten vermehrt, wo die tropanalkaloidhaltigen Pflanzen häufiger auftreten. Trotz der Prüfung der Saatmischungen auf Fremdbesatz kann eine Verunreinigung des Saatgutes nicht ausgeschlossen werden.

## Ernte und Aufbereitung

### Verunreinigungen mit grünen Pflanzen vermeiden

Bereits das Miterfassen grüner tropanalkaloidhaltiger Pflanzen bei der Ernte kann einer Kontamination des Erntegutes mit hohen Tropanalkaloidkonzentrationen führen, indem Pflanzensaft austritt und das Erntegut benetzt. Aufgrund der späten Keimung und Entwicklung ist z. B. Stechapfel bei der Ernte von z. B. Mais noch sattgrün und damit voll im Wachstum und stark saftführend. Der Saft tritt dann im Mähdrescher aus und verteilt sich auf das Erntegut. Um dies zu vermeiden, darf keine einzige Pflanze im Bestand vorhanden sein. Dies macht die Kontrolle vor Bestandesschluss so unerlässlich.

Bei Kulturen, die hoch gedroschen werden können wie Getreide, Mais oder Hirse, können eher niedrig wachsende tropanalkaloidhaltige Pflanzen wie das Schwarze Bilsenkraut oder der Schwarze Nachtschatten «überdroschen» werden. Diese Pflanzen erreichen eine Wuchshöhe von max. 1 m. Damit kann eine Verunreinigung des Erntegutes weitgehend verhindert werden. Beim Stechapfel hingegen ist dies aufgrund von dessen Wuchshöhe von bis zu 2 m nicht möglich.

Das «Überdreschen» sollte jedoch nur als Notmaßnahme dienen. Befallene Schläge müssen in Zukunft in jedem Fall mit einer Anpassung der Fruchtfolge, Anbaupausen etc. gesondert bewirtschaftet werden.

### Verunreinigungen mit Samen vermeiden

Werden bei der Ernte einer Ackerkultur die Samen tropanalkaloidhaltiger Unkräuter miterfasst, werden diese unter Umständen mit dem Erntegut mitvermahlen und kontaminieren damit verarbeitete Produktpartien.

Unterscheiden sich die Korngröße des Erntegutes und jene der Unkräuter, können die problematischen Samen herausgesiebt werden. Dies ist bei z. B. Mais, Soja und Sonnenblumen möglich. Unterscheiden sich die Korngrößen hingegen nur wenig, ist es schwierig, die Unkrautsamen zu separieren.

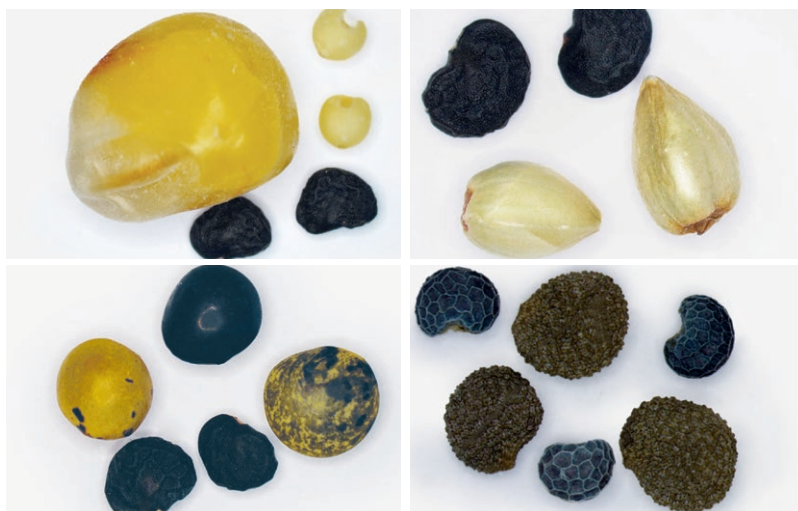
Bei der Reinigung des Erntegutes mit dem Trieur oder dem Tischausleser kann eine Kontamination nicht ausgeschlossen werden. Optische Methoden wie Farbausleser ermöglichen eine genauere Reinigung. Es lohnt sich deshalb, in Kooperation mit dem Verarbeiter und anderen Lieferanten nach geeigneten Lösungen zu suchen, um eine optimale Separierung der Unkrautsamen zu gewährleisten.



Das Entfernen tropanalkaloidhaltiger Pflanzen vor der Ernte ist arbeitswirtschaftlich oft nicht durchführbar. Deshalb kommt der Unkrautregulierung vor dem Bestandesschluss große Bedeutung zu.

### Worauf bei der Aufbereitung des Erntegutes achten?

- Problempartien früh erkennen.
- Erntegut möglichst früh reinigen, um Abrieb zu vermeiden.
- Risikopartien möglichst wenig bewegen. Stark bewegte Parteien könnten Abrieb erzeugen.
- Aspiration kann lose anhaftende Stäube entfernen. Stäube haften stark an feuchtem Getreide.
- Reinigungsprinzipien kombinieren. Reinigungsdurchgänge ggf. wiederholen.
- Ggf. Reinigungsgeräte gemeinsam nutzen oder mieten und Partnerschaften eingehen.
- Besonders bei zu schälender Rohware ist eine intensive Vorreinigung vor dem Schäl- oder Weiterverarbeitungsschritt empfehlenswert.



Oben links: Stechapfelsamen (dunkel) neben Hirse- und Maissamen; oben rechts: Stechapfel- und Buchweizensamen; unten links: Stechapfelsamen und Linsensamen; unten rechts: Bilsenkrautsamen (braun) und Mohnsamen.

In Abhängigkeit des Vermarktungswegs reagieren die Verarbeiter unterschiedlich auf das Vorkommen von Tropanalkaloiden. Bei Futtermais z. B. wird nicht jede einzelne Partie auf Tropanalkaloide untersucht. Hingegen wird jede einzelne Partie von Mais, der für Speisewecke oder vor allem für Babynahrung angebaut wird, auf Tropanalkaloide untersucht.

Werden bei der Messung Tropanalkaloid-Grenzwerte überschritten – seien es gesetzliche oder solche des Verarbeiters – wird die Partie nicht angenommen.



Kritische Samen werden bei der Übernahme des Ernteguts auf Verunreinigungen mit Tropanalkaloiden untersucht.

## Beratung

### Bioland Beratung

Auf dem Kreuz 58, D-86152 Augsburg  
Tel. +49 (0)800 1300 400  
beratung@bioland.de  
www.bioland.de > Erzeuger > Beratung

### **Demeter e.V.**

Brandschneise 1, D-64295 Darmstadt  
Tel. +49 (0)6155 8469-46, Fax -11  
beratung@demeter.de, www.demeter.de

### **Naturland Fachberatung**

Eichethof 1, D-85411 Hohenkammer  
Tel. +49 (0)8137 6372-900, Fax -919  
info@naturland-beratung.de, www.naturland-beratung.de

### IBLA Luxemburg

Rudolf Leifert  
Tel. +352 261 523 82, Fax +352 261 13 86  
info@ibla.lu, www.ibla.lu

### FiBL Schweiz

Hansueli Dierauer  
Tel. +41 (0)62 865 72 65  
hansueli.dierauer@fibl.org, www.fibl.org

### Bio Austria

Geschäftsfeld Landwirtschaft, A-4020 Linz  
Tel. +43(0)732 654 884 und alle Bio Austria-Landesbüros  
www.bio-austria.at

## Impressum

### Herausgeber und Vertrieb:

Bioland e.V.  
Kaiserstraße 18, D-55116 Mainz  
Tel. +49 (0)6131 239 79-0, Fax -27  
info@bioland.de, www.bioland.de

Naturland - Verband für ökologischen Landbau e.V.  
Hauptgeschäftsstelle Gräfelfing, Kleinhaderner  
Weg 1, D-82166 Gräfelfing  
Tel. +49 (0)89-89 80 82-0, Fax -90  
naturland@naturland.de, www.naturland.de

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL  
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick  
Tel. +41 (0)62 8657-272, Fax -273  
info.suisse@fibl.org  
Postfach 90 01 63, D-60441 Frankfurt a. M.  
Tel. +49 (0)69 713 7699-0, Fax -9  
info.deutschland@fibl.org  
Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien  
Tel. +43 (0)1 9076313, Fax +43 1 9076313-20  
info.oesterreich@fibl.org  
www.fibl.org

Demeter e.V.  
Brandschneise 1, D-64295 Darmstadt  
Tel. +49 (0)6155-8469-0, Fax -11  
info@demeter.de, www.demeter.de

Bio Suisse  
Peter Merian-Strasse 34, CH-4052 Basel  
Tel. +41 (0)61 204 66-66, Fax -11  
bio@bio-suisse.ch, www.bio-suisse.ch

Bio Austria  
Büro Linz, Auf der Gugl 3/3. OG, A-4020 Linz  
Tel. +43 (0)732 654 884, Fax -140  
office@bio-austria.at, www.bio-austria.at

IBLA Luxemburg, 13, rue Gabriel Lippmann  
L-5365 Munsbach  
Tel. +352 261 523 82, Fax +352 261 13 86  
info@ibla.lu, www.ibla.lu

Rapunzel Naturkost GmbH  
Rapunzelstraße 1, D-87764 Legau  
Tel.: +49 (0)8330 529-0  
info@rapunzel.de, www.rapunzel.de

**Autoren:** Oliver Alletsee und Stefan Weller  
(Bioland), Barbara Altmann (Rapunzel)

**Mitarbeit:** Hansueli Dierauer (FiBL), Sebastian  
Fuchs (Demeter), Andreas Jessen (Naturland),  
Juliane Klatt (Demeter), Maria Mayrhofer  
(Rapunzel), Marion Schild (FiBL), Hans-Peter  
Söchting (JKI)

**Redaktion:** Gilles Weidmann (FiBL Schweiz)

**Gestaltung:** Brigitta Maurer (FiBL Schweiz)

**Fotos:** Thomas Alföldi (FiBL): Seite 6 (1), 7 (1),  
8; Ludwig Asam: 6 (2); Hans-Peter Söchting  
(JKI): 3, 7 (2-5); Wikimedia: 1, 2, 4, 5

**Preis:** Euro 4.00, Fr. 4.50 (inkl. MwSt.)

ISBN Druckversion: 978-3-03736-317-1  
ISBN PDF: 978-3-03736-318-8

FiBL-Best. Nr. 1707

Alle Angaben in diesem Merkblatt basieren auf bestem Wissen und der Erfahrung der Autoren. Trotz größter Sorgfalt sind Unrichtigkeiten und Anwendungsfehler nicht auszuschließen. Daher können Autoren und Herausgeber keinerlei Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten, sowie für Schäden aus der Befolgung der Empfehlungen übernehmen.

© Bioland, Naturland, Demeter, Bio Austria,  
Bio Suisse, IBLA & FiBL

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung der Verlage unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2016