



Foto: Jürg Schulze, KLBS

Recherche zum Warenfluss GVP- kontaminierter Agrarprodukte in der Schweiz

Projektbericht

Dank

Wir bedanken uns bei den folgenden Personen und Institutionen für ihre Auskünfte und die konstruktive Zusammenarbeit:

- Bundesamt für Umwelt BLW, insbesondere Markus Hardegger, Andreas von Felten, Sylvain Aubry, Peter Latus
- Eidgenössische Zollverwaltung, Swiss-Impex, insbesondere Isabelle Staub, Herr Stettler
- Agroscope Nyon, Claude-Alain Bétrix
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Bernadette Oehen

Ein besonderer Dank geht an die diversen Firmen und Branchenvertreter, die uns auf Anfrage hin mit Informationen zum Umgang mit Agrarprodukten in der Schweiz versorgt haben.



Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Ausgangslage	6
2 Ziele	6
3 Auftragsanalyse	6
4 Rahmenbedingungen und Vorgehen	8
5 Angebaute GVP weltweit	11
6 Verwilderungspotenzial von GVP	20
7 Kontamination von Agrarprodukten	26
7.1 Herkunft kontaminierter Produkte	26
7.2 Identifizieren kontaminierter Produkte	27
7.3 Bekannte Beispiele	28
7.4 Mögliche Kontaminationen im Anbauggebiet	29
7.5 Kontamination im Anbauggebiet: Übersicht	33
8 Einfluss von Verarbeitung und Transport	36
9 Potenziell GV-kontaminierte Produkte	41
9.1 Produkte mit Priorität 1	41
9.2 Produkte mit Priorität 2	45
10 Synthese und Schlussfolgerungen	48
11 Literatur	52
Anhang	56
Anhang 1: Einstufung der Herkunftsländer	57
Anhang 2: Anbaubedingungen in den Herkunftsländern	58

Zusammenfassung

Gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP) dürfen in der Schweiz nicht ohne Bewilligung kultiviert werden. Dennoch könnten GVP als Verunreinigung anderer Waren in die Schweiz gelangen und unkontrolliert in der Umwelt frei gesetzt werden. Die vorliegende Studie soll Importwaren, die potentiell mit verwilderungsfähigen GVP kontaminiert sind, identifizieren und Importmengen und Eintrittspforten aufzeigen. Diese Angaben sollen dem BAFU die Möglichkeit für eine noch gezieltere Überwachung geben, wo GVP unerwünscht auftreten oder gar in die Umwelt gelangen (GV-Monitoring).

Derzeit findet ein kommerzieller Anbau von GVP weltweit in 30 Ländern statt. Im Jahr 2015 wurden dabei 16 verschiedene gentechnisch veränderte Pflanzenarten in mindestens einem dieser Länder angebaut. Für 10 weitere gentechnisch veränderte Pflanzenarten besteht zumindest eine Zulassung für den Anbau. Nebst den seit Jahren weit verbreiteten GVP wie Mais, Soja oder Baumwolle kamen in jüngster Zeit auch einige weitere GVP neu auf dem Markt, zum Beispiel GV-Luzerne, -Äpfel, -Gartenbohnen oder -Zuckerrohr. Für das GV-Monitoring problematisch ist eine Reihe von GVP, die zuletzt mit neuen Methoden erzeugt wurden und die dadurch im Produktionsland kein Zulassungsverfahren durchlaufen müssen. Darunter fallen insbesondere herbizidresistente Wiesengräser oder auch die Föhrenart *Pinus tadea* in den USA. Im Bericht sind 14 weitere derartige GVP erwähnt, die noch nicht zugelassen sind oder deren Zulassungsstatus unklar ist.

Acht von total 29 näher beurteilten GVP zeigen eine starke Tendenz, in Mitteleuropa spontane Vorkommen zu bilden und ihr Transgen in der Umwelt zu exponieren - sollte es zu einer unkontrollierten Freisetzung von Samen kommen. Dies gilt für Lein, Luzerne, Pappel, Raps, Rübsen, Straussgras, Weizen und Zichorie. Allerdings werden GV-Rübsen, -Weizen und -Zichorien momentan in keinem Land kommerziell angebaut.

Diese verwilderungsfähigen GVP werden in Australien, Chile, China, Kanada, der Ukraine und den USA kultiviert. Für die Importe von Agrarprodukten dieser Herkünfte wurde systematisch beurteilt, ob ein Fremdbesatz mit GVP möglich oder wahrscheinlich ist. Grundlage dazu bildeten die Importdaten der Eidgenössischen Zollverwaltung. Massgebend für die Beurteilung waren 1. ob es bereits Fälle von Fremdbesatz des betrachteten Warentyps gibt, 2. ob aufgrund der Häufigkeit, der geografischen Verbreitung und den gängigen Fruchtfolgen im Produktionsland eine Vermischung mit einer GVP plausibel ist, und 3. ob der Umgang mit dem Produkt nach der Ernte, d.h. bei Reinigung, Verpackung und Transport eine Kontamination oder Freisetzung positiv oder negativ beeinflusst. Besonders das letzte Kriterium, das «Qualitätsmanagement» rund um Verarbeitung und Transport ist entscheidend, ob es überhaupt zu einer Freisetzung einer unbeabsichtigt mitgeführten GVP kommen kann. Informationen dazu wurden bei Personen beschafft, die im Handel und in der Verarbeitung von Agrarprodukten tätig sind.

Die Recherchen und Auskünfte von Branchenkennern zeigen insgesamt, dass bei der Mehrheit der Produkte eine geschlossene Transportkette zwischen Pro-

duzent im Herkunftsland und dem Empfänger in der Schweiz besteht. Das bedeutet, dass die Transportbehälter bis zum Empfang verschlossen bleiben und das Transportgut weder verunreinigt noch in die Umwelt gelangen kann. Das Entladen, Reinigen und Verarbeiten beim Verbraucher in der Schweiz findet in weitgehend abgeschirmter Umgebung statt, so dass selbst bei einem Besatz mit GVP geringe Freisetzungsriskien bestehen. Dies trifft für eine Mehrheit der Waren zu, die für die menschliche Ernährung bestimmt sind (Ausnahme: Hartweizen). Heikel bezüglich der Freisetzung von GVP sind dagegen potenziell GVP-kontaminierte Produkte, die

- im Herkunftsland nicht oder nur wenig gereinigt werden (z.B. Futtermittel),
- offen als Schüttgut transportiert oder in der Schweiz offen umgeladen werden (z.B. Hartweizen), oder
- die bei uns sicher in die Umwelt gelangen (Saatgut, Heu, Vogelfutter, Dekormaterial).

Die Tabelle 1 fasst die Ergebnisse zu den Waren mit erhöhtem Risiko auf Kontamination sowie Freisetzung zusammen. Sie enthält die Warentypen, Herkünfte, Importmengen und zeigt, welche verwilderungsfähigen GVP bei allfälligen Kontrollen im Vordergrund stehen würden. Details dazu sind im Kapitel 9 beschrieben.

Ware	Tarif-Nr.	Australien		China		Kanada		USA	
		tn/J	GVP	tn/J	GVP	tn/J	GVP	tn/J	GVP
Blattwerk, Gräser, Moose, Flechten	0604			117	Pa				
Weizen	1001					72'554	Le, Lu, Ra	3'626	Lu, Ra
Soja	1201			1'385	Pa	853	Lu, Ra		
Leinsamen	1204			285	Pa	68	Ra		
Samen zur Aussaat	1209	85	Ra	72	Pa	119	Le, Lu, Ra	336	Lu, Ra, Gr
Stroh und Spreu von Getreide	1213			7	Pa				
Rüben, Heu, Luzerne, ähnliches Futter	1214			8	Pa	52	Le, Lu, Ra		
Rückstände von Sojaölgewinnung	2304			9'849	Pa	274	Lu, Ra		
Vogelfutter	2309					1	Le, Ra	53	Ra

Tab. 1: Liste der in die Schweiz importierten Agrarprodukte mit dem grössten Risiko GVP zu importieren. tn/J = Angaben in Tonnen pro Jahr (Mittelwert der Jahre mit Import, Periode 2012-14). Orange = 1. Priorität für GV-Monitoring, Kontaminationen erwartet; Gelb = 2. Priorität für GV-Monitoring, Vorabklärungen auf Kontamination empfohlen. GVP = Art der in der Ware enthaltene Kontamination: Gr = Straussgras und andere Gräser, Le = Lein, Lu = Luzerne, Pa = Pappel, Ra = Raps. Datenquelle: Swiss-Impex, Eidgenössische Zollverwaltung EZV.

1 Ausgangslage

Das BAFU möchte sein bestehendes GV-Monitoring verfeinern. Der Fall von GV-Raps als Fremdbesatz in kanadischem Weizen hat gezeigt, dass Verunreinigungen von Waren mit transgenem Material durchaus zur Freisetzung von GVP führen können und für ein GV-Monitoring bedeutsam sind. Damit solche Fälle möglichst frühzeitig erkannt werden, braucht das BAFU aktuelle Informationen über die Herkünfte, Eintrittspforten, Mengen und Transportwege von Waren, die potenziell mit Material von genetisch veränderten Pflanzen (GVP) verunreinigt sein könnten. Wären die Importmengen und Transportwege dieser Güter innerhalb der Schweiz bekannt, könnte das GV-Monitoring gezielt auf Räume ausgerichtet werden, für die ein erhöhte Wahrscheinlichkeit einer unabsichtlichen Freisetzung von GV-Pflanzen besteht.

Das BAFU (Jan Zünd) hat die Hintermann & Weber AG im Juli 2015 beauftragt, eine entsprechende Recherche zum Warenfluss potenziell kontaminierter Agrarprodukte durchzuführen.

2 Ziele

- Die aktuell (oder in absehbarer Zeit) weltweit kommerziell angebauten GV-Pflanzenarten, die unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen verwildern können, sind aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften bezeichnet. Die weltweit produzierenden Länder sind identifiziert und die aktuellen Anbaumengen geschätzt.
- Die mengenmässig bedeutsamsten Kontaminationswege der verwilderungsfähigen GVP mit anderen landwirtschaftlichen Produkten sind aufgezeigt.
- Es liegt eine Schätzung der Importmengen der potenziell kontaminierten Waren vor.
- Eintrittspforten, Transportart und -routen der mit verwilderungsfähigem GVP-Material kontaminierten Ware innerhalb der Schweiz stehen fest.

3 Auftragsanalyse

Grundsätzlich ist zwischen drei Importmöglichkeiten zu unterscheiden, wie GVP in die Schweiz gelangen können:

- Illegaler oder versehentlicher Import von GVP-Saatgut und darauf folgender landwirtschaftlicher Anbau,
- illegaler oder versehentlicher Import von keimfähigen GVP zur weiteren Verarbeitung als Nahrungs- und Futtermittel, wobei eine allfällige Freisetzung unabsichtlich erfolgt,

- Import von GVP als unentdeckte Verunreinigung korrekt deklarierter Güter oder deren Behältnisse und Transportmittel oder einreisender Personen.

Potenziell GVP-kontaminierte Produkte im Fokus

Die vorliegende Studie befasst sich ausschliesslich mit der dritten Möglichkeit – den mit GVP kontaminierten Gütern. Im Fokus stehen diejenigen Importe, bei denen GVP als Verunreinigung landwirtschaftlicher Produkte oder Güter unabsichtlich verschleppt und freigesetzt werden. Die Studie zielt darauf ab, die Mechanismen zu klären, welche zu einer Kontamination und Verschleppung von GVP bis in die Schweiz führen. Ebenso soll sie das Ausmass abschätzen, in dem die betroffenen GVP unabsichtlich in die Schweiz gelangen.

Versehentlicher Import und Anbau von GVP ist ausgeklammert

Import und Anbau von GVP ist in der Schweiz in jedem Fall bewilligungspflichtig bzw. verboten. Ob die Kontrollmechanismen beim Import und bei der Deklaration von Saatgut und anderen landwirtschaftlichen Produkten funktionieren und ob es dennoch zum widerrechtlichen Anbau oder anderweitiger Verwendung und dadurch begründeter Freisetzung von GVP kommt, soll hier aber nicht betrachtet werden. Das gleiche gilt für den Import von GVP als Nahrungs- und Futtermittel.

Verunreinigungen als Folge von landwirtschaftlichem Anbau und Ernte von GVP und Nicht-GVP stehen im Vordergrund

Im Zentrum der hier präsentierten Recherchen stehen also die potenziell mit GVP kontaminierten Produkte bzw. ihr Import in die Schweiz. Obwohl GVP-Samen auf sehr vielfältige Weise verschleppt werden können, dürfte die Verunreinigung primärer landwirtschaftlicher Erzeugnisse für den grössten Teil der Fälle verantwortlich sein. Im Herkunftsland stehen sich GVP- und konventionelle Kulturen auf den Ackerflächen direkt gegenüber und eine Durchmischung bzw. Verunreinigung ist zu erwarten. Andere, weniger absehbare Mechanismen einer Kontamination sind mehr zufälliger Natur und schwierig zu recherchieren (z.B. Rückstände von GVP in Transportbehältern). Aus diesen Gründen beschränken sich die Recherchen auf die Kontamination von weitgehend unverarbeiteten landwirtschaftlichen Erzeugnissen (Erntegut, Saatgut) oder einfachen Derivaten (Futter- und Düngemittel, Streu und Fasern). Kontaminationen von anderen, beliebigen Waren konnten nicht berücksichtigt werden (siehe Abbildung 1).

Ergebnis: Fakten zum Warenfluss, ohne Risikoanalyse

Aus den Resultaten der Studie geht hervor, welche Produkte potenziell mit GVP verunreinigt sind, wo, wie und in welchen Mengen sie in die Schweiz gelangen und auf welchem Weg und wohin sie in der Schweiz transportiert werden. Mit den aus der Recherche gewonnenen Angaben soll es in einem späteren Arbeitsschritt möglich sein, Orte in der Schweiz zu identifizieren, wo die Wahrscheinlichkeit einer unbeabsichtigten Freisetzung von GVP erhöht ist.

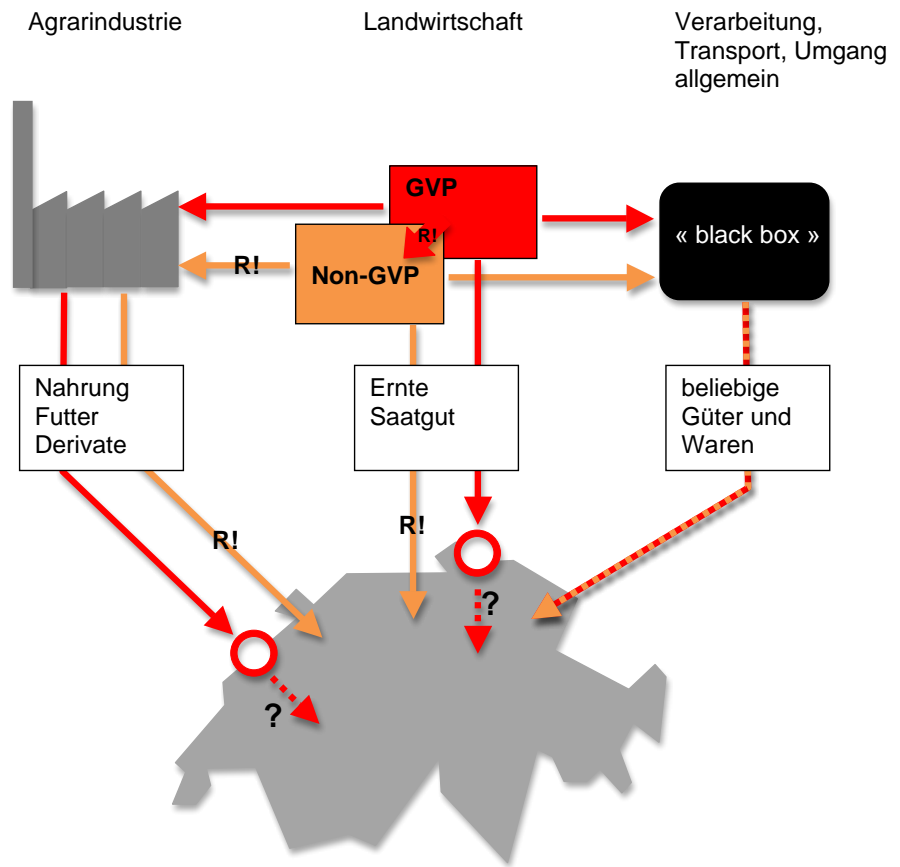


Abb. 1: Schema der Möglichkeiten, mit denen keimfähige GVP in die Schweiz gelangen könnten. Rote Pfeile deuten reine GVP-Produkte an, orange Pfeile stehen für Nicht-GVP Produkte, die aber mit GVP kontaminiert sind. Die vorliegende Studie befasst sich ausschliesslich mit den mit «R!» markierten Vorgängen.

4 Rahmenbedingungen und Vorgehen

Rahmenbedingungen

- Die GVP werden grundsätzlich auf dem Niveau der Arten untersucht. Sorten einzelner GV-Pflanzenarten werden höchstens dort einbezogen, wo der Herkunftsort eindeutige Rückschlüsse auf die angebaute Sorte zulässt und wo die ökologischen Eigenschaften der Sorte entscheidend für das Verwilderungsrisiko sind.
- Bei der Beurteilung des Verwilderungsrisikos gehen wir von aktuellen mitteleuropäischen Klimaverhältnissen aus. Das Szenario eines Klimawandels wird insofern mit einbezogen, dass Klimaverhältnisse, wie sie derzeit auf der Alpensüdseite (Tessin, Norditalien) herrschen, ebenfalls in Betracht gezogen werden.

- Relevant sind nur Kontaminationen mit vermehrungsfähigen Pflanzenteilen von GVP, in der Regel Samen oder Früchten. Verunreinigungen mit anderen, nicht vermehrungsfähigen Pflanzenteilen sind nicht Gegenstand der Studie.

Vorgehen

Mit den Daten der Eidgenössischen Zollverwaltung liegt eine sehr genaue Übersicht zu den Waren vor, die in die Schweiz eingeführt werden. Der Katalog mit den Zolltarifnummern unterscheidet dabei über 15'000 Waren. Aus diesen galt es letztlich diejenigen herauszuschälen, die für ein GV-Monitoring bedeutend sind. Das Vorgehen dazu ist in der Abbildung 2 schematisch dargestellt.

In einem ersten Schritt wurden allgemein Produkte aus dem Agrarsektor bezeichnet, die im Sinne dieses Auftrags relevant sein könnten. Dies trifft für die Waren der Tarifgruppen 06_Pflanzen, 07_Gemüse, 08_Früchte, 10_Getreide, 12_Ölsaaten und 23_Futtermittel zu.

In einem zweiten Schritt wurde recherchiert, welche GVP im Moment für den Anbau zugelassen oder sogar kommerziell angebaut werden. Eine Beurteilung des Potenzials zur Verwilderung der einzelnen GVP brachte danach die GVP hervor, die bei uns spontan aufwachsen und das Transgen in die Umwelt freisetzen könnten.

Aufgrund des derzeit praktizierten Anbaus der verwilderungsfähigen GVP wurden sechs Herkunftsländer identifiziert, deren Exportwaren für die Schweiz genauer betrachtet werden müssen. Gemäss Swiss-Impex Datenbank sind dies Australien, Chile, China, Kanada, die Ukraine und die USA.

Für diese sechs Länder wurde abgeklärt, ob die dortige Verbreitung der Ackerkulturen und die praktizierten Fruchtfolgen eine Durchmischung der Importgüter mit verwilderungsfähigen GVP begünstigt¹. Zuletzt wurde noch der Umgang mit den Waren nach der Ernte recherchiert, d.h. Vorverarbeitung, Verpackung und Transport bis zum Endverbraucher in die Schweiz.

Erst nach all diesen Zwischenschritten resultierte eine Liste der Waren, für die wir bezüglich Verunreinigung mit GVP sowie einer Freisetzung der GVP in die Umwelt von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit ausgehen müssen.

¹ Diese Arbeiten wurden zu einem grossen Teil durch das Kantonale Laboratorium Basel Stadt ausgeführt (SachbearbeiterInnen: Jürg Schulze, Ines Wyrsh).

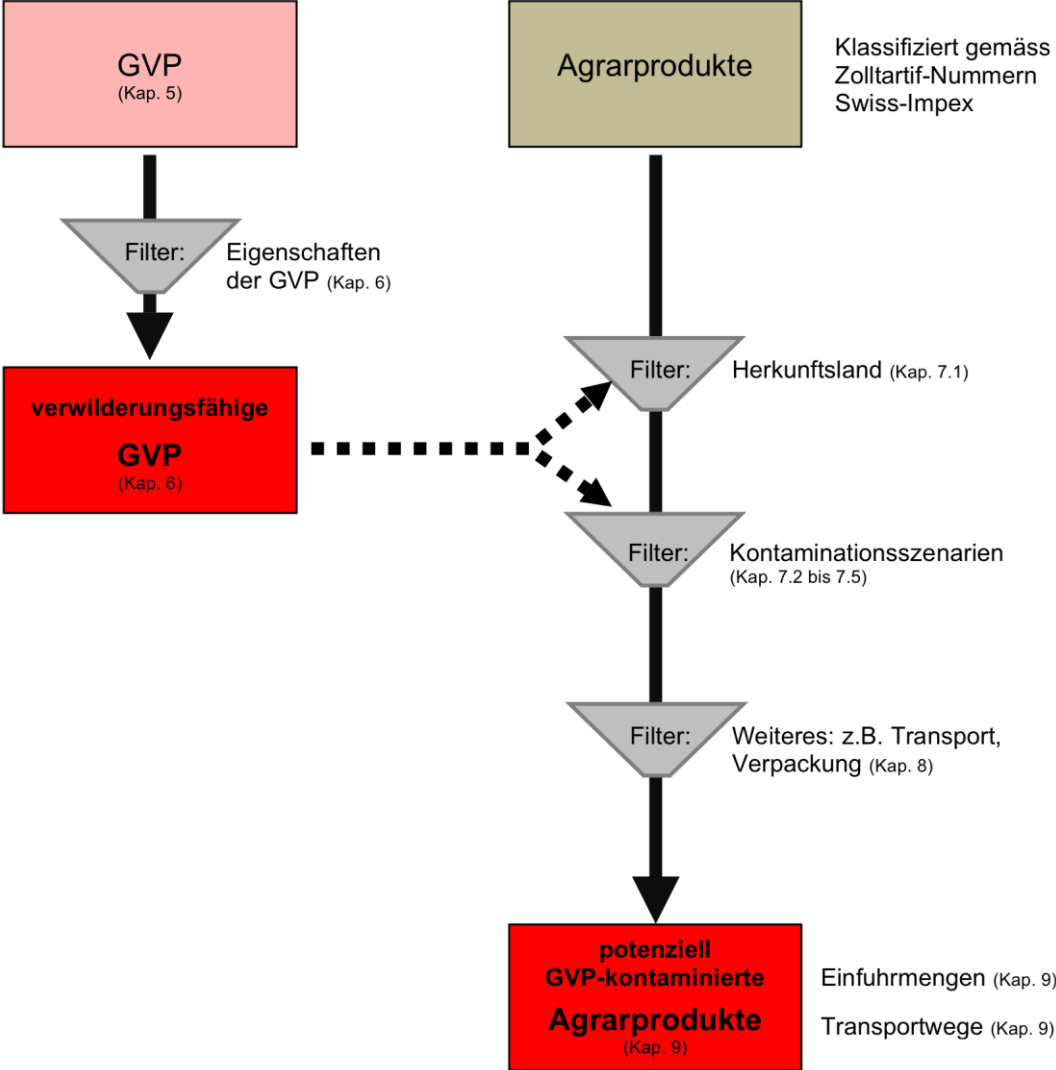


Abb. 2: Schematische Darstellung wie bei der Identifikation der potenziell GVP-verunreinigten Agrarprodukte vorgegangen wurde. Die Grafik beschreibt gleichzeitig den Aufbau des vorliegenden Berichts.

5 Angebaute GVP weltweit

Die in diesem Bericht erwähnten Angaben zur Zulassung und zum Anbau von GVP stammen aus den nachfolgend aufgelisteten Quellen. Diese Quellen sind in verschiedenen Tabellen des Berichts mit dem entsprechenden Buchstaben am Anfang jeder Zeile indiziert.

- a: ISAAA Länderberichte
- b: Biosafety Scanner
- c: Summary ISAAA Brief 49-2014.pdf*
- d: Agricultural Biotechnology Annual_Paris_EU-28_7-23-2015.pdf
- e: www.transgen.de
- f: ISAAA GM Approval Database

*Im Verlauf der Studie wurden ergänzend auch neu erschienene Angaben aus dem Bericht ISAAA Brief 51-2015 übernommen.

5.1 Anbaufläche und Länder

Weltweit bauen 17 bis 18 Millionen Landwirte gentechnisch veränderte Pflanzen an (ISAAA 2015). Rund 90 Prozent von ihnen sind Kleinbauern in Entwicklungsländern (transgen.de). Der Anbau von GVP insgesamt betrug im Jahr 2015 rund 180 Millionen Hektaren.

Der GVP-Anbau verteilt sich derzeit auf 30 Länder (Tab. 2). Kürzlich neu hinzugekommen ist Vietnam. Dort wurde 2015 erstmals GV-Mais (3'500 ha) ausgebracht. In 19 der 30 Länder beträgt die Anbaufläche mehr als 50'000 Hektaren, das sind 500 km² oder ungefähr die Fläche des Kantons Basel-Landschaft. Die ISAAA bezeichnet sie deshalb als «Biotech Crop Mega-Countries». Gemäss unseren Recherchen findet auch in Kuba und Ägypten ein kommerzieller GVP-Anbau statt. Diese beiden Länder sind im ISAAA-Bericht von 2015 nicht erwähnt und in der Abbildung 3 nicht eingezeichnet.

Nebst den offiziellen Zahlen zum Anbau zugelassener GVP finden sich auch klare Hinweise über illegal kultivierte GVP in Thailand und der Ukraine:

Thailand

Obwohl in Thailand GV-Papayas nicht zugelassen sind, wurden seit 2012 bei Kontrollen von Importen aus Thailand in mehreren europäischen Ländern GV-Sorten gefunden – unter anderem auch im Kanton Aargau (BLV 2014). Schätzungen zur Fläche, die illegal gepflanzte GV-Papayapflanzen in Thailand einnehmen, wurden nicht gefunden. Papaya kann als Pflanze tropischer Klimaregionen in der Schweiz ausserhalb von Gewächshäusern nicht aufwachsen und überleben. Eine spontane Ansiedlung ist nahezu ausgeschlossen. Thailand als Herkunft GVP-kontaminierter Produkte wird für diese Studie deshalb nicht weiter beachtet.

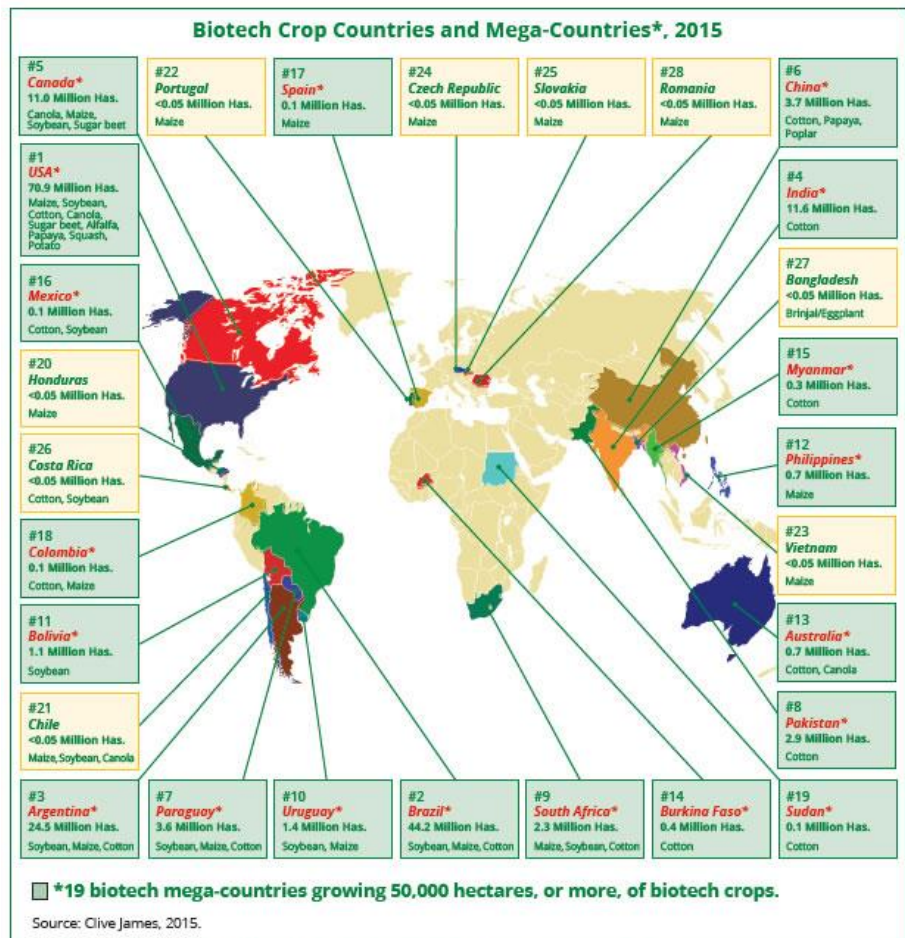


Figure 1. Global Map of Biotech Crop Countries and Mega-Countries in 2015

Abb. 3: Karte mit den weltweit 28 Ländern mit kommerziellem GVP-Anbau. Quelle: ISAAA 2015.

Ukraine

In der Ukraine könnte der ohne Zulassung betriebene Anbau von GV-Mais und GV-Raps von grossem Ausmass sein. Beim Mais soll rund ein Drittel der Maisproduktion aus GV-Mais bestehen (USDA 2015). Dies ist insofern bedeutend, weil die Ukraine bisher als GVP-freies Herkunftsland gilt und auch deswegen in den letzten Jahren stark steigende Maisexporte in die EU verzeichnete. 2013/14 stammten mehr als 60% der EU-Maisimporte aus der Ukraine (USDA 2015).

Im Fall von Raps stammen die Hinweise auf illegalen GV-Anbau aus einer Publikation russischer Wissenschaftler (Dolgov et al. 2015). Im Artikel wird der Nachweis einer gentechnischen Veränderung in der Sommerrapssorte «Raudis» beschrieben. Saatgut dieser Sorte wird auch ins Ausland exportiert. Laut Aussagen der Händler soll diese Rapssorte durch konventionelle Züchtung eine natürliche Toleranz gegenüber Glyphosat aufweisen. Die Resultate der Untersuchungen von Dolgov et al. (2015) widersprechen dem. Eine Bewertung der Publikation von Dolgov et al. des deutschen Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BLV 2016) kommt zum Schluss, dass es sich zumindest bei der in der Ukraine vermarkteten Rapssorte «Raudis» mit hoher Wahrchein-

lichkeit um eine absichtlich oder auch unabsichtlich gentechnisch veränderte Sorte handelt. Aufgrund fehlender Angaben zu Probenahme und Anzahl der untersuchten Pflanzen in der Publikation «ist eine Aussage nur unter Vorbehalt auf die Gesamtheit des untersuchten Raudis-Saatguts zu beziehen».

Insgesamt nehmen wir diese Befunde zum Anbau von GV-Mais und insbesondere von GV-Raps in der Ukraine zum Anlass, die Ukraine für diese Studie als Land mit kommerziellem Anbau von GV-Raps zu betrachten (Tab. 2).

5.2 Angebaute GVP

Kommerzieller Anbau

Derzeit werden weltweit 16 verschiedene GVP kommerziell angebaut (Tab. 3). Bei fünf der 16 GVP hat der kommerzielle Anbau erst in den letzten Jahren eingesetzt und nimmt erst relativ geringe Anbauflächen ein. Es handelt sich um Äpfel (USA), Kartoffeln (USA, zukünftig ev. auch Kanada, Mexiko und Japan), Gartenbohnen (Brasilien), Rosen (Japan, ev. Australien), Zuckerrohr (Indonesien).

Die gemäss Anbaufläche bedeutendsten GVP sind nach wie vor Soja, Mais, Baumwolle und Raps. Diese vier GVP nehmen insgesamt Anbauflächen zwischen 90'000 km² (Raps) und 866'000 km² (Soja) ein. Zum Vergleich: diese Flächen entsprechen in etwa der Grösse von Ungarn (Raps) bzw. Namibia (Soja). Relativ hohe Anbauflächen belegen auch die GVP-Sorten von Zuckerrübe (4'890 km² entspricht annähernd dem Kt. Wallis), Luzerne (250 km²) und Papaya (100 km²). Die Anbauflächen der übrigen GVP liegen derzeit unter 20 km².

Zulassung zum Anbau

Die GVP aus Tabelle 4 werden alle bereits irgendwo kommerziell angebaut. Daneben gibt es GVP, die zwar anwendungsreif entwickelt und in einzelnen Ländern für den Anbau zugelassen sind, wo aber bisher kein kommerzieller Anbau stattfindet (Tab. 5). Darunter befinden sich auch GVP, die womöglich bereits angebaut werden, zu denen aber keine gesicherten Angaben gefunden wurden. Immerhin zeigen Funde transgener Produkte in Lieferungen von Leinsamen und Reis, dass ein GVP-Anbau stattfindet, sei es absichtlich oder unabsichtlich.

Aus einer Zulassung zum Anbau lässt sich aber nicht schliessen, dass ein kommerzieller Anbau unmittelbar bevorsteht und in Kürze zunehmen wird. Die meisten der GVP in der Tabelle 5 sind denn auch seit fünf oder mehr Jahren zugelassen, ohne dass ein nennenswerter kommerzieller Anbau stattgefunden hätte (z.B. GV-Reis, -Lein, -Pepperoni, -Pflaume, -Zichorie) oder bei denen die GV-Sorte nach anfänglichem Anbau sich nicht durchsetzen konnte (z.B. Tabak, Tomaten, Rübsen). Lediglich bei Eukalyptusbäumen ist die Anbauzulassung in Brasilien jüngeren Datums (2015).

Weitere GVP

Im Fokus der vorliegenden Studie stehen GVP, die bereits marktreif sind oder tatsächlich angebaut werden. Diese könnten mit den bestehenden Warenströmen bereits heute in die Schweiz gelangen. Weil sich die Situation rasch ändern kann, lohnt sich aber ein Blick auf die Reihe derjenigen GVP, die in absehbarer

Zeit auf den Markt kommen könnten. Ricroch & Hénard-Damave (2015) geben dazu eine aktuelle Übersicht.

Zu beachten sind auch GVP, die im Produktionsland keiner gesetzlichen Regulierung unterliegen. Insbesondere in den USA trifft dies auf mehrere Pflanzenarten zu, bei denen die Fremd-DNA ebenfalls aus Pflanzen stammt und für welche deshalb kein reguläres Zulassungsverfahren notwendig ist. Vor allem im Fall einer Herbizidresistenz kann die Freisetzung dieser Pflanzen zu Problemen führen, falls sie sich als Unkräuter unkontrolliert ausbreiten sollten.

In der Tabelle 6 haben wir eine (nicht abschliessende) Auswahl weiterer GVP zusammengestellt. Gewählt wurden vorab Pflanzen, die sich möglicherweise spontan in Mitteleuropa ansiedeln und vermehren könnten, sollten sie hier freigesetzt werden. Für diese Studie als relevant betrachten wir das Kriechende Straussgras mit Herbizidresistenz. Die Art ist Bestandteil der einheimischen Flora. Das Verbreitungsgebiet der GV-Variante des Straussgrases, wo sich die Art im Freiland übrigens bereits unkontrolliert etablieren konnte, ist eine bedeutende Produktionsregion von Saatgut für Wiesengräser und andere Futterpflanzen, die in grossen Mengen exportiert werden.

Tendenzen für die Zukunft

Global gesehen machen sich derzeit gegensätzliche Entwicklungen bemerkbar. Auf der einen Seite stehen Länder, vorab in Europa, die dem Anbau von GVP gegenüber zunehmend kritisch gegenüberstehen und den Anbau und Import von GVP stark regulieren oder gar verbieten. Diese Entwicklung wirkt auf die Forschung und Entwicklung eher hemmend und hat zur Folge, dass diese in andere Länder ausgelagert wird. Auf der anderen Seite stehen Länder, welche die Herausforderungen an die Landwirtschaft, welche Klimawandel und Bevölkerungswachstum stellen, in hohem Mass mit den Mitteln der Gentechnik angehen. Dazu gehören nebst den bisherigen GVP-Produzenten wie die USA, Kanada, Brasilien, Australien, China und Indien auch eine zunehmende Zahl von Entwicklungsländern wie etwa Bangladesh, Vietnam oder Afrikanische Staaten.

Unter den GV-Pflanzen, deren Entwicklung weit fortgeschritten ist, erlangen verbesserte Anbaueigenschaften wie etwa Stress- und Trockentoleranz, Resistenzen gegen Pilz- und Virenkrankheiten oder Anreicherung mit Nährstoffen in naher Zukunft eine grössere Bedeutung als heute, wo immer noch Herbizidtoleranz und Insektenresistenz den Hauptanteil unter den produzierten GVP ausmachen.

Land	Quelle	Ackerland ha	GVP ha	% GVP	Zulassung
USA	b	155'107'500	68'734'667	44	16
Brasilien	a	72'605'000	42'200'000	58	5
Argentinien	a	39'291'000	24'330'000	62	3
Kanada	b	45'915'000	11'614'000	25	9
Indien	a	156'200'000	11'600'000	7	1
China	a	106'521'100	3'908'543	4	7
Paraguay	a	4'410'000	3'836'000	87	3
Pakistan	a	21'185'000	2'900'000	14	1
Südafrika	a	12'000'000	2'749'000	23	3
Uruguay	a	1'756'000	1'640'000	93	2
Bolivien	a	4'296'000	1'000'000	23	1
Philippinen	a	5'545'000	831'000	15	1
Australien	b	47'113'000	542'000	1	4
Burkina Faso	a	6'000'000	454'124	8	1
Myanmar	a	10'820'000	318'000	3	1
Mexiko	a	23'132'000	180'000	<1	5
Spanien	d	12'400'000	131'537	1	1
Kolumbien	a	1'584'000	99'004	6	4
Sudan	a	21'045'000	90'000	<1	1
Honduras	b	1'020'000	29'000	3	1
Chile	b	1'336'980	10'829	<1	3
Portugal	d	1'090'000	8'542	<1	1
Vietnam	c	6'400'000	3'500	<1	1
Kuba	b	3'202'000	3'000	<1	1
Tschechische Rep.	d	3'157'000	1'754	<1	1
Ägypten	c	2'829'000	1'000	<1	1
Rumänien	d	8'798'000	771	<1	1
Slowakei	d	1'392'300	411	<1	1
Costa Rica	c	245'000	38	<1	2
Bangladesch	c	7'675'000	12	<1	1
Indonesien	c	23'500'000	0	–	1
Iran	f	15'011'000	0	–	1
Japan	f	4'246'000	0	–	10
Korea, Republik	f	1'522'200	0	–	1
Malaysia	f	950'000	0	–	1
Norwegen	f	811'900	0	–	1
Panama	f	563'000	0	–	1
Türkei	f	20'577'000	0	–	1
Ukraine*	d	32'518'000	?*	?*	0
Thailand*	f	16'560'000	?*	?*	0

Tab. 2: Liste der Länder, in denen GVP angebaut werden. Stand der Datenabfrage: Dezember 2015. Quelle: Herkunft der Angaben zum GVP-Anbau (siehe separate Auflistung im Text); Ackerland ha: vorhandene Ackerfläche insgesamt, in Hektaren, gemäss FAOSTAT; GVP ha = mit GVP bebautes Ackerland in ha gemäss Quelle; % GVP: Anteil des Ackerlandes, auf dem GVP kultiviert wird; GVP Zulassung: Anzahl der GVP, für die eine Zulassung zum Anbau besteht. ?: unbekannt. * = in der Ukraine und in Thailand sind keine GVP für den Anbau zugelassen. Es gibt aber Berichte, dass GVP illegal angebaut werden.

	Äpfel	Aubergine	Baumwolle	Bohne	Eukalyptus	Kartoffel	Lein	Luzerne	Mais	Nelke	Papaya	Pappel	Peperoni	Petuntie	Pflaume	Raps	Reis	Rose	Rübsen	Soya	Strausgras etc.*	Tabak	Tomaten	Zichorie	Zucchetti	Zuckerrohr	Zuckerübe	
Ägypten								A																				
Argentinien			A					A												A								
Australien			A				Z			A?								Z, A?										
Bangladesch		A																										
Bolivien																					A							
Brasilien			A	A+	Z																A							
Burkina Faso			A																									
Chile									A							A					Z							
China			A								A	A	Z	Z			Z, A+					Z, A+						
Costa Rica			A																		A							
Honduras									A																			
Indien			A																									
Indonesien																												
Iran																										A+		
Japan			Z																									
Kanada																												
Kolumbien			A																									
Korea, (Süd)			Z																									
Kuba																												
Malaysia																												
Mexiko			A																									
Myanmar			A																									
Pakistan			A																									
Panama																												
Paraguay			A																									
Philippinen																												
Rumänien																												
Südafrika			A																									
Sudan			A																									
Thailand																												
Ukraine																												
Uruguay																												
USA			A																									
Vietnam																												

Tab. 3: Alphabetisch sortierte Liste der Länder weltweit, die GVP kommerziell anbauen oder wo der Anbau zumindest zugelassen ist. Gemäss Angaben aus diversen Quellen (siehe separate Auflistung im Text, zu Beginn Kapitel 5), Stand Januar 2016. Status: A = Anbau findet bereits statt; A+ = Anbau hat erst in den letzten Jahren begonnen und umfasst bisher nur geringe Flächen; A? = keine Anbauzulassung vorhanden, doch es gibt Hinweise, dass die GVP teils illegal angebaut wird; Z = Zulassung vorhanden; V = GVP befindet sich noch im Versuchsstadium; momentan wird weder Anbau praktiziert noch ist eine Zulassung vorhanden; fut = Hinweise gefunden, dass Anbau in den nächsten Jahren erfolgen könnte (Summary ISAAA Brief 49-2014.pdf).

GVP	Anbau x1000 ha	Bemerkungen zum Anbau als GVP
Apfel <i>Malus domestica</i>	Anbau neu	Anbau 2015 in den USA! (transgen.de).
Aubergine <i>Solanum melongena</i>	0.012	Eine insektenresistente Sorte ist in Bangladesh seit 2013 zugelassen und wird kommerziell angebaut.
Baumwolle <i>Gossypium sp.</i>	25'622	
Bohne <i>Phaseolus vulgaris</i>	Anbau neu	Gartenbohne <i>Phaseolus vulgaris</i> , Zulassung unterdessen in Brasilien vorhanden, Saatgut ab 2015/16 verfügbar, Anbau von zunächst 50'000 ha vorgesehen; Sorten mit stark unterschiedl. ökolog. Eigenschaften. noch keine Zulassung für Ackerbohne (<i>Vicia sp.</i>), Kuh- und Adzuki-Bohne (<i>Vigna sp.</i>) (transgen.de).
Kartoffel <i>Solanum tuberosum</i>	Anbau neu	Neue Sorte in den USA 2015 genehmigt, auf 160 ha gepflanzt, für 2016 sind 800 ha geplant; soll 2017 auf den Markt kommen (transgen.de). Anbau in den USA (1999-2001), Kanada, Rumänien (1999); GV-Kartoffeln belegten 1999 rund 40'000 ha weltweit. Anbau damals in den USA (30'000 ha), Kanada (10'000 ha), Rumänien (1'000 ha) und der Ukraine (1'000 ha). Die GV-Linien enthielten entweder Virus- oder Insektenresistenzen.
Luzerne <i>Medicago sativa</i>	25	Zeigt in der Schweiz auf Trockenstandorten invasives Wuchsverhalten.
Mais <i>Zea mays</i>	55'112	Berichten zufolge besteht bis zu einem Drittel der Maisernte der Ukraine aus GV-Mais.
Nelke <i>Dianthus sp.</i>	0.004	Wildform unklar, wahrscheinlich u.a. <i>Dianthus caryophyllus</i> ; Hinweise auf Wikipedia, dass auch in Australien GV-Nelken kommerziell angebaut werden.
Papaya <i>Carica papaya</i>	10	Ev. auch in Thailand illegal angebaut: das Transgen wurde in rund 30% der Papayagärten gefunden (Testbiotech 2013).
Pappel <i>Populus nigra</i>	0.543	Anbau erfolgt ohne staatliche Aufsicht über Nutzung und Verkauf der transgenen Bäume (Testbiotech 2010).
Raps <i>Brassica napus</i>	9'360	Doppelnull-Raps heisst engl. Canola, der gewöhnliche Raps wird Rapeseed genannt.
Rose <i>Rosa hybrida</i>	Anbau neu	Unterdessen kommerziell angebaut (Nakamura et al. 2011).
Soya <i>Glycine max</i>	86'593	
Zucchetti <i>Cucurbita pepo</i>	2	
Zuckerrohr <i>Saccharum officinarum</i>	Anbau neu	Anbau in Indonesien: 2014 auf etwa 50 ha erfolgt (transgen.de).
Zuckerrübe <i>Beta vulgaris</i>	489	

Tab. 4: Liste der transgenen Kulturpflanzen weltweit, die kommerziell angebaut werden, mit Bemerkungen zum Anbau. Gemäss Angaben aus diversen Quellen (siehe separate Auflistung im Text, Kapitel 5), Stand Januar 2016. Status: Z = Zulassung vorhanden; Anbau neu = Anbau hat erst in den letzten Jahren begonnen und umfasst bisher nur geringe Flächen.

GVP	Status	Bemerkungen zum Anbau als GVP
Eukalyptus <i>Eucalyptus sp.</i>	Z	Anbauzulassung einer GV-Sorte zur gesteigerten Holzproduktion seit 2015 in Brasilien; bisher kein Anbau. In den USA sind grossflächige Freilandversuche mit kältetoleranten GV-Eukalyptusbäumen im Gang. Sie sind zudem männlich steril, um eine unkontrollierbare Vermehrung zu unterbinden (transgen.de).
Lein <i>Linum usitatissimum</i>	Z (Anbau?)	Bisher kein kommerzieller Anbau (transgen.de); aber 2009 wurde GV-Lein in einer Lein-Lieferung aus Kanada an die EU nachgewiesen.
Pepperoni <i>Capsicum annuum</i>	Z	GV-Sorte mit Virusresistenz; nur in China zum kommerziellen Anbau zugelassen, seit 1998.
Petunie <i>Petunia sp.</i>	Z	Ein einziger Event; nur in China seit 1998 zugelassen.
Pflaume <i>Prunus domestica</i>	Z	Ein einziger Event (Virusresistenz); nur in den USA seit 2007 zugelassen; bisher kein kommerzieller Anbau; Der Anbau von Pflaumen erfolgt via Unterlagen, Edelreiser und veredelte Pflanzen, nicht via Samen (Bigler et al. 2008).
Reis <i>Oryza sativa</i>	Z (Anbau?)	Anbau im Iran (2006), vermutlich in mehreren asiatischen Ländern ab 2015/16. Mit GV-Sorten kontaminierte Lieferungen von Reis oder Reismudeln stammten aus China, Indien, Pakistan, Thailand, Vietnam oder den Philippinen. Auch Reis aus den USA und Kanada enthielt bereits GV-Sorten, die noch nicht für den Anbau zugelassen waren (gmcontaminationregister.org).
Rübsen <i>Brassica rapa</i>	Z	Kommerzialisierung der GV-Sorte eingestellt, deren Anbau ist lange her, war flächenmässig unbedeutend (Bigler et al. 2008).
Tabak <i>Nicotiana sp.</i>	Z	Anbau findet in den USA vor allem (aber nicht nur?) für Forschungszwecke statt (transgen.de); dient als Modellorganismus für andere Pflanzen. Zigaretten mit reduziertem Nikotingehalt sind unter dem Namen «Quest» auf dem Markt ² . Über die ökonomische Bedeutung der nikotinreduzierten GV-Sorte wurden keine Angaben gefunden. Zwischen 1992 und 97 war insektenresistenter Tabak in China für den Anbau zugelassen. 1994 wurde ein in Frankreich entwickelter herbizidtoleranter Tabak zugelassen. Diese Zulassung ist nach heutigem Recht nicht mehr gültig. Einen nennenswerten Anbau gab es in Frankreich nicht (transgen.de).
Tomaten <i>Lycopersicon esculentum</i>	Z (Anbau?)	11 Events (Virusresistenz, Insektenresistenz, verspätete Reife und andere Produkteigenschaften). Anbau USA (1998-2002), derzeit vermutlich China (Virusresistenz) (transgen.de).
Zichorie <i>Cichorium intybus</i>	Z	Kultivierte Form der Wegwarte <i>Cichorium intybus</i> ; gilt auch für Radicchio. Herbizidtolerante, männlich sterile GV-Sorte seit 1997 in USA zugelassen.

Tab. 5: Liste der transgenen Kulturpflanzen weltweit, für die zwar in gewissen Ländern eine Zulassung für den Anbau besteht, die aber zumindest bis vor kurzem noch nicht kommerziell angebaut wurden. Gemäss Angaben aus diversen Quellen (siehe separate Auflistung im Text, Kapitel 5), Stand Januar 2016. Status: Z = Zulassung vorhanden; (Anbau?) = Anbauzulassung in keinem Land bestehend, doch deuten einzelne Ereignisse darauf hin, dass die GVP teils illegal angebaut wird.

² <http://www.gmo-compass.org/eng/database/plants/304.tobacco.html>

GVP	Status	Bemerkungen zum Anbau und zu Eigenschaften als GVP
Bürstengras <i>Polypogon monspeliensis</i>	nR!	Kann bei uns verwildern, siehe z.B. Vorkommen bei Brugg (Huber et al. 2016).
Chinaschilf <i>Miscanthus sp.</i>	?	C4-Gras, für Bioenergie geeignet, transgene Sorten in Entwicklung, siehe Hwang et al. (2014).
Erdbeeren <i>Fragaria sp.</i>	kZ	Risk-Assessment im Rahmen des NFP59 in der Schweiz; derzeit keine weitere Entwicklung bei Erdbeeren in Gang (transgen.de).
Knotenhirse <i>Paspalum notatum</i>	?	Südamerikanische Herkunft, in Südost-USA beliebtes Futter- und Rasengras; gv-Linie mit Herbizidresistenz. Hinweise auf GV-Sorte siehe in Sandhu et al. (2010).
Leindotter <i>Camelina sp.</i>	kZ	Das Rothamsted Research Institut in Grossbritannien testet gentechnisch veränderten Leindotter von 2014 bis 2017 unter Freilandbedingungen. Ein entsprechender Freisetzungsantrag wurde von der Zulassungsbehörde im April 2014 genehmigt. (transgen.de).
Lupine <i>Lupinus angustifolius</i>	kZ	Versuche in Australien mit gv- <i>Lupinus angustifolius</i> .
Kriechendes Straussgras <i>Agrostis stolonifera</i>	kZ	Noch vor einer Anbauzulassung konnte sich die herbizidresistente GV-Sorte ab 2002 unkontrolliert verbreiten (Snow 2012). Eine Hybridisierung mit anderen Grasarten – sogar mit Arten anderer Gattungen - ist nachgewiesen (Zapiola et al. 2012).
Riesen-Straussgras <i>Agrostis gigantea</i>	nR!	Einkreuzung Transgen aus <i>A. stolonifera</i> erfolgt (Van de Water et al. 2007, Snow 2012).
Rohrglanzgras <i>Festuca arundinacea</i>	nR!	2015 im Gewächshaus-Test (Waltz 2015).
Rutenhirse <i>Panicum virgatum</i>	?	C4-Gras, für Bioenergie geeignet, transgene Sorten in Entwicklung, siehe DeBruyn et al. (2016).
St. Augustine-Gras <i>Stenotaphrum secundatum</i>	nR!	2015 im Stadium von Feldversuchen (Waltz 2015).
Sumpf-Straussgras <i>Agrostis canina</i>	nR!	Einkreuzung Transgen aus <i>A. stolonifera</i> erfolgt.
Weihrauch-Kiefer <i>Pinus tadea</i>	nR!	Seit Januar 2015 bekannt, dass keine Regulierung stattfinden wird (testbiotech 2015).
Wiesenrispengras <i>Poa pratensis</i>	nR!	in den USA wurde eine kurzhalbmige Linie mit Herbizidresistenz für Rasen entwickelt und freigesetzt; 2015 im Stadium von Feldversuchen (Waltz 2015) (testbiotech).

Tab. 6: Liste von GVP die ohne Genehmigungsverfahren angebaut werden oder wo die Recherche zum Zulassungsstatus ohne klares Ergebnis blieb. kZ = GVP anbaureif vorhanden, aber (bisher) ohne Zulassung; nR! = Zulassung und Anbau nicht reguliert, da rechtlich nicht notwendig; ? = GVP in Entwicklung oder vorhanden und Anbau womöglich praktiziert, aber nicht durch Rechercheergebnis bestätigt.

6 Verwilderungspotenzial von GVP

Im Kapitel 5 wurden diejenigen GVP vorgestellt, die heute kommerziell angebaut werden oder die aus einem anderen Grund ausserhalb von kleinen, meist gut kontrollierten Anbauversuchsflächen auftreten können (Tab. 4 bis 6). Für die Kontamination von Importprodukten betrachten wir nur diese GVP als relevant, nicht aber GVP, die sich erst im Versuchsstadium befinden.

Letztlich stellen aber nur diejenigen GVP eine potenzielle Gefahr für die Umwelt dar, die bei unseren Klimabedingungen und auf unseren Böden aufwachsen können. Eine Gefahr kann prinzipiell nur von GVP ausgehen, die bei unkontrolliertem Verlust importierter Pflanzenbestandteile mit grosser Wahrscheinlichkeit spontan aufwächst. Folgende zwei Szenarien sind relevant:

1. **Aufkommen mit Blüte (nicht zwingend dauerhaft):** Die Pflanze gelangt nach spontanem Aufwuchs mindestens bis zur Blüte und es existieren bei uns Kreuzungspartner, die das Transgen aufnehmen können. Kreuzungspartner können Teil der einheimischen Wildflora oder aber eine Kulturpflanze im landwirtschaftlichen Anbau sein.
2. **Dauerhafter Bestand (nicht zwingend mit Blüte):** Die Pflanze bildet nach spontanem Aufwuchs durch starkes (ev. auch nur klonales) Wachstum grosse Bestände und kann dadurch Beeinträchtigungen der Umwelt, Wirtschaft oder Gesundheit hervorrufen.

Dass sich eine frei gesetzte GVP bei uns etabliert, d.h. eine dauerhafte, sich selbst erhaltende Wildpopulationen bildet, ist nicht zwingende Voraussetzung für Schäden an der Umwelt. Ist die eingebrachte Menge an Vermehrungsmaterial gross und die Wahrscheinlichkeit eines spontanen Aufwachsens und Blühens genügend hoch, könnte auch eine im Winter nach einer Saison absterbende GVP das Transgen dauerhaft in der Umwelt freisetzen. Aus diesen Gründen wird hier für die Triage der weiter zu betrachtenden GVP nicht das Konzept der Etablierung verwendet. Stattdessen benutzen wir den Begriff «Verwilderungspotenzial» und definieren dazu vier Kategorien. Später im Bericht sprechen wir von «verwilderungsfähigen» GVP.

Kategorien des Verwilderungspotenzials:

- **hoch** Ein spontanes Aufwachsen erfolgt mit hoher Wahrscheinlichkeit; verstreute Samen, Knollen etc. haben in unserer Landschaft generell eine hohe Chance zum Aufwachsen und zur vollständigen Entwicklung (Blüte oder sogar Frucht); dabei spielt es keine Rolle, ob das Vorkommen dauerhaft oder nur vorübergehend existieren wird (z.B. Durchwuchs aus Ernteverlusten). Auch GVP mit starkem vegetativem Wachstum und allenfalls invasivem Verhalten werden hier eingestuft.
- **gering** Ein spontanes Aufwachsen erfolgt durchaus, aber eher selten; verstreute Samen etc. haben eine eher geringe Chance zum Aufwachsen und zur vollständigen Entwicklung, weil sie spezielle Bedingungen benötigen, die meist nicht gegeben sind (z.B. empfindlich gegenüber Trockenheit, Frost, erforderliche Darmassage u.ä.).

- **fast null** Spontanes Aufwachsen und eine Entwicklung bis zur Blüte ist fast ausgeschlossen, weil die dazu erforderlichen Bedingungen bei uns im Freiland nirgends gegeben sind.
- **unklar** Eine Beurteilung ist nicht möglich, da die Kenntnisse zur Ökologie der GVP fehlen oder nicht in Erfahrung gebracht werden konnten.

Grundlagen der Beurteilung

Um die GVP den beschriebenen Kategorien zuordnen zu können, wurden systematisch die folgenden Quellen konsultiert und ausgewertet. Die Ergebnisse der Recherche sind in der Tabelle 7 zusammenfassend wiedergegeben.

- Angaben zum Stand einer Etablierung in Mitteleuropa: systematisch abgefragt wurden die Hinweise aus der nationalen Datenbank Infoflora. Sie wurden punktuell ergänzt durch Angaben aus anderen Flora-Datenbanken (z.B. Deutschland, Österreich) sowie Bemerkungen aus der botanischen Fachliteratur (Florenwerke) oder von angefragten Botanikern.
- Wissenschaftliche Erkenntnisse: Gezielte Suche nach Informationen zu spontaner Verwilderung, Persistenz und Hybridisierung (Web of Science, Google Scholar).
- Überwinterungsfähigkeit: kann die Pflanze unter Freilandbedingungen den Winter in der Schweiz überleben? Einschätzung vor allem gemäss ART-Schriftenreihe 8 (Bigler et al. 2008); Angaben siehe dort im Anhang 5 oder in Tabelle 13.
- Verbreitungspotenzial: Sind eine Persistenz ausserhalb der Kulturlfläche oder eine Hybridisierung mit einheimischen Wildpflanzen möglich? Einschätzung vor allem gemäss ART-Schriftenreihe 8, 2008; Angaben siehe dort in der Tabelle 13.

Ergebnisse der Beurteilung

Unter den 29 betrachteten GVP der Tabelle 7 befinden sich deren acht, die in der höchsten Stufe des Verwilderungspotenzials eingeordnet sind: Lein, Luzerne, Pappel, Raps, Rübsen, Straussgras, Weizen und Zichorie. Alle diese GVP könnten in der Schweiz problemlos aus eingeschleppten Samen oder Pflanzenteilen spontan aufwachsen und sich vermehren. Bei den meisten dieser GVP ist die Problematik der verwildernden GV-Bestände bereits gegeben (Raps, Luzerne, Pappel, Straussgras). Bei den restlichen werden unter gemässigten Klimabedingungen ständig wilde Bestände beobachtet (Lein, Rübsen, Weizen). Ein Spezialfall bildet die Zichorie. Sie wird bei der höchsten Risikostufe eingeteilt, weil ihre ausgeprägte Tendenz zur Hybridisierung zwischen Kulturformen und der bei uns weit verbreiteten Wildform (*Cichorium intybus*, Wegwarte) ein unkontrolliertes Entweichen des Transgens wahrscheinlich macht.

Für einige GVP sind verwildernde Bestände denkbar und für nicht-GV-Sorten bereits beobachtet. Die Wahrscheinlichkeit eines spontanen Aufwachsens ist in diesen Fällen aber weit geringer und wird trotz starker Präsenz der Pflanzenarten bei uns nur selten beobachtet oder bleibt auf Spezialstandorte beschränkt (z.B. Tomate, Zucchini/Speisekürbis, Apfel). Sie gehören der Risiko-Kategorie «gering bis mittel» an. Verwilderungsereignisse sind hier zwar denkbar oder gar zu erwarten. Sie dürften aber so selten sein, dass sie entweder für die Umwelt nicht relevant oder kaum zu überwachen sind. Für die Sojabohne, Zuckerrübe

und Eukalyptus ist aber die weitere Entwicklung der Kultursorten im Auge zu behalten. Hier könnten neue, kälteresistente Sorten oder eine anhaltende Klimaerwärmung die Verwilderungstendenz mittelfristig ändern.

Fazit

Alle weiteren Betrachtungen über Warenströme potenziell GVP-kontaminierter Produkte sollen sich auf Kontaminationen mit den acht GVP der höchsten Stufe des Verwilderungspotenzials konzentrieren.

Name dt.	Status Anbau	Verwildierungspotenzial
Apfel	A+	gering bis mittel
Kulturapfelsorten ev. im Tessin etabliert, Etablierungsstatus aber unter Experten umstritten. Früchte und Samen von Tieren gefressen und verbreitet; spontaner Aufwuchs generell selten (im Vergleich zu den enormen Mengen an Fallobst in der Landschaft).		
Aubergine	A	gering bis mittel
Pflanze einjährig; spontaner Aufwuchs ist selten und ist auf Spezialstandorte beschränkt (Komposthaufen, sehr nährstoffreiche Stellen). Bisher kaum als Neophyt festgestellt.		
Baumwolle	A	fast null
Kein spontaner Aufwuchs im Mitteleuropa bekannt; verwilderte Populationen von <i>G. hirsutum</i> und <i>G. herbaceum</i> nur in Südeuropa. Keine Hybridisierung mit mitteleuropäischen Wildpflanzen bekannt (Testbiotech 2013).		
Bohne	A+	gering bis mittel
Keine Hinweise auf dauerhafte Populationen in Mitteleuropa gefunden; überwiegend selbstbefruchtet, d.h. das Transgen ist für Kreuzungspartner kaum verfügbar.		
Eukalyptus	Z	fast null
Bisher kein spontaner Aufwuchs im Mitteleuropa; Kreuzungspartner fehlen bei uns. Achtung: Züchtung kälteresistenter Eukalyptus-Linien in den USA im Gang. Die Anbauzulassung für kältetolerante gv-Eukalyptusbäume ist bereits beantragt (transgen.de).		
Kartoffel	A+	gering bis mittel
Regelmässig Durchwuchs auf Ackerflächen (auch in Deutschland), aber kaum spontan aus Knollen an der Bodenoberfläche. Knolle frostempfindlich. Bildet keimfähige Samen, die lange im Boden überdauern können (Rahman 1980).		
Lein	Z, A?	hoch
Durchwuchs und zumindest kurzzeitige Verwildering sind unter den Klimabedingungen in Alberta, Kanada nachgewiesen (Dexter et al. 2010, 2011); Persistenz in der Samenbank, aber weniger ausgeprägt als bei Raps. Einheimische <i>Linum</i> -Arten sind vorhanden.		
Luzerne	A	hoch
Verwilderte GV-Luzerne mit Herbizidresistenz in ehemaligen Anbaugebieten im Westen der USA mehrfach beobachtet (Greene et al. 2015). Ein Viertel der Spontanvorkommen erwies sich als GVP. Das Transgen wird ziemlich sicher auch mit Pollen, d.h. durch Bienen verbreitet. Luzerne ist mehrjährig, Teil der einheimischen Flora und zeigt in der CH zum Teil invasives Verhalten.		
Mais	A	gering bis mittel
Ruderalpopulationen nur unter geeigneten klimatischen Bedingungen möglich. Durchwuchs von gv-Mais ist aber in den USA in Soja-Kulturen ein Problem; keine Kreuzung mit Wildgräsern Mitteleuropas möglich (Testbiotech 2013); Keine Dormanz der Samen.		
Melone	kZ	gering bis mittel
Verwildering selten und auf Spezialstandorte beschränkt; dort als unbeständiger Neophyt (z.B. Sauberer 2015).		
Nelke	A	gering bis mittel
Keine vegetative Vermehrung. In Kultur erfolgt Vermehrung nicht mit Samen, sondern mit Stecklingen und Gewebekulturen. Hybridisierung mit anderen <i>Dianthus</i> -Arten (in CH-Flora vorhanden) ist theoretisch möglich, aber spontane Kreuzungen sind in keinem Fall dokumentiert (COGEM 2007). Kann sich in freier Natur nicht etablieren.		

Name dt.	Status Anbau	Verwildierungspotenzial
Papaya	A	fast null
Kein spontaner Aufwuchs im Mitteleuropa; keine Kreuzungspartner in Mitteleuropa vorhanden; in tropischem Klima ist eine Verwildering möglich.		
Pappel	A	hoch
Vermehrung aus Flugsamen und via Stecklinge möglich; mehrere einheimische Wildarten vorhanden. Ausgesprochen hohes Potenzial zur Hybridisierung innerhalb der Gattung <i>Populus</i> . Auskreuzung und Hybridisierung in China festgestellt (Testbiotech 2013).		
Pepperoni	Z	gering bis mittel
Pflanze einjährig, nicht winterhart; Überwinterung höchstens als Samen. Verwildering selten und auf Spezialstandorte beschränkt (eutrophierte Stellen, Kompost).		
Petunie	Z	fast null
Keine Hinweise auf spontane Vorkommen gefunden.		
Pflaume	Z	gering bis mittel
Früchte und Samen von Tieren gefressen und verbreitet; spontaner Aufwuchs generell selten (im Vergleich zu den enormen Mengen an Fallobst in der Landschaft).		
Raps	A	hoch
Spontane Bestände an Ruderalstandorten treten überall auf und können sich zum Teil über Jahre am gleichen Ort halten; Samen in der Samenbank sind mehrere Jahre persistent. Durchwuchs auf Äckern ist häufig.		
Reis	Z, A?	gering bis mittel
Keine Hinweise auf spontanes Auftreten nördlich der Alpen gefunden. Unkraut-Formen von wildem Reis (Hybrid mit Wildformen) sind weltweit ein Problem, auch in Italien (Busconi et al. 2012).		
Rose	A+	unklar
Zierrosen wie <i>R. x hybrida</i> in der CH selten verwildert. Kein Eintrag in der Infoblora-Datenbank. Wildrosenarten in der Schweiz zahlreich vorhanden. Hybride mit GV-Rose sind erzeugbar und möglich (Japan), nahmen das Transgen aber nicht auf (Nakamura et al. 2011).		
Rübsen	Z	hoch
Verhält sich ähnlich wie Raps: spontane Vorkommen sind regelmässig zu erwarten. Kreuzungspartner unter den einheimischen <i>Brassicaceae</i> vorhanden.		
Soja	A	Gering bis mittel
Kälteresistente, GV-freie Sorten bei uns gelegentlich angepflanzt, aber kaum je verwildert. Klimatisch anspruchsvoll, braucht viel Wärme und Bodenfeuchte. In den gemässigten Breiten ist die Blütenbildung durch die langen Tage im Sommer verzögert, die Vegetationsperiode dadurch sehr kurz, die Ausreife der Samen unsicher und die Erträge gering (proplanta.de). Durch Einführung frühreifer (gv-freier) Sorten weitet sich der Soja-Anbau aktuell auch in etwas kühlere Lagen aus (Tief lagen des CH-Mittellandes, Bayerns, Baden-Württembergs). Spontaner Aufwuchs wäre nur zwischen Mai und September möglich. Die allermeisten Sorten würden zu spät reif für die Reproduktion. Stehen gebliebene Pflanzen sterben im Winter sicher ab. Durchwuchs von Soja in der Schweiz nicht beobachtet. (pers. Auskunft Claude-Alain Bétrix, Agroscope Nyon).		

Name dt.	Status Anbau	Verwildierungspotenzial
Straussgras	nR!	hoch
<p>Mehrere <i>Agrostis</i>-Arten, darunter <i>A. stolonifera</i>, sind Teil der einheimischen Wildflora. Unkontrollierbare Ausbreitung und Persistenz einer GV-Sorte von <i>A. stolonifera</i> in den USA nachgewiesen (Snow 2012). Hybridisierung findet sogar über Gattungsgrenzen hinweg mit anderen Grasarten statt (Zapiola & Mallory-Smith 2012).</p>		
Tabak	Z	gering bis mittel
<p>Als Zier- und Nutzpflanze in vielen Sorten angebaut und in Mitteleuropa nur sehr selten verwildert.</p>		
Tomaten	Z, A?	gering bis mittel
<p>Aufwuchs nicht selten, aber auf eutrophierte, feuchte Spezialstandorte beschränkt; hohe Ansprüche an die Bodenfeuchte. Pflanze nicht winterhart; Überwinterung höchstens als Samen im Kompost.</p>		
Weizen	KZ	hoch
<p>Spontaner Aufwuchs kurzlebig, aber regelmässig beobachtet und ohne besondere Standortansprüche. Kann überwintern und in Ruderalvegetation kurzzeitig überdauern (Kalinina et al. 2015).</p>		
Zichorie	Z	hoch
<p>Wildform ist Teil der einheimischen Flora; Hybridisierung zwischen Kultur- und Wildform ist möglich und wurde z.B. in Dänemark bereits beobachtet (Kiaer et al. 2009); Keine Hinweise auf Kreuzungsbarrieren gefunden (Soerensen et al. 2007). Spontanes Verhalten der Kulturform im Freiland ist allerdings unklar.</p>		
Zucchetti	A	gering bis mittel
<p>Verwildering selten und auf Spezialstandorte beschränkt. In neuerer Zeit ein verbreiteter Neophyt in Österreich; Pflanzen erzeugen aber meist keine reifen Samen (Stöhr et al. 2004). Hybridisierung mit Wildformen und Introgression des Transgens bei <i>Cucurbita pepo</i> in Mexico experimentell nachgewiesen (Cruz-Reyes et al. 2015).</p>		
Zuckerrohr	A+	fast null
<p>Kein spontanes Vorkommen in gemässigtem Klima bekannt.</p>		
Zuckerrübe	A	gering bis mittel
<p>Gelegentliches Auftreten ausserhalb der Kulturfäche; Durchwuchs aus Samen möglich, Persistenz aber unwahrscheinlich. Hybride zwischen GV-Zuckerrüben und Wilder Rübe (<i>B. vulgaris ssp. maritima</i>) oder kultivierten Formen (z.B. Mangold) sind grundsätzlich möglich (Bartsch et al. 2001). Die Wilde Rübe bevorzugt wintermildes Klima. Sie fehlt in der Schweiz; in Deutschland ist sie sehr selten. Neue Hybride von <i>B. vulgaris</i> mit Unkrauteigenschaften sind gut denkbar (Stark et al. 2006); in Kalifornien bereits vorhanden (Bartsch & Ellstrand 1999).</p>		

Tab. 7: Einschätzung der Wahrscheinlichkeit, dass eine GV-Pflanzenart spontan aus unabsichtlich verstreuten Verbreitungseinheiten (Samen, Früchte, Zwiebeln, Bulben, Stecklinge) aufwächst und das Transgen in der Umwelt exponiert («Verwildierungspotenzial»). **hoch** = hohe Chance, dass spontanes Aufwachsen einer Pflanze stattfindet; **gering bis mittel** = spontanes Aufwachsen erfolgt durchaus, aber eher selten; **fast null** = spontanes Aufwachsen bis zur Blüte fast ausgeschlossen, da Standortbedingungen nicht gegeben. Eine ausführlichere Beschreibung dieser Kategorien siehe zu Beginn des Kapitels 6.

7 Kontamination von Agrarprodukten

7.1 Herkunft kontaminierter Produkte

Auf der Basis der in Kapitel 6 beschriebenen Verwilderungspotenziale der einzelnen GVP haben wir überprüft, welche Herkünfte von Agrarprodukten wir als grundsätzlich kritisch erachten. Die Länder mit Anbau oder Zulassung von GVP (siehe Tab. 3) wurden dafür in drei Kategorien eingeteilt:

- Der Import von Agrarprodukten aus Ländern, in denen eine oder mehrere Kulturen mit hohem Verwilderungspotenzial angebaut werden, erscheint uns besonders risikobehaftet (Kategorie 1). Zu dieser Kategorie gehören sechs Länder: Australien, Chile, China, Kanada, Ukraine und die USA.
- Der Import von Agrarprodukten aus Ländern, in denen nur Kulturen mit einem Etablierungsrisiko von nahezu null angebaut werden, erscheint uns kaum risikobehaftet (Kategorie 3). Oft handelt es sich dabei um Länder, in denen Baumwolle angebaut wird. Auch in diese Kategorie 3 haben wir Länder eingeteilt, in denen zwar der Anbau von GVP mit hohem Verwilderungspotenzial zugelassen wäre, die dort aber bisher nicht angebaut werden (z.B. Japan).
- Dazwischen liegen die Importe von Agrarprodukten aus Ländern, in denen eine oder mehrere Kulturen mit geringem bis mittlerem Verwilderungspotenzial angebaut werden (Kategorie 2). Meistens handelt es sich um Länder in denen GV-Soja und/oder GV-Mais angebaut wird.

Die Tabelle 8 enthält die sechs Herkunftsländer der Kategorie 1 mit den dort angebauten, verwilderungsfähigen GVP. Weil diese Länder für ein Monitoring unabsichtlich eingeführter GVP Priorität haben, beschränken sich alle nun folgenden Abklärungen und Beurteilungen auf diese Herkünfte der Risiko-Kategorie 1.

Eine detailliertere Tabelle mit der Klassierung sämtlicher Länder mit GVP-Anbau und den schweizerischen Importmengen von Agrarprodukten befindet sich im Anhang 1.

Land	Lein	Luzerne	Pappel	Raps	Straussgras u.a. Gräser
Australien		Z		A	
Chile				A	
China			A		
Kanada	Z, A?	Z, A+		A	
Ukraine				A?	
USA	Z	A		A	A

Tab. 8: Liste der Länder mit Anbau von GVP, die in der Schweiz spontan aufwachsen könnten. Die grau unterlegten Einträge bezeichnen diejenigen Fälle, wo für das entsprechende Herkunftsland im Kapitel 7 und 8 die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination abgeklärt wurde. A = Anbau findet bereits statt; A+ = Anbau hat erst in den letzten Jahren begonnen und umfasst bisher nur geringe Flächen; A? = keine Anbauzulassung vorhanden, doch es gibt Hinweise, dass die GVP teils illegal angebaut wird; Z = Zulassung vorhanden.

7.2 Identifizieren kontaminierter Produkte

Agrarprodukte aus Ländern der Risiko-Kategorie 1 müssen nun fallweise beurteilt werden, ob eine Kontamination mit verwilderungsfähigen GVP tatsächlich plausibel ist. Eine Kontamination wäre zumindest möglich, falls

1. eine Verunreinigung mit der als verwilderungsfähig betrachteten Pflanze oder einer nahe verwandten Pflanzenart bereits beobachtet wurde (nachgewiesene Verunreinigung mit GV-Sorten oder auch mit konventionellen Sorten),
2. die verwilderungsfähigen GVP im Herkunftsland auf derselben Fläche wie das importierte Agrarprodukt angebaut werden. Im Fall von GV-Pappeln reicht auch ein Anbau in derselben Region (diffuse, weiträumige Verteilung flugfähiger Samen per Wind). Oder falls
3. eine Durchmischung der verwilderungsfähigen GVP mit dem importierten Agrarprodukt beim Umschlag, beim Verpacken, verladen oder transportieren der Ware erfolgen könnte.

Um zu beurteilen, ob eines oder auch mehrere dieser Kriterien zutreffen, erfolgten Recherchen auf verschiedenen Wegen. Kriterium 1 (bekannte Fälle von Kontaminationen) wurde per Internet-Recherche im Web of Science oder mit Google Scholar abgeklärt. Die Ergebnisse sind im Abschnitt 7.3 aufgeführt. Kriterium 2 (Kontamination durch Fruchtfolge im Herkunftsland) liess sich ebenfalls durch Internet-Recherche überprüfen. Der Abschnitt 7.4 fasst die Resultate pro Herkunftsland zusammen. Sie sind im Detail im Anhang 2 dokumentiert. Um das Kriterium 3 beurteilen zu können, sind genauere Kenntnisse der gängigen Praxis bei Verarbeitung und Transport der Waren notwendig. Diese wurden zumindest für einzelne wichtige Güter gezielt bei Kennern der Branche beschafft. Die wichtigsten Erkenntnisse sind im Abschnitt 7.5 beschrieben.

Aufgrund der ersten beiden Kriterien (bekannte Fälle von Kontamination, gängige Fruchtfolgen) lässt sich eine Liste der Produkte erstellen, die allein aufgrund der Anbaubedingungen im Herkunftsland kontaminiert sein könnten (Tab. 9 und 10 in diesem Kapitel). Ob die Waren, die bei uns letztlich ankommen, tatsächlich mit erhöhter Wahrscheinlichkeit kontaminiert sind, hängt aber stark vom weiteren Umgang nach der Ernte der enthaltenen Kulturpflanzen ab (Kriterium 3). Je nach Qualitätsmanagement beim Anbau und der weiteren Verarbeitung der Kulturen (z.B. Pflanzabstände von GVP-Kulturen, Reinigung nach der Ernte, Vorverarbeitung, Verpackung und Transport) kann sich die Wahrscheinlichkeit, das GVP-Verunreinigungen weiterhin enthalten sind, auch stark vermindern. Erst nachdem der weitere Umgang mit den Kulturen bzw. Waren beurteilt ist, lässt sich also eine definitive Auswahl der Agrarprodukte mit erhöhtem Kontaminationsrisiko durch GVP erstellen. Dieser Beurteilungsschritt (Anwendung von Kriterium 3) erfolgt in den Kapiteln 8 und 9.

Die Liste in den Tabelle 9 und 10 ist also erst ein Zwischenschritt. Jedes Produkt auf dieser Liste existiert in unterschiedlichen Formen (siehe 8-stellige Zolltarifnummern), denen unterschiedliche Kontaminationsrisiken anhaften. Zum einen kann die Form, in welcher ein Produkt importiert wird, variieren. Zum Beispiel kann Hafer als Nahrungs- oder aber als Futtermittel importiert und dabei in unterschiedlicher Verpackung transportiert werden. Zum anderen kann das Qualitätsmanagement eines Produkts sich mit der Zeit verändern, z.B. wenn Kontrollen von Saatgut im Herkunftsland verbessert werden. Die Tabellen 9 und 10

können deshalb als Warnhinweis verstanden werden, weil dort Produkte konservativ d.h. unabhängig vom weiteren Umgang nach der Ernte klassiert sind.

Erst nachdem auch Kriterium 3 (Umgang mit der Kultur nach der Ernte bis zum Import) beurteilt ist, steht die bereinigte Liste der Agrarprodukte mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für eine Kontamination mit verwilderungsfähigen GVP fest. Diese Liste wird im Kapitel 9 und in der Zusammenfassung präsentiert.

7.3 Bekannte Beispiele

Gelegentlich werden Fälle publik, in denen GVP an unerwünschten Orten oder mit eigentlich GVP-freien Produkten vermischt aufgetreten sind. Eine Sammlung solcher Fälle bietet das «GM Contamination Register»³ (Price & Cotter 2014). Diese Fälle geben einen starken Hinweis darauf, welche GVP unkontrolliert in die Umwelt gelangen und sich mit anderen Produkten vermischen. Ein vertiefter Blick auf die dort registrierten Fälle zeigt aber, dass ein Besatz einer Ware mit fremden GVP nur sehr selten nachgewiesen wird. Wir vermuten, dass bisherige Kontrollen in erster Linie im Hinblick auf korrekte Deklaration von GVP-freier Ware gemacht worden ist (z.B. GV-Reis in einem Posten Reis aus China). Die Suche nach Besatz mit GVP anderer Art (z.B. Suche nach GV-Raps in Mais aus Kanada) dürfte weit seltener erfolgt sein. Womöglich waren Kontaminationen auch zu gering, um mit den angewendeten Tests nachweisbar zu sein.

Nachfolgend nennen wir stichwortartig die von uns recherchierten Fälle mit einer Kontamination von Waren mit anderen GVP. Zusätzlich listen wir selektiv einige Beispiele von Kontaminationen eines Produkts mit der GV-Variante desselben Produkts auf, die wir im Zusammenhang mit unserer Studie bedeutsam finden.

Fremdbesatz

GV-Raps gefunden in Frankreich in einer Lieferung Senfsamen (*Brassica juncea*) aus Kanada. Der Anteil GV-Raps betrug nur 0.003% (Demeke et al. 2006).

Nicht-GV Raps und andere Arten der Gattung *Brassica sp.* gefunden in Flachs (*Linum usitatissimum*), Kanariengras (*Phalaris canariensis*) und Hirse (*Panicum sp.*) aus Kanada und den USA. Pro Liter eines Produkts waren zwischen 16 und 692 Fremdsamen vorhanden (van Denderen 2010, zitiert in Tamis und de Jong 2010).

Diverse Samen in Futtermittel-Importen (Anis, Kümmel, Raps, Soja, Sonnenblumen) und Vogelfutter aus verschiedener Herkunft (van Denderen 2010). Insgesamt wurden Samen von mindestens 67 verschiedenen Pflanzenarten gefunden, darunter diverse Grasarten und Leguminosen. Interessant ist insbesondere der Fund von Samenmaterial in Sojabohnenschrot aus Brasilien. Ob die gefundenen Samen keimfähig waren, wurde nur für Vogelfutter geprüft, für die Samen aus Futtermittel aber nicht.

³ <http://www.gmcontaminationregister.org/>

GV-Raps gefunden in der Schweiz im Rahmen des GV-Monitorings des Bundesamts für Umwelt (Schulze et al. 2015). Der GV-Raps ist als Verunreinigung von Hartweizen-Lieferungen aus Kanada enthalten. Der Hartweizen ist auch mit Samen weiterer Pflanzen verunreinigt, u.a. Luzerne (nicht-GV, pers. Mitt. KLBS, C. Bagutti).

Besatz mit verwandter GV-Sorte

GV-Flachs aus Kanada in Flachs-Lieferungen nach Europa. GV-Flachs wurde mehrfach nachgewiesen, z.B. in Deutschland, Frankreich und Luxemburg. Betroffen waren Flachs für die menschliche Ernährung und auch Flachs für Futtermittel (GM Contamination Register).

GV-Raps in Raps, gemäss Zeitungsbericht. Interessant ist, dass der Raps aus Frankreich stammte, wo eigentlich gar kein GV-Raps angebaut wird (publiziert im Oktober 2015: <https://www.gov.uk/government/news/recall-of-unauthorised-gm-seed>).

GVP-Anbau in der Ukraine: Der Gain-Bericht (USDA 2015) enthält auf S. 13 die Aussage, wonach ca. 33% des Maises aus der Ukraine GV-Mais sein soll. «In 2013/14, Ukraine accounted for more than 60 percent of the EU's imports of corn. No production of GE crops has been officially allowed in Ukraine, but there have been reports that around one third of the corn grown in the country is GE.»

Luzerne kontaminiert mit GV-Luzerne, festgestellt in Washington State, USA. Proben von Luzerne-Samen und -Pflanzen wurden positiv auf GV-Luzerne getestet, obwohl der Farmer angab, kein GV-Saatgut verwendet zu haben (Presseartikel vom September 2013⁴). Es ist unterdessen gut untersucht, dass sich GV-Luzerne im Anbaugbiet unkontrolliert ausbreitet (Greene et al. 2015).

GV-Weizen wurde bei Kontrollen in Oregon gefunden. Bemerkenswert dabei ist, dass der Anbau von GV-Weizen eigentlich nicht erlaubt wäre (siehe Pressemitteilung vom August 2013⁵).

7.4 Mögliche Kontaminationen im Anbaugbiet

In diesem Abschnitt erfolgt eine Auslegeordnung der Agrarprodukte aus den 6 heiklen Ländern gemäss Abschnitt 7.1, wobei angegeben ist, welche Waren grundsätzlich - d.h. aufgrund der lokalen Anbaubedingungen und praktizierten Fruchtfolgen - mit welchen GVP kontaminiert sein können.

Australien

- Als einzige der verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 wird in Australien GV-Raps angebaut. Konventioneller Raps macht aber nach wie vor den grössten Teil (86%, Stand 2014) der australischen Rapsproduktion aus. GV-

⁴ http://www.oregonlive.com/business/index.ssf/2013/09/genetically_modified_alfalfa_c.html

⁵ <http://bigstory.ap.org/article/source-gmo-wheat-oregon-remains-mystery>

Raps nimmt nur rund 1 Prozent der Ackerbaufläche Australiens ein. Wegen des geringen Marktanteils von GV-Raps ist das Potential für eine unbeabsichtigte Einschleppung von GV-Rapssamen also generell noch eher gering. Aus diesem Grund ist für kein australisches Produkt die Kontamination in der Tabellen 9 und 10 als «wahrscheinlich» eingestuft. Sollte der GV-Rapsanbau in Australien in Zukunft stark zunehmen, ist diese Einschätzung zu revidieren.

- Bei den Importgütern aus Australien besteht 1. für Weizen und 2. für Klee-, Wicken- und Lupinesamen (zur Aussaat, Lupine auch zu Futterzwecken) in Gebieten mit GV-Rapsanbau ein grundsätzliches Risiko für eine Kontamination mit GV-Rapssamen. Weizen, Wicken und Lupinen werden in Australien gerne in Fruchtfolge mit Raps angebaut.
- Zwar gibt es weitere Importprodukte aus Australien, die im Anbaugebiet in Kontakt mit GV-Raps kommen könnten. Doch werden diese nicht auf Ackerflächen angebaut (z.B. Mandeln) oder falls doch, dann werden sie nur in sehr geringen Mengen von wenigen Tonnen importiert (Hülsenfrüchte, Ölsaaten).

Chile

- In Chile wurden im Jahr 2014 nur acht Prozent der Rapsanbaufläche und weniger als 1 Prozent der Ackerbaufläche mit GV-Raps bestellt. Als einzige Produkte, die im Anbaugebiet trotzdem mit Durchwuchsraps kontaminiert sein könnten, werden 22 Tonnen Hafer (zur Aussaat) sowie wenige Tonnen Mais (zur Aussaat), Ölsamen (zur Ölgewinnung) und Sonnenblumen (für diverse Zwecke) in die Schweiz importiert.
- Es gilt das gleiche wie für Australien: Wegen des geringen Marktanteils von GV-Raps ist das Potential für eine unbeabsichtigte Einschleppung von GV-Rapssamen durch Verunreinigung anderer Agrarprodukte generell noch gering. Im Hinblick auf eine Überwachung von Importprodukten aus Chile bedeutet dies, dass wir in der Tabelle 9 kein Produkt aus Chile als «wahrscheinlich» mit GV-Raps kontaminiert einstufen. Änderungen der Anbaufläche von GV-Raps könnten eine neue Einschätzung der Situation verlangen.
- Das Risiko GV-Raps mit Beeren zu importieren, erscheint uns wegen der räumlich getrennten Anbauflächen als sehr klein.
- Aufgrund der unterschiedlichen Anbauregionen beurteilen wir auch das Risiko, GV-Raps mit Walnüssen, Weintrauben, Avocados, Nektarinen oder Kiwis zu importieren, als sehr gering.

China

- Transgene Pappeln sind die einzige verwilderungsfähige GVP, die in China kommerziell angebaut wird. Publizierten Quellen zufolge werden GV-Pappeln in mindestens sechs chinesischen Provinzen angebaut. Da jedoch vollständige Angaben fehlen, sind weitere Standorte möglich oder sogar wahrscheinlich. Eine weibliche Pappel kann Millionen von winzig kleinen Samen produzieren, die mit dem Wind verfrachtet werden. Ein diffuser Eintrag von GV-Pappel-Samen in umliegende landwirtschaftliche Kulturen ist daher wahrscheinlich.
- Mangels genauerer Informationen muss davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich sämtliche landwirtschaftliche Kulturen, die in den sechs Provin-

zen angebaut werden, mit GV-Pappelsamen kontaminiert sein könnten. Es ist schwierig, einzelne Produkte als besonders heikel bezüglich Verschleppung von Pappelsamen zu bezeichnen.

- Hervorzuheben sind grundsätzlich Importwaren, die hauptsächlich in Provinzen mit GV-Pappelkulturen produziert werden. Dazu gehören Erdnüsse, Soja, Bohnen und Erbsen.
- Ebenfalls besonders zu beachten sind Produkte, die wenig gereinigt, unverarbeitet oder in grossen Mengen von China in die Schweiz importiert oder gezielt in der Umwelt ausgebracht werden. Dies betrifft vor allem a) 794 t Sojabohnen zur Ölgewinnung und zu Futterzwecken, b) jährlich rund 10'000 t Rückstände aus der Sojaölgewinnung, c) 220 t Hülsenfrüchte, d) 100 t Zierpflanzenmaterial, e) 10 t Stroh und Heu und f) über 60 t Wiesenpflanzen-Saatgut.

Kanada

- Von den verwilderungsfähigen GVP wurde in Kanada bisher vor allem GV-Raps kultiviert. Seit 2016 wird aber auch GV-Luzerne wieder kommerziell angebaut. In der Vergangenheit wurde auch eine herbizid-tolerante Leinsorte angepflanzt (CDC Triffid, FP967), was aber 2001 aufgegeben wurde (gemäss ISAAA.org).
- Aufgrund der geografischen Verteilung der Anbaugelände der GVP einerseits und der für die Schweiz relevanten Kulturen andererseits lassen sich a priori keine Agrarprodukte aus Kanada von der Analyse der Warenströme ausschliessen. Die Überschneidungen der Anbaugelände sind zu gross.
- Im Gegensatz zu allen übrigen Herkunftsländern mit GV-Anbau sind in Kanada die Anbaufläche GV-Raps insgesamt und der Anteil GV-Raps am Rapsanbau beträchtlich (18% bzw. 96%). Dies begründet eine im Vergleich mit Australien und Chile erhöhte Wachsamkeit bezüglich Verunreinigungen mit GV-Raps bei Agrarprodukten aus Kanada.
- Ein grosses Risiko für GV-Rapsverunreinigungen aufgrund der üblichen Fruchtfolge beim Anbau besteht grundsätzlich für Weizen-, Roggen-, Hafer-, Hirse-, und Kanariensaatimporte. Auch für Soja und Lein sind nach der Ernte Verunreinigungen mit GV-Raps zu erwarten. Das bedeutet, dass auch Ölkuchen aus Kanada (da hauptsächlich aus Lein und Soja bestehend) als potenzielle Importquelle für GV-Raps in Betracht gezogen werden müssen. Ob diese Ölkuchen keimfähiges Samenmaterial enthalten können, müsste geprüft werden.
- Aufgrund der zunehmend üblichen Rotation von Raps und Wiesengräsern müssen auch Wiesenpflanzen-Saatgut und Heu-Importe als potenziell mit GV-Raps kontaminiert betrachtet werden.
- Wegen der gängigen Anbaupraxis dagegen weniger wahrscheinlich, aber durchaus möglich, ist eine Kontamination von Sonnenblumenkernen, Senf und diversen Leguminosen mit GV-Raps.
- Getreide, Heu und Ölsaaten könnten grundsätzlich auch mit GV-Luzerne oder GV-Lein kontaminiert sein, falls diese in Zukunft in Kanada vermehrt angebaut würden.

Ukraine

- Von den verwilderungsfähigen GVP wird in der Ukraine nur Raps - und zwar nur Sommerraps der Sort «Raudis» kultiviert. Der Anteil des Sommerrapses am gesamten Rapsanbau liegt allerdings unter einem Prozent. Selbst wenn der gesamte Sommerraps GVP wäre, darf man im Moment von einer geringen Verbreitung von GV-Raps in der Ukraine ausgehen. Aus diesem Grund beurteilen wir in den Tabellen 9 und 10 kein Produkt aus der Ukraine als «wahrscheinlich» GV-verunreinigt.
- Mangels genauerer Informationen lässt sich aber für viele Ackerfrüchte aus der Ukraine grundsätzlich nicht ausschliessen, dass sie in seltenen Fällen mit GV-Raps kontaminiert sein könnten. Diesbezüglich stehen Weizen, Hafer, Hirse und Soja im Vordergrund - rein aufgrund der importierten Mengen. Nicht zu vergessen sind auch die grossen Mengen an Stroh, die aus der Ukraine in die Schweiz gelangen. Für einige dieser Produkte könnte eine stichprobenartige Kontrolle auf GV-Raps grössere Gewissheit verschaffen (betrifft v.a. Futtermittel, Stroh).

USA

- Als verwilderungsfähige GVP gemäss Kapitel 6 werden in den USA GV-Raps und GV-Luzerne angebaut. Auch mit GV-Straussgras, das sich in Oregon unkontrolliert ausbreitet, ist zu rechnen.
- Sowohl Raps- als auch Luzerneanbauggebiete überlappen ganz oder teilweise mit den Anbaugebieten der Importgüter Weizen (3'626 t), Mais (371 t), Hirse (266 t), Linsen (44 t), Bohnen (24 t), Kichererbsen (16 t) und Lein (8 t).
- GV-Raps: Aufgrund der Anbaupraktiken scheint das grösste Risiko für GV-Rapsverunreinigungen bei Weizen, Mais und Hirse zu bestehen. Bei Leinsamen gab es in der Vergangenheit bereits Fälle GV-Raps kontaminierter Posten, weshalb wir Lein ebenfalls zu den heiklen Produkten zählen.
- Ob GV-Rapsverunreinigungen in Linsen, Bohnen oder Kichererbsen auftreten können, lässt sich aufgrund der recherchierten Daten schwer beurteilen. Wir gehen deshalb für die Einstufung dieser Waren in der Tabelle 9 von ähnlichen Verhältnissen aus wie für eine kanadische Herkunft.
- GV-Luzerne: Aufgrund der Anbaupraktiken scheint das grösste Risiko für GV-Luzerneverunreinigungen für Weizen, Mais und Hirse zu bestehen. GV-Luzerneverunreinigungen in Linsen, Bohnen oder Kichererbsen scheinen aufgrund der praktizierten Fruchtfolgen weniger wahrscheinlich.
- Bei der Beurteilung des Kontaminationsrisikos besonders zu beachten sind die Importe von Gras- und Leguminosen-Saatgut aus den USA (über 300 t). Bei Saatgut für Klee, Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) und Raygras (*Lolium sp.*) sind in der Swiss-Impex Datenbank Herkünfte aus Oregon verzeichnet. In diesem Bundesstaat breitet sich derzeit das GV-Straussgras unkontrolliert aus.

7.5 Kontamination im Anbaugebiet: Übersicht

Um die potenziell GV-kontaminierten Produkte einzugrenzen, werden nun die Angaben aus dem Abschnitt 7.4 kombiniert und in tabellarischer Form dargestellt. Die Produkte werden in vier Klassen unterteilt und farblich hervorgehoben. Die Klassen geben an, wie wir eine Durchmischung eines Produkts mit GVP im Anbaugebiet generell einschätzen:

wahrscheinlich
möglich
unwahrscheinlich
unklar

Die Resultate der Beurteilung sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt. Es wurden zwei Kriterien angewendet:

- Nachgewiesene Verunreinigung gemäss Kapitel 7.3 (1 = nachgewiesen; - = kein Nachweis): Beurteilung je Warengruppe und GV-Kultur; eine Verunreinigung muss nicht aus dem entsprechenden Land stammen.
- Anbau auf derselben Fläche gemäss den Recherchen zu den einzelnen Herkunftsländern im Anhang 2 (2 = in Fruchtfolge, - = nicht in Fruchtfolge),

Diese beiden Kriterien werden in den Tabellen folgendermassen dargestellt:

Code für nachgewiesene Verunreinigung / Code für Fruchtfolge

Für die Beurteilung des Risikos einer GV-Kontamination wurde auch der prozentuale Anteil der GV-Kultur an der gesamthaft kultivierten Ackerfläche beigezogen: 0.3% Ackerfläche mit GV-Raps in Chile ist weniger heikel als 18.3% Ackerfläche mit GV-Raps in Kanada. Für eine übersichtlichere Darstellung haben wir zudem die potenziell mit GV-Raps und die potenziell mit anderen GV-Kulturen verunreinigten Waren in zwei Tabellen aufgeführt. Kanada und die USA sind, da sie verschiedene GV-Kulturen anbauen in beiden Tabellen aufgeführt.

Für die Zuteilung zu den obigen Klassen in den Tabellen 9 und 10 ist dagegen die in die Schweiz importierte Menge hier unerheblich. Die Importmenge spielt als Ausschlusskriterium allenfalls eine Rolle, wenn es um die Prioritäten für ein Monitoring geht (Kapitel 9).

Bemerkung zu den Importmengen

Für die Angabe der Importmengen in die Schweiz verwendeten wir verschiedene Auszüge aus der Swiss-Impex Datenbank. Abgefragt wurden jeweils die Jahre 2012 bis 14, wobei für die Importmenge eines Produkts der Mittelwert aus diesen drei Jahren berechnet wurde (ausser wo anders vermerkt). Dabei wurden nur Jahre mit effektivem Import verwendet, d.h. Jahre mit null Tonnen Import wurden ausgeschlossen. Je nach Spezifikation des Datenauszugs stellten wir kleinere Abweichungen der exportierten Datenmenge für ein und dasselbe Produkt fest. Die genauen Ursachen liessen sich nicht klären. Diese Inkonsistenzen beeinflussen aber weder die Grössenordnung der Importzahlen noch verändern sie unsere Aussagen qualitativ. Ohnehin ist zu beachten, dass je nach Ware die Importmengen und Herkünfte kurzfristig stark schwanken können. Die Zahlen zeigen eine Momentaufnahme.

		Australien		Chile		Kanada		Ukraine		USA	
% GV-Raps am Ackerland		0.7%		0.3%		18.3%		<1.0%		0.4%	
% GV-Raps am Raps		9.7%		10.7%		96.4%		<3.0%		93.0%	
Waren	Tarif-Nr	Raps		Raps		Raps		Raps		Raps	
		t	Kont	t	Kont	t	Kont	t	Kont	t	Kont
Lebende Pflanzen	0602			15	kA					2	kA
Blattwerk, Gräser, Moose, Flechten	0604	14	-/-	1	-/-					40	-/-
Tomaten	0702			7	-/-						
Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	0703	23	-/-	28	-/-	4	-/-			1	-/-
Gemüse, anderes	0709	2	-/-	4	-/-	2	-/-	18	-/-	839	-/-
Schalenfrüchte	0802	250	-/-	662	-/-	24	-/-	16	-/-	1581	-/-
Bananen	0803			19	-/-					1	-/-
Datteln, Feigen, Ananas, Avocado, Mangoc	0804	19	-/-	2268	-/-	2	-/-			385	-/-
Zitrusfrüchte	0805			76	-/-			1	-/-	2497	-/-
Weintrauben	0806	2	-/-	1023	-/-					441	-/-
Melonen	0807			3	-/-					5	-/-
Aepfel, Birnen	0808			653	-/-					2	-/-
Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche	0809	10	-/-	248	-/-	6	-/-			29	-/-
Beeren	0810	18	-/-	421	-/-	5	-/-	3	-/-	161	-/-
Sonnenblumenkerne	1206			3	-/2	18	-/2	8	-/2	1	-/2
Zwiebeln, Knollen, Zichorien	0601	2	-/-							2	-/-
Blumen und Blüten	0603	2	kA							6	kA
Kartoffeln	0701									4	kA
Salate	0705									5	kA
Hülsenfrüchte, trocken	0713	6	-/2	2	-/2	1507	-/2			449	-/2
Maniok und ähnliche Wurzeln	0714									581	kA
Kokosnüsse	0801			4	-/-					30	-/-
Weizen	1001	2	1/2			72554	1/2	2051	1/2	3626	1/2
Roggen	1002					21	1/2	82	1/2		
Gerste	1003							87	1/2		
Hafer	1004			22	1/2	246	1/2	330	1/2		
Mais	1005			14	-/2	1	-/2			371	-/2
Reis	1006					1	-/-			770	-/-
Körnersorghum	1007							3	-/2		
Buchweizen, Hirse, anderes Getreide	1008	1	1/2			114	1/2	862	1/2	391	1/2
Soja	1201					853	1/2	135	1/2		
Erdnüsse	1202									53	-/-
Leinsamen	1204					68	1/2	20	1/2	8	1/2
Oelsamen, ölhaltige Früchte	1207	1	1/2	12	1/2	165	1/-	24	1/2	3	1/2
Mehl von Oelsamen	1208									6	-/2
Samen zur Aussaat	1209	85	-/2	4	-/2	119	-/2	2	-/2	336	-/2
Hopfen	1210									6	kA
Pflanzenteile für Riechmittel oder Medizin	1211			16	-/2	2	-/-	5	-/2	55	-/2
Stroh und Spreu von Getreide	1213							505	-/2		
Rüben, Heu, Luzerne, ähnliches Futter	1214					52	-/2				
Kleie	2302									7	-/2
Rückstände von Sojaölgewinnung	2304					274	-/2			1	-/2
Rückstände von Ölgewinnung	2306							2	-/2		
Trester und andere pflanzliche Abfälle	2308									114	-/2
Tierfutter (Vogelfutter)*	2309					1	1/2			53	1/2

Tab. 9: Liste der Agrarprodukte, die aufgrund der Anbaubedingungen im Herkunftsland mit **GV-Raps** verunreinigt sein könnten. Es sind nur Herkunftsländer berücksichtigt, in denen GV-Raps angebaut wird. Angaben in Tonnen, als Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2014 (nur Jahre mit Import verwendet). Tarif-Nummer: Kodierung der Ware gemäss Swiss-Impex Datenbank, Raps Kont: Beurteilung des Kontaminationsrisikos anhand von zwei Kriterien: 1. Bereits nachgewiesene Verunreinigung (1 = trifft zu, - = trifft nicht zu); 2. Fruchtfolge mit GV-Raps im Anbaubereich (2 = trifft zu, - = trifft nicht zu oder sehr unwahrscheinlich). Farben je nach Kontaminationsrisiko (siehe Text). * nur 2309.9090. Datenquelle: Swiss-Impex, Eidgenössische Zollverwaltung EZV.

Kontamination unwahrscheinlich
Kontamination möglich
Kontamination wahrscheinlich
Einteilung unklar

Waren	Tarif-Nr	China		Kanada			USA		
		t	Pappel Kont	t	Lein Kont	Luzerne Kont	t	Luzerne Kont	Agrostis Kont
Lebende Pflanzen	0602	3	-/2				2	kA	
Blattwerk, Gräser, Moose, Flechten	0604	117	-/2				40	-/	
Tomaten	0702								kA
Speisezwiebeln, Knoblauch, Lauch	0703	137	-/	4	-/	kA	1	kA	-/2
Gemüse, anderes	0709	20	-/2	2	-/	-/	839	-/	-/2
Schalenfrüchte	0802	30	-/2	24	-/	-/	1581	-/	-/
Bananen	0803	2	-/				1	-/	-/
Datteln, Feigen, Ananas, Avocado, Mango	0804	7	-/	2	-/	-/	385	-/	-/
Zitrusfrüchte	0805	313	-/				2497	-/	-/
Weintrauben	0806	5	-/				441	-/	-/
Melonen	0807	2	-/				5	kA	-/
Aepfel, Birnen	0808	80	-/				2	kA	-/
Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche	0809	1	-/2	6	-/	-/	29	-/	-/
Beeren	0810	3	-/2	5	-/	-/	161	-/	-/
Sonnenblumenkerne	1206	90	-/2	18	-/2	-/2	1	-/2	-/
Zwiebeln, Knollen, Zichorien	0601	12	-/2				2	kA	-/
Blumen und Blüten	0603	2	-/2				6	kA	kA
Kartoffeln	0701						4	kA	-/2
Blumenkohl, andere Kohlartern	0704	14	-/2						
Salate	0705						5	kA	-/
Karotten und Wurzelgemüse	0706	9	-/2						
Hülsenfrüchte, trocken	0713	220	-/2	1507	-/2	-/	449	-/	-/
Maniok und ähnliche Wurzeln	0714	24	-/2				581	kA	-/
Kokosnüsse	0801	29	-/				30	-/	-/
Weizen	1001			72554	1/2	-/2	3626	1/2	-/2
Roggen	1002			21	1/2	-/2			
Hafer	1004			246	1/2	-/2			
Mais	1005			1	-/2	-/2	371	-/2	-/
Reis	1006	12	-/2	1	-/	-/	770	-/	-/
Buchweizen, Hirse, anderes Getreide	1008	214	-/2	114	-/2	-/2	391	-/2	-/
Soja	1201	1385	-/2	853	-/2	-/2			
Erdnüsse	1202	28	-/2				53	-/	-/
Leinsamen	1204	285	-/2	68	1/2	-/2	8	-/2	-/
Oelsamen, ölhaltige Früchte (z.B. Sesam)	1207	195	-/2	165	-/	-/2	3	-/2	kA
Mehl von Oelsamen	1208						6	-/2	kA
Samen zur Aussaat	1209	72	-/2	119	-/2	-/2	336	-/2	1/2
Hopfen	1210						6	kA	kA
Pflanzenteile für Riechmittel oder Medizin	1211	24	-/2	2	-/	kA	55	kA	kA
Stroh und Spreu von Getreide	1213	7	-/2						
Rüben, Heu, Luzerne, ähnliches Futter	1214	8	-/?	52	-/2	-/2			
Kleie	2302						7	-/2	-/2
Rückstände von Sojaölgewinnung	2304	9849	-/2	274	-/2	-/2	1	-/2	-/
Rückstände von Ölgewinnung	2306	29	-/2						
Trester und andere pflanzliche Abfälle	2308	12	-/2				114	kA	kA
Tierfutter (Vogelfutter)*	2309	23	-/2	1	1/2	-/2	53	-/2	kA

Tab. 10: Liste der Agrarprodukte, die aufgrund der Anbaubedingungen im Herkunftsland mit **GV-Pappeln**, **GV-Lein**, **GV-Luzerne** oder **GV-Straussgras** (*Agrostis stolonifera*) verunreinigt sein könnten. Es sind nur Herkunftsländer berücksichtigt, in denen diese GVP angebaut werden. Angaben in Tonnen, als Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2014 (nur Jahre mit Import verwendet). Tarif-Nummer: Kodierung der Ware gemäss Swiss-Impex Datenbank, Raps Kont: Beurteilung des Kontaminationsrisikos anhand von zwei Kriterien: 1. Bereits nachgewiesene Verunreinigung (1 = trifft zu, - = trifft nicht zu); 2. Fruchtfolge mit GV-Raps im Anbaubereich (2 = trifft zu, - = trifft nicht zu oder sehr unwahrscheinlich). Farben je nach Kontaminationsrisiko (siehe Text). * nur 2309.9090. Datenquelle: Swiss-Impex, Eidgenössische Zollverwaltung EZV.

Kontamination unwahrscheinlich
Kontamination möglich
Kontamination wahrscheinlich
Einteilung unklar

8 Einfluss von Verarbeitung und Transport

Nicht jedes pflanzliche Agrarprodukt, das beim Anbau in Kontakt mit GVP kommt, wird mit dieser GVP vermischt exportiert. Ob dies tatsächlich passiert, ist von der weiteren Verarbeitung des Produkts abhängig (Kriterium 3). Im Anhang präsentieren wir die bei Fachleuten der Branche gesammelten Informationen zum Umgang der Produkte vom Erzeuger bis zum Import in die Schweiz. Diese Informationen verwenden wir hier, um die Vorauswahl gemäss Tabellen 9 und 10 (Kapitel 7) weiter einzuschränken. Letztlich entsteht durch diesen Beurteilungsschritt die Auswahl der Agrarimportprodukte, für die unserer Einschätzung zufolge ein erhöhtes Risiko einer Verunreinigung durch GVP besteht. Die Auswahl ist im Kapitel 9 einsehbar.

Es war allerdings nicht möglich, bei der Beurteilung von Kriterium 3 den Umgang mit jedem importierten Produkt bei Produzenten und Importeuren im Detail abzuklären. Unsere Einschätzung des Kriteriums 3 stützt sich zum Teil generalisierend auf Angaben, die wir in einzelnen Fällen von angefragten Importeuren und Branchenkennern erhalten haben. Wir wenden diese Angaben auf weitere, ähnliche Produkte an, wo es uns zulässig erscheint.

Australien

- So lange GV-Raps in Australien noch wenig verbreitet ist, ist die Wahrscheinlichkeit einer bedeutenden Verunreinigung anderer Waren gering. Als etwas erhöht schätzen wir die Kontaminationswahrscheinlichkeit höchstens für Produkte ein, die unverarbeitet und weitgehend ungereinigt geliefert werden. Dies könnte für «Samen von Wicken und Lupinen, zu Futterzwecken» zutreffen. Davon wurden im Jahr 2013 rund 24 Tonnen importiert.
- Für Saatgut von Klee, Wicken und Lupinen dagegen erachten wir die Kontaminationswahrscheinlichkeit mit GV-Raps auch aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen bezüglich Saatgut-Reinheit (Reinigung im Herkunftsland) als relativ gering.
- Weizen wird momentan nur in sehr geringer Menge (2 t) und für technische Zwecke in die Schweiz importiert. Steigen die Importmengen nicht deutlich an, spielt Weizen aus Australien für das Verschleppungsrisiko von GV-Raps in die Schweiz letztlich keine Rolle.

Chile

- Hafer und Mais werden als Saatgut eingeführt. Saatgut wird gezielt und unter optimalen Wuchsbedingungen in der Landschaft verteilt. Die Ware kommt aber gereinigt und dicht abgepackt in der Schweiz an. Auskünften des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW zufolge finden stichprobenweise Kontrollen des Saatguts auf GVP-Verunreinigungen statt. Der GV-Rapsanbau nimmt in Chile zudem wenig Fläche ein. Das Risiko unabsichtlicher Verunreinigungen mit GV-Raps halten wir deshalb für gering.
- Ölsamen aus Chile (genaue Art nicht deklariert) werden zur Ölgewinnung in die Schweiz geliefert. Die Importmenge betrug in den letzten Jahren nur 12

Tonnen. Ein offener Transport als Schüttgut, wo leicht Transportverluste erfolgen könnten, erachten wir bei Kleinmengen (weniger als ein Eisenbahnwagen) als sehr unwahrscheinlich. Dasselbe gilt für Lieferungen von Sonnenblumen (diverse Zwecke). Für das GV-Monitoring sind diese Waren unbedeutend.

China

- Unverarbeitete Sojabohnen aus China zu Futterzwecken kommen per Schiff in geschlossenen Containern in die Schweiz. Zwischen Produzent und dem Entladen in der Schweiz werden diese Behältnisse nicht geöffnet oder umgeladen. Reinigung und Verarbeitung findet in der verarbeitenden Mühle statt. Sojaprodukte einiger Importeure kommen auch vorverarbeitet (geschrotet oder als Presskuchen) an. Dennoch ist gut denkbar, dass es die winzigen Pappelsamen mit enthalten könnte. Sie könnten beim Entladen in die Luft frei gesetzt, beim Schüttvorgang weggeblasen und per Wind weiter verfrachtet werden.
- Für Rückstände aus der Sojaölgewinnung (Tarif-Nr. 2304.0010) rechnen wir aber damit, dass Pappelsamen die Pressung mehrheitlich nicht überstehen. Diese Vermutung gilt auch für anderes Samenmaterial in Rückständen aus der Ölproduktion (z.B. Raps in Lein- oder Soja-Presskuchen aus Kanada). Diese Annahme beruht auf der Einschätzung von Branchenkennern, sollte aber unseres Erachtens noch überprüft und bestätigt werden.
- Bei den 220 t Hülsenfrüchten, die China jährlich in die Schweiz liefert, handelt es sich um getrocknete Bohnen und Linsen für Speisezwecke. Sie gelangen gereinigt und verpackt bis zur verarbeitenden Firma in der Schweiz. Ein Besatz mit GV-Pappeln, vor allem aber eine Freisetzung in die Umwelt ist wenig wahrscheinlich.
- Besonders heikel bezüglich Verunreinigung mit GV-Pappelsamen könnte zu Futterzwecken importiertes Heu sein, weil Wiesen vollständig abgeerntet und das Schnittgut nicht gereinigt wird. Es sollte noch abgeklärt werden, wo das aus China importierte Heu (8 t) angebaut wird und ob es mit Pappelsamen verunreinigt ist (Tarif-Nr. 1214.9011). Die Importmengen betragen 2 bis 5 Tonnen Heu pro Jahr. Es dürfte sich um Lieferungen für Zoofachgeschäfte handeln. Ähnliches gilt für chinesisches Stroh (Tarif-Nr. 1213.0099).
- Aus China werden diverse Grasarten als Saatgut für Wiesen und Rasen eingeführt. Obwohl an Saatgut hohe Qualitätsanforderungen gestellt werden, ist eine 100 prozentige Reinheit kaum erreichbar. Gezielte Kontrollen auf Verunreinigungen mit Pappel-Samen bestehen derzeit sicher keine. Da Saatgut per Definition in die Umwelt gelangt, beurteilen wir das Risiko, dass GV-Pappeln mit Saatgut eingeschleppt werden, als erhöht.
- Im Zusammenhang mit verschleppten Pappelsamen hervorheben möchten wir zudem Zierpflanzenmaterial, von dem jährlich rund 100 t aus China eingeführt werden. Die meiste Ware ist gefärbt, gebleicht, imprägniert oder anderweitig bearbeitet. Frisches Pflanzenmaterial ist mit nur wenigen Tonnen vertreten. Woher dieses Material genau kommt und ob es Pappelsamen enthalten könnte, ist unklar.
- Zu beachten ist zudem: GV-Pappelsamen können nicht nur mit Agrarprodukten, sondern auch generell mit Containern oder an Paletten oder Verpackungen haftend aus China in die Schweiz importiert werden.

Kanada

- Von den kanadischen Agrarimportprodukten stehen grundsätzlich vor allem Getreide, Wiesenpflanzen-Saatgut und Heu-Importe im Fokus (siehe Kapitel 7).
- Hartweizen für die menschliche Ernährung macht 84 Prozent der rund 78'000 Tonnen der Weizenimporte aus Kanada aus. Hartweizen kommt vornehmlich per Schiff in der Schweiz an. Die Ware wird offen als Schüttgut angeliefert und mit einer Baggerschaufel offen umgeladen. Eine Verunreinigung von Hartweizen mit GV-Raps ist nachgewiesen und publiziert (Schulze et al. 2015). Verunreinigungen mit weiteren Pflanzensamen (Luzerne, Mais) sind ebenfalls gesichert (pers. Mitt. J. Schulze). Zu den anderen Weizenprodukten - z.B. den 12'000 Tonnen übrigen Weizen (ausgenommen Hartweizen) für Ernährungszwecke - verfügen wir über keine Informationen zum Transport und Warenumschlag in der Schweiz. Weizen aus Kanada ist und bleibt für das GV-Monitoring ein zentrales Importprodukt. Nebst GV-Raps sollte auch eine Kontamination mit GV-Luzerne oder GV-Lein überprüft werden.
- Abgesehen von Weizen sind die Importmengen aller anderen Getreidearten aus Kanada viel kleiner. Roggen und Hafer aus Kanada wird vollständig für die menschliche Ernährung verwendet. Aufgrund der uns vorliegenden Informationen handelt es sich um gereinigte, gut verpackte und verschlossen angelieferte und unverändert weiter transportierte Ware (kein offenes Schüttgut). Bezüglich des Risikos einer Freisetzung von mitgeführten GVP beurteilen wir dieses übrige Getreide deshalb als nicht prioritär.
- Leinsamen aus Kanada gehören allein aufgrund erwiesener Verunreinigungen mit (nicht-GV) Raps und GV-Lein zu den potenziell GVP-kontaminierten Produkten. Leinsamen werden in die Schweiz eingeführt, um Futtermittel oder Öl herzustellen. Die Einfuhrmengen sind derzeit aber relativ gering. Ob der Umgang mit den Leinsamen in der Schweiz eine Freisetzung wahrscheinlich macht, lässt sich anhand der vorliegenden Informationen schlecht beurteilen.
- Kanadische Sojabohnen werden für Nahrungsmittel (422 t), für Futterzwecke (125 t) und zur Ölgewinnung (211 t) in jährlichen Mengen von über 100 Tonnen in die Schweiz eingeführt. Dabei kommt die Futter-Soja vor allem per Schiff, die übrige Soja fast ausschliesslich mit der Bahn. Soja wird in Form von ganzen Bohnen oder auch vorverarbeitet eingeführt. Unseren Informanten zufolge wird die meiste Ware - auch Soja als Futtermittel - in Containern transportiert und erst am Produktionsort ausgeladen. Vorverarbeitete Soja-Produkte einiger Lieferanten werden aber auch offen in Schiffsbäuchen gebracht und müssen in andere Behältnisse verladen werden. Auch bei vorverarbeiteter Soja lässt sich nicht ausschliessen, dass es unter anderem die winzigen Rapssamen mit enthalten könnte (siehe van Denderen et al. 2010). Da Luzerne-Samen von ähnlicher Grösse wie Rapssamen sind, gilt diese Einschätzung ebenfalls für Luzernesamen in Sojaschrot.
- Bei Ölkuchen (v.a. aus Soja und Lein) besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass Samenanteile die Pressung unbeschadet überstehen und somit keimungsfähig bleiben. Informationen darüber, ob ein bedeutendes Risiko zur Ausbreitung von Ruderalraps aus in Presskuchen mitgeführten keimfähigen Rapskörnern besteht, liegen bisher nicht vor (BfN 2016). Dies wäre zu untersuchen. Für die Beurteilung der Kontaminationswahrscheinlichkeit in der Tabelle 9 gehen wir davon aus, dass der grösste Teil allfällig enthaltener Raps- und anderer Samen beim Pressen abstirbt.

- Kanadische Hülsenfrüchte (v.a. Linsen, Gartenbohnen) werden als Nahrungsmittel in die Schweiz geliefert. Die Ware wird speisetauglich gereinigt, in Säcke und Container verpackt, die bis zur Verarbeitung in der Schweiz nicht mehr geöffnet werden. Bei der erneuten Reinigung in der Schweiz fallen keine festen Rückstände mehr an (z.B. Pflanzensamen).
- Insgesamt wurden jährlich über 100 t Samen von Klee, Schwingel oder Wiesenlieschgras in die Schweiz importiert. In aller Regel wird Saatgut in gereinigtem Zustand und in verschlossenen Gebinden transportiert und geliefert. Zudem ist eine Verunreinigung von zertifiziertem Saatgut aufgrund von Produktionsmängeln sehr unwahrscheinlich. Dies trifft sicher auf GV-Raps zu. Bei GV-Luzerne ist die Problematik neu. Der Anbau hat erst begonnen und die gängige Praxis bei Kontrollen ist noch im Aufbau. Saatgut wird bestimmungsgemäss gezielt in der Umwelt verbreitet. Enthaltene Samen von GV-Pflanzen (z.B. Luzerne) hätten im Landwirtschaftsgebiet optimale Bedingungen zum aufwachsen. Deshalb rechnen wir kanadisches Wiesenpflanzen-saatgut - vorsichtig beurteilt - trotzdem zu den mit erhöhter Wahrscheinlichkeit GV-verunreinigten Produkten im Kapitel 9.
- Aus Kanada gelangten im Jahr 2012 über 50 t rohes Heu für den Tierbedarf per Bahn in die Schweiz. Heu enthält als getrocknetes Wiesenschnittgut sicherlich Samenmaterial aller im Bestand enthaltenen Pflanzen. Ein Reinigungsprozess nach der Ernte ist kaum möglich. Als Verunreinigung kommen primär GV-Raps, zukünftig womöglich auch GV-Lein und -Luzerne in Frage. Heu zählen wir deshalb zu den potenziell GV-kontaminierten Waren mit hoher Überwachungspriorität.
- Importe von Ölsamen aus Kanada betreffen fast ausschliesslich Senfsamen. Senf steht üblicherweise nicht in Fruchtfolge mit Raps. Allerdings wurden im Jahr 2003 in von Frankreich importierten Senfsamen geringe Spuren von GV-Raps nachgewiesen. Der Anteil lag aber unter 0.003%, und die kanadische Senfindustrie hat seither verschiedene Massnahmen zur Minimierung der Verunreinigung von Senfsamen getroffen (Demeke et al. 2006). Verunreinigungen von Senf mit GV-Raps erachten wir demnach zwar als möglich, aber weniger wahrscheinlich als z.B. bei Weizen.
- Importe von Mais aus Kanada gab es in den letzten Jahren praktisch keine. Kanadischer Sesam wird ebenfalls im Moment nicht in die Schweiz geliefert.

Ukraine

- Die meisten Agrarprodukte aus der Ukraine werden für die Ernährung verwendet (grösster Teil des Weizens, Roggen, Gerste, Hafer, Hirse, Senf). In diesen Fällen beurteilen wir das Risiko für eine Einfuhr und Verschleppung von GV-Raps als sehr gering. Diese Produkte werden noch in der Ukraine gereinigt und definitiv verpackt, d.h. sie werden vor ihrer Verarbeitung in der Schweiz nicht mehr aus dem Transportbehälter entnommen.
- Als Futtermittel eingeführt werden aber ebenfalls Weizen (z.B. 2014: 176 t), wenige Tonnen Hirse, Buchweizen und über 200 Tonnen Sojabohnen (inbegriffen Soja zur Ölgewinnung). Die Produkte kommen per Lastwagen in die Schweiz. Wir gehen deshalb davon aus, dass keine offenen Behältnisse und kein offener Warenumschlag bis zum Ort der Produktion stattfinden.
- So lange GV-Rapsanbau in der Ukraine nicht in deutlich grösserem Umfang erfolgt, ist das Risiko für unabsichtlichen Import von GV-Raps aus der Ukrai-

ne in jedem Fall klein. Weitergehende Abklärungen zu den Produkten aus der Ukraine haben bis zu diesem Zeitpunkt keine Priorität.

USA

- Aufgrund der Anbaubedingungen in den USA stehen prinzipiell Weizen, Mais, Hirse, Lein sowie Saatgut für Wiesengräser und -Leguminosen im Fokus eines GV-Monitorings (siehe Kap. 7).
- Bei den Weizenimporten aus den USA handelt es sich um Getreide für die menschliche Ernährung (sowohl Hartweizen als auch anderer Weizen und Mengkorn). Der Weizen kommt per Schiff in die Schweiz. Wir gehen aufgrund des Transportmittels und der grossen Mengen von einem ähnlichen Umgang beim Umladen und Weitertransport aus, wie es beim Hartweizen aus Kanada der Fall ist. Insofern dürfte eine ähnliche Problematik bezüglich Verschleppung von beigemischten Pflanzensamen zutreffen. Nebst GV-Raps kommt auch GV-Luzerne als Kontamination in Frage.
- USA-Hirse für Ernährungszwecke (262 t) wird ebenfalls per Schiff in fest verschlossenen Containern importiert. Die Ware wird in den USA gereinigt und die Container bis zur Verarbeitung nicht mehr geöffnet. Ein Austritt von keimfähigen Samen in die Umwelt ist kaum möglich.
- USA-Mais für die Schweiz dient ausschliesslich der Ernährung und wird per Schiff, Bahn oder auf der Strasse angeliefert. Hier gehen wir aufgrund der uns vorliegenden Informationen (Verwendung für Popcorn, Snacks) von hohen Hygienestandards aus, d.h. dass kein offener Transport der Ware und kein Umschlag innerhalb der Schweiz stattfindet, was das Risiko von Transportverlusten sehr gering hält. Dieser Sachverhalt bleibt aber noch zu bestätigen (insbesondere für den Transport per Schiff).
- Unter der Tarifnummer 2309.9090 wurden in den letzten Jahren insgesamt über 50 Tonnen Tierfutter aus den USA eingeführt. Zu dieser Tarifnummer gehört auch Vogelfutter. Wie gross die Menge an Vogelfutter effektiv ist, lässt sich aus den Swiss-Impex Daten nicht ableiten. Vogelfutter ist als Quelle von in der Umwelt festgestellten GV-Rapspflanzen bekannt und wird deshalb weiterhin als heikles Importgut betrachtet.
- Aus den USA werden auch jährlich um die 300 Tonnen an Saatgut für Wiesenspflanzen in die Schweiz gebracht. Es handelt sich um Samen von Klee, Schwingel und diversen anderen Grasarten. Für Importe von Wiesengras- und Leguminosensaatgut aus den USA gilt das gleiche wie für Kanadisches Saatgut. Heikel sind nicht primär Verunreinigungen mit GV-Raps (hier besteht ein eingespieltes Qualitätsmanagement), sondern auch mit GV-Luzerne und GV-Straussgras.
- Bei zwei Tarif-Nummern ist unklar, ob sich darunter auch Produkte befinden, die Samen enthalten könnten: 1. Trester und pflanzliche Abfälle (>100 t); 2. Pflanzenteile für Riechmittel oder zu medizinischen Zwecken (55 t).

9 Potenziell GV-kontaminierte Produkte

In diesem Kapitel präsentieren wir nur noch diejenigen Waren, für die wir den Besatz mit verwilderungsfähigen GVP sowie eine Freisetzung in die Umwelt am wahrscheinlichsten erachten. Die Auswahl der Produkte folgt aus den Erwägungen in den Kapiteln 7 und 8.

Für jedes der Produkte nennen wir die Einfuhrmengen und die zur Einfuhr verwendeten Transportmittel. Zudem fassen wir kurz zusammen, weshalb wir ein Produkt in Bezug auf eine Freisetzung von GVP als heikel erachten.

Für eine mögliche Überwachung in einem GV-Monitoring teilen wir die Produkte in zwei Prioritätsstufen ein. Priorität 1 haben Waren, bei denen wir die Freisetzung allfällig enthaltener GVP bereits als genügend wahrscheinlich erachten, um entsprechende Kontrollen zu rechtfertigen. Priorität 2 haben Waren, wo sich zunächst Vorabklärungen anbieten, ob die Waren überhaupt keimfähiges Samenmaterial der gesuchten Art enthalten oder ob eine Freisetzung plausibel ist.

Für eine bessere Übersicht sind die in diesem Kapitel besprochenen Waren sowie die relevanten Herkünfte in der folgenden Tabelle vorab zusammengestellt. Die Daten zu den Importmengen stammen alle aus der Datenbank Swiss-Impex der Eidgenössischen Zollverwaltung EZV.

Produkt	Tarif	Australien	China	Kanada	USA
Pflanzenteile	0604		2.		
Weizen und Mengkorn	1001			1.	1.
Sojabohnen	1201		2.	2.	
Leinsamen	1204		2.	2.	
Samen zur Aussaat	1209	2.	2.	1.	1.
Stroh von Getreide	1213		2.		
Heu	1214		2.	1.	
Soja-Ölkuchen	2304		2.	2.	
Tierfutter (Vogelfutter)	2309			1.	1.

Tab. 11: Übersicht der Produkte mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für den Besatz und die Freisetzung verwilderungsfähigen GVP in die Umwelt

9.1 Produkte mit Priorität 1

Weizen und Mengkorn (1001)

Beschreibung:

1001.1921/29	Hartweizen, zur menschlichen Ernährung
1001.1939	Hartweizen, zu Futterzwecken
1001.1940	Hartweizen, zu technischen Zwecken
1001.9921/29	Weizen und Mengkorn zur menschlichen Ernährung
1001.9939	Weizen und Mengkorn zu Futterzwecken
1001.9940	Weizen und Mengkorn zu technischen Zwecken

Herkunftsländer: Kanada, USA

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	Kanada	USA
1001.1921/29	64'432 t	1467 t
1001.1939	295 t	
1001.1940	2 t	
1001.9921/29	7822 t	2159 t
1001.9939		
1001.994	3 t	

Transportmittel: Schiff; seltener per Bahn (je nach Wasserstand des Rheins)

Kontamination: GV-Raps, GV-Luzerne, ev. auch GV-Lein

Problematik, Offene Fragen:

- Kontamination mit GV-Raps ist bei kanadischem Hartweizen nachgewiesen. Auch die Kontamination mit Luzerne ist Tatsache. Ob es sich um GV-Luzerne handelt, wurde bisher nicht geprüft. Austrag in die Umwelt geschieht vor allem beim Umladen in den Rheinhäfen vom Schiff in Bahnwagen. Austrag an den Produktionsstandorten ist dagegen kaum zu erwarten.
- Offen ist, ob auch Weizen aus den USA mit GV-Raps oder -Luzerne verunreinigt ist.
- Ob der Fremdbesatz der Ware, der bei der Reinigung in den Mühlen anfällt, von allen Produzenten konsequent und unschädlich entsorgt wird, wäre abzuklären.

Samen, Früchte und Sporen, zur Aussaat (1209)

Beschreibung:

1209.2100	Samen von Luzerne, zur Aussaat
1209.2200	Samen von Klee [Trifolium spp.], zur Aussaat
1209.2300	Samen von Schwingel, zur Aussaat
1209.2400	Samen von Wiesenrispengras [Poa pratensis L.], zur Aussaat
1209.2500	Samen von Weidelgras [Lolium sp.], zur Aussaat
1209.2911	Samen von Wicken und Lupinen, zu Futterzwecken
1209.2919	Samen von Wicken und Lupinen, zur Aussaat
1209.2960	Samen von Wiesenlieschgras, zur Aussaat
1209.2980	Samen von Wiesengräsern, zur Aussaat
1209.2990	Samen von Futterpflanzen, zur Aussaat
1209.3000	Samen von Krautpflanzen (Blütenproduktion), zur Aussaat
1209.9100	Samen von Gemüsen, zur Aussaat
1209.9999	Samen, Früchte und Sporen zur Aussaat, a.n.g.

Herkunftsländer: Australien, China, Kanada, USA

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	Australien	China	Kanada	USA
1209.2100			2 t	
1209.2200	48 t		15 t	113 t

1209.2300			32 t	12 t
1209.2400			2 t	11 t
1209.2500	4 t	64 t	1 t	153 t
1209.2911	24 t			
1209.2919	8 t			
1209.2960			59 t	2 t
1209.2980		1.5 t	1 t	23 t
1209.2990			7 t	3 t
1209.3000	1 t	1 t		
1209.9100		1 t		14 t
1209.9999		4 t		4 t

Transportmittel: 42% Bahn, 31% Schiff, 27% Strasse

Kontamination:

Australien:	GV-Raps
China:	GV-Pappeln
Kanada:	GV-Raps, GV-Luzerne, ev. auch GV-Lein
USA:	GV-Raps, GV-Luzerne, GV-Straussgras (ev. andere Gräser)

Problematik, Offene Fragen:

- Saatgut wird generell im Produktionsland gereinigt und der Transport zwischen Produzent im Ausland und Verarbeiter in der Schweiz erfolgt in hermetisch abgeschlossenen Behältern. Ein geringer Besatz mit Fremdsamen kann dennoch vorkommen. Weil das Saatgut gezielt in der Umwelt ausgebracht wird, kann auch eine relativ geringe Verunreinigung für die Freisetzung des Transgens relevant sein.
- Der gesetzlich tolerierte Besatz des Saatguts wird innerhalb der Branche doppelt untersucht: durch Produzent und Abnehmer. Es wird untersucht und deklariert, welche Unkräuter in welchen Mengen vorhanden sind. Für Problempflanzen wie z.B. Ambrosia oder Samtpappel gibt es Spezial-Normen und ein Monitoring (vgl. www.swiss-seed.ch). Bis jetzt gilt schon, dass Importe aus Kanada keine Raps-Samen als Besatz beinhalten dürfen. Allerdings finden noch keine Tests auf GV-Pflanzen statt, da noch bis vor kurzem keine GV-Gräser und GV-Luzerne angebaut wurden⁶. Die Saatgut-Branche ist sich der Problematik aber bewusst und Kontrollen auf GVP sind im Aufbau.
- Das Bundesamt für Landwirtschaft BLW führt seinerseits keine Kontrollen von Wiesen- und Rasensaatgut durch.
- Wegen der neuen Anbausituation mit GV-Luzerne in Kanada führen die Deutschen Behörden 2016 und 2017 erstmals ein GV-Monitoring für Luzerne durch. Die geplante Stichprobengrösse besteht aus 10% der zur Anerkennung und Wiederverschliessung anstehenden Luzerne-Saatgutpartien (in denen Importware aus Kanada enthalten sein kann).
- GV-Luzerne (USA, Kanada), GV-Straussgras (USA) und eventuell auch GV-Lein (Kanada) und GV-Pappel (China) führen zu einer neuen Situation für Kontrollen von Wiesen- und Rasensaatgut diverser Herkünfte. Die Gefährdungssituation (Besatz vorliegend?) und allenfalls die Kontrollsysteme sind in den nächsten Jahren an die neue Situation anzupassen.

⁶ GV-Gräser in USA experimentell angebaut; Straussgras *Agrostis stolonifera* seit ca. 2004 verwildert (Snow 2012); GV-Luzerne in Kanada seit 2016 angebaut.

Stroh von Getreide (1213) und Heu (1214)

Beschreibung:

1213.0099 Stroh und Spreu von Getreide, roh, auch gehäckselt, gemahlen, gepresst oder in Form von Pellets
1214.9011 Heu, roh, zu Futterzwecken

Herkunftsländer: China, Kanada

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	China	Kanada	Transportmittel
1213.0099	7 t		Strasse
1214.9011	3 t	52 t	Bahn (85%), Strasse (15%)

Transportmittel: siehe oben, bei Importmenge

Kontamination:

China: GV-Pappelsamen
Kanada: GV-Raps, GV-Luzerne, ev. GV-Lein

Problematik, Offene Fragen:

- Stroh und Heu sind Produkte, die direkt aus Erntegut gewonnen, kaum weiter verarbeitet und wohl nur beschränkt gereinigt werden. Den Trocknungsprozess überstehen die darin enthaltenen Pflanzensamen weitgehend unbeschadet. Stroh und Heu zur Tierhaltung werden durch die Kleintierhaltung in Privathaushalten überall in der Schweiz verfrachtet und dürften auch immer wieder in die Umwelt gelangen (Freigehege, Kompostierung).
- Es bleibt zu untersuchen, ob keimfähige Samen von Pappeln, Raps, Luzerne und Lein im Stroh und Heu der oben aufgeführten Herkunft enthalten sind.

Tierfutter (Vogelfutter) (2309)

Beschreibung:

2309.9090 Zubereitungen von der zur Tierfütterung verwendeten Art. Gemäss Auskunft der Zollverwaltung wird Vogelfutter unter dieser Tarifnummer registriert.

Herkunftsländer: Kanada, USA

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	Kanada	USA
2309.9090	1 t	18 t

Transportmittel: Strasse (59%), Bahn (27%), Luft (14%)

Kontamination: GV-Raps ev. GV-Lein (nur Kanada)

Problematik, Offene Fragen:

- Die Kontamination von Vogelfutter mit GV-Raps ist hinlänglich bekannt. Eine Verbreitung in der Umwelt ist durch Fütterung von Vögeln im Freien zu erwarten.

- Zu klären ist allenfalls, ob nebst GV-Raps noch weitere GVP im Vogelfutter enthalten sein könnten, insbesondere GV-Lein aus Kanada (allenfalls auch GV-Luzerne).

9.2 Produkte mit Priorität 2

Pflanzenteile zu Binde- und Zierzwecken (0604)

Beschreibung:

Blattwerk, Blätter, Zweige und andere Pflanzenteile, ohne Blüten und Blütenknospen, sowie Gräser, Moose und Flechten

Herkunftsländer: China

Importmenge pro Jahr (2012-14):

0604.2029: frisch und verholzend (1 t)

0604.9091: bloss getrocknet (15 t)

0604.9099: gebleicht, gefärbt, imprägniert oder anders bearbeitet (98 t)

Transportmittel: Strassenverkehr; selten per Bahn

Kontamination: GV-Pappelsamen

Problematik, Offene Fragen:

- Genaue Herkunft und Produktionsprozess unbekannt. Trocknung im Freien (Exposition gegenüber Flugsamen)? Reinigung der Ware von kleinen Fremdbestandteilen dürfte schwierig sein. Umgang mit der Ware in der Schweiz unklar. Vermutlich gut verpackt, da Ware schön bleiben muss.
- Eine ähnliche Problematik könnte zukünftig bei Importen dieser Waren aus den USA (38 t) entstehen, sofern GV-Föhren (*Pinus tadea*) in grösserem Ausmass angepflanzt werden.

Sojabohnen (1201)

Beschreibung:

1201.9010 Soja, auch geschrotet, zu Futterzwecken

1201.9021 Soja, auch geschrotet, zur Ölgewinnung od. zu Futterzwecken

1201.9024 Soja, auch geschrotet, zur Herstellung von Speiseöl

1201.9091 Soja, auch geschrotet, zur menschlichen Ernährung

1201.9099 Sojabohnen, auch geschrotet (exkl. Futter, Öl, Ernährung)

Herkunftsländer: China, Kanada

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	China	Kanada	Transportmittel
1201.9010		125 t	Schiff
1201.9021	794 t	211 t	Schiff
1201.9024		1 t	?
1201.9091	588 t	422 t	2/3 Bahn, 1/3 Schiff
1201.9099	3 t	94 t	Bahn

Transportmittel: (siehe bei Importmenge)

Kontamination: GV-Pappeln (China), GV-Raps und ev. GV-Luzerne (Kanada)

Problematik, Offene Fragen:

- Von Kontamination und Austrag von GVP-Verunreinigungen in die Umwelt ist höchstens Soja für Futtermittel oder zur Ölgewinnung betroffen. Soja für Ernährungszwecke wird in speisetauglich gereinigter Form geliefert und die Transportbehälter werden bis zum Produktionsstandort in der Schweiz nicht mehr geöffnet.
- Wir sehen vor allem zwei Eintrittswege, wie GVP als Verunreinigung mit Soja in die Umwelt gelangen könnten. 1. Beim Umladen von offen per Schiff transportierter Ware könnte in den Rheinhäfen GVP frei gesetzt werden (Pappeln, Raps, Luzerne). 2. Beim Entladen von chinesischen Sojabohnen für Futterzwecke oder zur Ölgewinnung könnten GV-Pappelsamen freigesetzt und weggeblasen werden.
- Wir empfehlen, offen transportierte Sojaprodukte aus China oder Kanada, sowie generell Sojabohnen für Futtermittel aus China auf den Besatz mit GV-Raps, GV-Luzerne (Produkte aus Kanada) bzw. GV-Pappeln (nur Produkte aus China) zu prüfen.

Leinsamen (1204)

Beschreibung:

1204.0010	auch geschrotet, zu Futterzwecken, nicht zur Ölgewinnung
1204.0024	auch geschrotet, zur Herstellung von Speiseöl durch Pressen
1204.0091	auch geschrotet, zu technischen Zwecken
1204.0099	auch geschrotet, übrige Verwendungszwecke

Herkunftsländer: China Kanada

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	China	Kanada
1204.0010	29 t	29 t
1204.0024	1 t	22 t
1204.0091	15 t	
1204.0099	240 t	18 t

Transportmittel:

	Bahn	Luft	Schiff	Strasse
1204.0010	14%		58%	28%
1204.0024	95%			5%
1204.0091		15%	85%	
1204.0099	78%		7%	15%

Kontamination: GV-Pappel (China), GV-Raps (Kanada)

Problematik, Offene Fragen:

- Leinsamen enthielten in der Vergangenheit bei Untersuchungen in den Niederlanden grössere Mengen an GV-Rapssamen (Tamis & de Jong 2010).
- Offen ist, wie der Umgang mit Leinsamen beim Entladen und Verarbeiten erfolgt und ob eine Freisetzung in die Umwelt stattfinden könnte. Zumindest die Waren als Futter und zur Ölgewinnung sind allenfalls weniger gut gereinigt als speisetauglicher Lein. Dies bleibt genauer zu klären.
- Die Liefermengen pro Eintrag (Einzellieferung am gleichen Tag) gemäss Swiss-Impex Datenbank übersteigen selten 20 Tonnen. Daraus schliessen wir, dass generell kein offener Umlad von Leinsamen stattfindet.

Soja-Ölkuchen (2304)

Beschreibung:

2304.0010 Ölkuchen und andere feste Rückstände aus der Gewinnung von Sojaöl, auch gemahlen oder in Form von Pellets, zu Futterzwecken

Herkunftsländer: China, Kanada

Importmenge pro Jahr (2012-14):

Tarif-Nr.	China	Kanada	Transportmittel
2304.0010	9'849 t	274 t	Schiff (86%), Strasse (14%)

Transportmittel: siehe oben, bei Importmenge

Kontamination: GV-Pappeln (China), GV-Raps und ev. GV-Luzerne (Kanada)

Problematik, Offene Fragen:

- Nach Aussagen von Branchenfachleuten enthält Ölkuchen kein keimfähiges Samenmaterial mehr. Zum einen fehlen aber empirische Untersuchungen zu diesem Thema (BfN 2016). Zum anderen wird Ölkuchen in grossen Mengen unverpackt als Schüttgut transportiert. Bei solchen Waren besteht beim Warenumschlag im Ausland immer die Gefahr von Verunreinigungen. Solche könnten beim löschen und umladen der Schiffsfracht in den Rheinhäfen freigesetzt werden.
- Wir empfehlen eine Untersuchung, ob Ölkuchen mit keimfähigem Samenmaterial von Pflanzen verunreinigt ist und ob Raps- oder Pappelsamen die Pressung lebendig überstehen können.

10 Synthese und Schlussfolgerungen

Bestand an verwilderungsfähigen GVP

Die Menge der weltweit zugelassenen und in Mitteleuropa verwilderungsfähigen GVP ist derzeit noch überschaubar. Nur acht Pflanzenarten gehören zur Gruppe von GVP, die generell in unserer Landschaft eine starke Neigung zum spontanen Aufwuchs haben. In Zukunft könnte die Zahl dieser verwilderungsfähigen GVP ansteigen, wenn vermehrt GVP entwickelt werden, die unter gemässigten Klimabedingungen wachsen können. Derzeit entstehen vor allem in den USA verschiedene Arten von gentechnisch veränderten Wiesengräsern, aber auch GVP-Bäume. Auch die Lupine könnte in Zukunft zu den heiklen GVP gehören, sollte diese Pflanze dereinst die Zulassung erreichen. Soja könnte relevant werden, sobald GV-Sorten auf den Markt kommen, die auch unter mitteleuropäischem Klima gut gedeihen.

Wenig Untersuchungen von Fremdbesatz gefunden

Obwohl etliche GVP wie Mais, Raps, Reis, Soja oder Baumwolle immer wieder an Orten auftauchen, wo sie nicht sein dürften, gibt es sehr wenige publizierte Berichte über GVP als artfremde Verunreinigung von Waren. Wir vermuten, dass Fremdbesatz von GVP bisher nur selten untersucht wird. Im Rahmen unserer Recherchen sind wir nur auf ganz wenige Studien zu diesem Thema gestossen (siehe Abschnitt 7.3). Dies gilt nicht nur für den Fremdbesatz mit Samen von GVP, sondern für Fremdsamen generell. Allerdings gehen wir nach den Gesprächen mit Informanten aus der Agro-Importbranche davon aus, dass Angaben zum Fremdbesatz im Rahmen von internen Qualitätsuntersuchungen durchaus vorhanden wären – zumindest im Fall von Saatgut. Diese Informationen könnten eine verbesserte Einschätzung der Situation ermöglichen. Andernfalls wären empirische Daten zum Fremdbesatz von Waren vermehrt zu beschaffen. Die Rechercheergebnisse in diesem Bericht erlauben dazu ein gezieltes vorgehen (siehe Abschnitte «Offene Fragen» im Kapitel 9).

Nicht untersuchte Kontaminationswege

Die Beurteilungen in diesem Bericht, insbesondere in den Kapiteln 7 bis 9, stützen sich zwar auf Fakten oder konkrete Informationen, beinhalten aber unvermeidbar auch Spekulation und verallgemeinernde Schlüsse. Sie können nicht wirklich Gewissheit geben, ob Waren tatsächlich GVP-frei geliefert werden. Dazu kommt, dass zwei wichtige Mechanismen, wie eine Kontamination von Waren erfolgen könnte, nicht näher untersucht werden konnten:

- Zum einen war es nicht möglich, die Situation an dutzenden von Umschlagplätzen und Verladestationen im Ausland zu beurteilen. Unsere Einschätzungen beruhen nur auf der Vermischungsgefahr im Anbaugebiet der Herkunftsländer. Mehrere unserer Informanten sehen in den Umschlagplätzen im Ausland aber einen wesentlichen Mechanismus, wie es zur Kontamination von GVP kommen könnte.
- Zum anderen wurden hier nur Importe betrachtet, die direkt aus einem Herkunftsland zu uns kommen. Die Daten der eidgenössischen Zollverwaltung ermöglichen zwar die Unterscheidung zwischen Ursprungsland (ursprüngliche Herkunft) und Absenderland (z.B. wenn Ware aus Übersee nach Um-

schlag von Holland per Zug anrollt). Die Komplexität des Handels und der Warenströme ist allerdings so hoch, dass ein indirekter Import (d.h. wenn eine Ware aus dem Land x geliefert, letztlich aber aus dem Land y stammt) nicht für jedes Produkt ausgeschlossen werden kann. Der Frage, inwieweit indirekte Importe vorkommen und ob sie für unsere Frage eine Rolle spielen, konnte in dieser Studie nicht nachgegangen werden.

Beide dieser offenen Fragen lassen sich - wenn überhaupt - nur mit grossem Aufwand beantworten. Fehlende Sorgfalt beim Umschlag im Ausland kann auch dazu führen, dass fast jedes Produkt mit GVP fremdkontaminiert werden könnte. All dies legt letztlich ebenfalls den Schluss nahe, dass der Fremdbesatz von Waren mit heiklen GVP vermehrt empirisch überprüft werden sollte.

Freisetzung beim Transport in der Schweiz

Die Recherchen und Auskünfte von Branchenkennern zeigen insgesamt, dass bei der Mehrheit der Produkte eine geschlossene Transportkette zwischen Produzent im Herkunftsland und dem Empfänger in der Schweiz besteht. Das bedeutet, dass die Transportbehälter bis zum Empfang verschlossen bleiben und das Transportgut unterwegs weder verunreinigt noch in die Umwelt gelangen kann. Das Entladen, Reinigen und Verarbeiten beim Verbraucher in der Schweiz findet den Informanten zufolge in weitgehend abgeschirmter Umgebung statt. Das bedeutet also, dass selbst bei einem Besatz der bearbeiteten Ware mit GVP geringe Freisetzungsriskien bestehen. Dies trifft für eine Mehrheit der Waren zu, die für die menschliche Ernährung bestimmt sind (Ausnahme: Hartweizen).

Generell heikel bezüglich einer Freisetzung von GVP sind dagegen GVP-kontaminierte Agrarprodukte, die

- im Herkunftsland nicht oder nur wenig gereinigt werden (z.B. Futtermittel),
- in grossen Mengen und offen als Schüttgut transportiert oder in der Schweiz offen umgeladen werden (z.B. Hartweizen, ev. Futtermittel), oder
- die bei uns sicher in die Umwelt gelangen (Saatgut, Heu, Vogelfutter, Dekormaterial).

Ein GV-Monitoring sollte sich primär Agrarprodukte konzentrieren, die in diese Kategorien fallen. Unserer Auswahl an Waren im Kapitel 9 (siehe auch Tab. 1 in der Zusammenfassung) liegen im wesentlichen diese Kriterien zugrunde. Eine Konzentration solcher Waren dürfte in den Rheinhäfen in Basel und Umgebung zu finden sein. Rheinschiffe führen gewisse Waren offen in den Schiffsbäuchen mit, die in Basel per Baggerschaufel entladen werden. Plakativ hat sich einer unserer Informanten etwa so ausgedrückt: «90% der Probleme mit GVP-kontaminierten Waren bestehen in Basel».

Auch die offen per Schiff angelieferte Ware wird nach der Ankunft in Basel in geschlossene Behälter umgeladen (Silos, dann Bahnwagen, selten Lastwagen). Zumindest im Fall der Weizentransportkette ab Basel erfolgt der Transport ab Basel in modernen, gut verschlossenen Bahnwagen. Auch beim Entladen des Weizens in einer gedeckten «Garage» ist das Risiko für einen Austrag sehr klein. Bei anderen Waren, zum Beispiel Futtermitteln, kann ein Weitertransport ab Basel auch offen per Lastwagen geschehen. Für welche Produkte genau dies zutrifft, bleibt abzuklären.

Ausser dem Rheinhafen in Basel sind wir auf keinen anderen Umschlagplatz auf Schweizer Boden gestossen, bei dem offen angelieferte Ware umgeladen wird. Es ist uns nicht bekannt, ob und welche anderen Produkte ausser Hartweizen offen angeliefert und weiter transportiert werden. Wir müssen unseren Informanten zufolge davon ausgehen, dass dies bei Futtermitteln zumindest teilweise der Fall ist. Auch das fertig zusammengestellte Mischfutter kann ab Werk offen (aber auch in Säcken oder «Big Bags») per Camion zu den Mastbetrieben gefahren werden.

Beim Transport in geschlossenen Behältern ist eine Freisetzung von GVP abgesehen vom Umladeplatz (und damit vor allem in Basel) an anderen Bahnhöfen, Siloanlagen und Verlade- und Entladestationen wenig wahrscheinlich. Bei den offenen Transporten von Futtermitteln fehlen uns konkrete Angaben, welche Güter dies sind und wohin sie geliefert werden (im Rahmen unserer Recherchen nicht gefunden). Aus diesen Gründen haben wir auf die Darstellung von Transportrouten innerhalb der Schweiz verzichtet.

Gezielte Freisetzung in der Umwelt

Bezüglich der Wahrscheinlichkeit der Freisetzung besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen einer GVP, die in einem Posten Sojabohnen für die Ölproduktion oder einem Posten Saatgut oder Vogelfutter mitgeführt wird. Weil Saatgut oder Vogelfutter per Definition fast immer vollständig in die Umwelt gelangen, können in diesen Fällen auch Verunreinigungen geringen Ausmasses bedeutend sein. Wenn wir von einer tolerierten Verunreinigung von 0.5 Gewichtsprozenten ausgehen (gilt z.B. für Verunreinigungen unbewilligter GVP in Lebensmitteln), lässt sich mit dem Tausendkorngewicht (TKG) der Samen einiger GVP auf die Anzahl der Samen schliessen, die in einer Tonne Waren enthalten sein dürften:

Kultur	TKG	«zulässige» Verunreinigung, Anzahl Samen pro Tonne Ware
Lein	6	8'333
Luzerne	2.05	24'390
Lupine	158	316
Pappel	0.15	333'333
Raps	2.3	21'739
Strausgrass	0.6	83'333

Im Fall von Saatgut wären solche Mengen je nach den Auswirkungen einer GVP wohl als problematisch einzustufen. Die Saatgutbranche ist sich der Problematik bewusst und ein Qualitätsmanagement ist in Entwicklung. Dieser Prozess könnte durch das BAFU allenfalls unterstützt werden, sei es durch zusätzliche Untersuchungen oder durch gemeinsam entwickelte, praktikable Qualitätsvorgaben.

Risikoanalyse als nächster Schritt

Dieser Bericht liefert eine Auslegeordnung der Waren, die mit erhöhter Wahrscheinlichkeit GVP als Fremdbesatz enthalten. Er enthält dagegen keine Aussage zum Risiko bzw. zum möglichen Schaden, der mit der Freisetzung dieser

GVP verbunden ist. Die Prioritäten für ein GV-Monitoring sollten sich idealerweise auf das Risikoausmass stützen, also auch das Schadenausmass berücksichtigen, das von den importierten Waren ausgeht. Risiko wird als Multiplikation von Eintretenswahrscheinlichkeit mit Schadenausmass definiert. Beide Risikokomponenten werden in diesem Bericht nicht quantifiziert. Nur die Eintretenswahrscheinlichkeit wird in sehr groben Kategorien unterschieden. Ob aber eine geringe Kontamination mit Luzernesamen in Saatgutposten ein höheres Risiko darstellt als eine höhere Luzerne-Kontamination von Leinsamen zur Ölgewinnung, muss hier unbeantwortet bleiben. Für das Setzen von Prioritäten beim Monitoring könnte eine quantitative Risikoanalyse aber hilfreich sein.

11 Literatur

Bartsch, D., Ellstrand, N.C., 1999: Genetic evidence for the origin of Californian wild beets (genus *Beta*). *Theoretical and Applied Genetics* 99 (7), 1120-1130.

Bartsch, D., und 5 weitere Autoren, 2001: Biosafety of Hybrids between Transgenic Virus-Resistant Sugar Beet and Swiss Chard. *Ecological Applications*, 11(1), 142-147.

Bigler, F., Fischer, D., Sanvido, O., Stark, M., Vogel, B., Wiesendanger, B., 2008: Grundlagen für ein Umweltmonitoring unbewilligter gentechnisch veränderter Pflanzen im Kanton Zürich. ART-Schriftenreihe 8, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. 79 S.

BLV, 2014: Bericht Grenzkontrolle von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen 2013. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV. 34 S.

BLV, 2016: Bewertung einer Publikation über gentechnische Veränderungen einer in der Ukraine entwickelten kommerziellen Rapssorte. Internes Schreiben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Bonn, 18. Februar 2016.

Busconi, M., Rossi, D., Lorenzoni, C., Baldi, G., Fogher, C., 2012: Spread of herbicide-resistant weedy rice (red rice, *Oryza sativa* L.) after 5 years of Clear-field rice cultivation in Italy. *Plant Biology* 14, 751-759.

COGEM 2007: Import of genetically modified carnation 'Moonqua'. The Netherlands Commission on Genetic Modification (COGEM), advice CGM/070206-02. 7 p. download: www.cogem.net/

Cruz-Reyes, R., Avila-Sakar, G., Sánchez-Montoya, G., Quesada, M., 2015: Experimental assessment of gene flow between transgenic squash and a wild relative in the center of origin of cucurbits. *Ecosphere* 6(12), 1-13. <http://dx.doi.org/10.1890/ES15-00304.1>.

DeBruyn, J. M. und 12 weitere Autoren, 2016: Field grown transgenic switchgrass (*Panicum virgatum* L.) with altered lignin does not affect soil chemistry, microbiology and carbon storage potential. *GCB Bioenergy*, DOI: 10.1111/gcbb.12407

Demeke, T., Perry, D. J., Scowcroft, W. R., 2006: Adventitious presence of GMOs: Scientific overview for Canadian grains. *Canadian Journal of Plant Science* 86(1): 1-23, 10.4141/P05-114.

Dexter, J.E. und 7 weitere Autoren, 2010: Quantification and Mitigation of Adventitious Presence of Volunteer Flax (*Linum usitatissimum*) in Wheat. *Weed Science* 58(1): 80-88.

Dexter, J.E. und 5 weitere Autoren, 2011: Harvest Loss and Seed Bank Longevity of Flax (*Linum usitatissimum*) Implications for Seed-Mediated Gene Flow. *Weed Science*, 59(1): 61-67.

Dolgov S.V., Firsov, A.P., Pushin, A.S., Tarasenko, I.V., Golikov, A.G.: Genetically engineered details of the commercial "Raudis" rapeseed variety with "natural tolerance" to glyphosate. *Biotechnology in Russia* 5, 59-64.

Ge, X., Tian, Y., Tang, L., 2015: Nutrient Distribution Indicated Whole-Tree Harvesting as a Possible Factor Restricting the Sustainable Productivity of a Poplar Plantation System in China. *PLoS ONE* 10(5): e0125303. doi:10.1371/journal.pone.0125303.

Greene, S.L., Kesoju, S.R., Martin, R.C., Kramer, M., 2015: Occurrence of Transgenic Feral Alfalfa (*Medicago sativa* subsp. *sativa* L.) in Alfalfa Seed Production Areas in the United States. *PLoS ONE* 10 (12): e0143296. doi:10.1371/journal.pone.0143296.

Huber, W., Gasser, M., Huber-Meinicke, G., 1991: Floristische Ergänzungen für die Region Brugg (Kanton Aargau). *Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft* 33, 91-112.

Hwang O.K. und 5 weitere Autoren, 2014: Phenotypic Characterization of Transgenic *Miscanthus sinensis* Plants Overexpressing Arabidopsis Phytochrome B. *International Journal of Photoenergy*. Volume 2014, Article ID 501016, 9p.

ISAAA, 2015: James, Clive (Author). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015*. ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, NY.

Kalinina, O., Zellera, S.L., Schmid, B., 2015: Persistence of seeds, seedlings and plants, performance of transgenic wheat in weed communities in the field and effects on fallow weed diversity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 17, 421-433.

Kiær, L.P. und 11 weitere Autoren, 2009: Spontaneous gene flow and population structure in wild and cultivated chicory, *Cichorium intybus* L. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56 (3), 405-419.

Lu, M. und Hu, J., 2011: A brief overview of field testing and commercial application of transgenic trees in China. *BMC Proceedings* 2011, 5 (Supplement 7):063. Doi:10.1186/1753-6561-5-S7-O63

Nakamura, N., und 15 weitere Autoren, 2011: Environmental risk assessment and field performance of rose (*Rosa hybrida*) genetically modified for delphinidin production. *Plant Biotechnology* 28, 251-261.

Price, B., Cotter, J., 2014: The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997–2013. *Journal of Food Contamination* 2014, 1 (5).

Rahman, A., 1980: Biology and control of volunteer potatoes - a review, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 8: 3-4, 313-319, DOI: 10.1080/03015521.1980.10426281.

Ricroch, A.E., Hénard-Damave, M.-C., 2015: Next biotech plants: new traits, crops, developers and technologies for addressing global challenges. *Critical Reviews in Biotechnology*, Early Online: 1–16.

Sandhu, S., Blount, A.R., Quesenberry, K.H., Altpeter F., 2010: Apomixis and ploidy barrier suppress pollen-mediated gene flow in field grown transgenic turf and forage grass (*Paspalum notatum* Flüggé). *Theoretical and Applied Genetics* 121, 919–929.

Sauberer N., Till W., 2015: Die Flora der Stadtgemeinde Traiskirchen in Niederösterreich: Eine kommentierte Artenliste der Farn- und Blütenpflanzen. *Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich*. BCBEA 1/1: 3–63.

Schulze, J., Brodmann, P., Oehen, B., Bagutti, C., 2015: Low level impurities in imported wheat are a likely source of feral transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Switzerland. *Environmental Science and Pollution Research* 22(21), 16936-42..

Snow, A. A., 2012: Illegal gene flow from transgenic creeping bentgrass: the saga continues. *Molecular Ecology* 21, 4663–4664.

Soerensen, B.S., Kiær, L.P., Joergensen, R.B., Hauser, T.P., 2007: The temporal development in a hybridizing population of wild and cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.). *Molecular Ecology* 16, 3292-3298.

Stark, C., Liepelt, S., Dieckvoss, M., Bartsch, D., Ziegenhagen, B., Ulrich, A., 2006: Fast and Simple Monitoring of Introgressive Gene Flow from Wild Beet into Sugarbeet. *Journal of Sugar Beet Research* 43 (4), 145-154.

Stöhr, O., Pils, P., Schröck C., Nowotny, G., Kaiser, R., 2004: Neue Gefäßpflanzenfunde aus Salzburg. *Mitt. Haus der Natur* 16: 46-64.

Tamis, W.L.M., de Jong, T.J., 2010: Transport chains and seed spillage of potential GM crops with wild relatives in the Netherlands. *COGEM Report CGM 2010-02, CML Report 183*. 50 p.

Testbiotech, 2010: Genetically engineered trees – a ticking “time bomb”? Testbiotech, Institut für unabhängige Folgenabschätzung in der Biotechnologie, München, 20 S.

Testbiotech, 2013. *Transgene Escape. Atlas der unkontrollierten Verbreitung gentechnisch veränderter Pflanzen*. Testbiotech, Institut für unabhängige Folgenabschätzung in der Biotechnologie, München. 56 S.

USDA, 2015: *Agricultural Biotechnology Annual*. USDA Foreign Agricultural Service, Global Agricultural Information Network GAIN, Report Number: FR9174. 51 p.

Van Denderen, P.D., Tamis, W.L.M., van Valkenburg, J.L.C.H., 2010: Risico's van introductie van exotische plantensoorten, in het bijzonder uit het geslacht *Ambrosia*, via import van zaden voor met name veevoer en vogelvoer, *Gorteria* 34(3), 65-85.

Van de Water, P.K., Watrud, L.S., Lee, E.H., Burdick, C., King, G.A., 2007. Long-distance GM pollen movement of creeping bentgrass using modeled wind trajectory analysis. *Ecological Applications*, 17(4) 1244–1256.

Waltz, E., 2015: Scotts' GM grass grows free from regulation. *Nature Biotechnology* 33 (3), 223.

Wedlich, K.V., Franzaring, J., Fangmeier, A., 2016: Entwicklung und Erprobung eines Konzepts für ein Monitoring von für den Import zugelassenem transgenem Raps nach Richtlinie 2001/18/EG. Bundesamt für Naturschutz BfN, BfN-Skripten 430, 102 S.

Zapiola, M. L., Mallory-Smith, C.A., 2012: Crossing the divide: gene flow produces intergeneric hybrid in feral transgenic creeping bentgrass population. *Molecular Ecology* 21, 4672-4680.

Anhang

Anhang 1: Einstufung der Herkunftsländer

Anhang 2: Anbaubedingungen in den Herkunftsländern

Anhang 3: Kontamination bei Verlad und Transport

Anhang 1: Einstufung der Herkunftsländer

Land	Risiko-Kategorie	Pflanzen	Gemüse	Früchte	Getreide	Ölsaaten	Futtermittel	Total
Australien	1	18	31	300	3	86	0	437
Chile	1	16	41	5'377	36	35	0	5'504
China	1	134	423	472	227	2'093	9'890	13'238
Kanada	1	0	1'513	36	72'937	1'277	274	76'036
Ukraine	1	0	18	20	3'415	699	2	4'152
USA	1	49	1'879	5'131	5'157	468	122	12'806
Ägypten	2	4	2'268	1'028	0	1'809	0	5'109
Argentinien	2	0	321	1'682	2'403	638	499	5'543
Bangladesch	2	0	5	1	1	0	0	7
Bolivien	2	0	1	88	403	9	0	501
Brasilien	2	9	34	9'221	54'326	714	171'371	235'675
Costa Rica	2	265	499	34'744	0	2	0	35'509
Honduras	2	0	196	972	0	0	0	1'168
Kolumbien	2	67	1	28'171	0	0	0	28'239
Kuba	2	0	0	2	0	0	0	2
Mexiko	2	8	2'021	1'016	1	8	24	3'078
Paraguay	2	0	4	41	0	7	0	52
Philippinen	2	7	2	766	6	0	0	782
Portugal	2	56	1'072	1'957	298	27	0	3'410
Rumänien	2	1	797	32	5'064	1'381	574	7'848
Slowakei	2	13	102	0	2'402	1'665	0	4'182
Spanien	2	2'289	99'969	152'648	5'140	1'549	106	261'702
Südafrika	2	86	213	20'798	7	68	0	21'173
Tschechische Rep.	2	80	830	1	7'427	945	0	9'283
Uruguay	2	0	3	640	278	0	0	921
Burkina Faso	3	0	0	81	0	0	0	81
Indien	3	83	631	1'702	19'113	3'103	23'330	47'962
Indonesien	3	2	22	147	1	1	0	172
Iran	3	5	3	204	7	5	0	224
Japan	3	18	2	1	36	8	1	66
Korea (Süd)	3	3	47	1	1	7	0	60
Malaysia	3	6	104	122	0	33	1	266
Myanmar	3	0	29	0	3	0	0	32
Norwegen	3	0	0	0	0	11	0	11
Pakistan	3	0	22	266	1'677	3	0	1'967
Panama	3	0	1	7'839	0	2	0	7'842
Sudan	3	0	0	21	0	327	0	348
Türkei	3	32	4'308	14'365	66	100	0	18'870
Vietnam	3	2	251	1'079	152	41	0	1'524

Tab. A1: Einstufung von Ländern bezüglich der Wahrscheinlichkeit, von dort durch kontaminierte Agrarprodukte ungewollt verwildernde GVP in die Schweiz zu importieren. Die Liste enthält alle Länder mit Anbau oder Zulassung von GVP, sortiert nach Risiko-Kategorie. Angegeben sind auch die Gesamt-Importmengen von Agrarprodukten in Tonnen (Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2014).

Anhang 2: Anbaubedingungen in den Herkunftsländern

Australien

Relevante GV-Pflanzen und Anbauggebiete

Als einzige der verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 wird in Australien seit 2008 GV-Raps kultiviert.

Anteil GV-Raps an der gesamten Rapsproduktion (James, 2015):

- 2013: 9%
- 2014: 14%

Der Anbau von GV-Raps wird zukünftig mit grosser Wahrscheinlichkeit weiter zunehmen.

Die Abbildung A2-1 zeigt die Anbauggebiete von Raps, die sich im Südwesten und Südosten Australiens befinden.

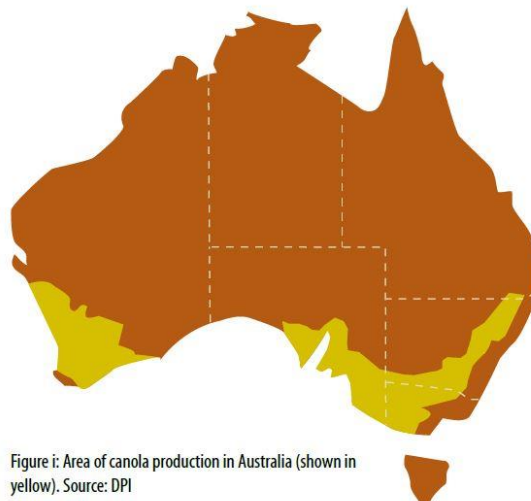


Figure 1: Area of canola production in Australia (shown in yellow). Source: DPI

Abb. A2-1: Anbauggebiete von Raps in Australien (gelb). Quelle:

http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/516181/Proccrop-canola-growth-and-development.pdf

Übliche Fruchtfolgen beim Rapsanbau in Südwest- und Südostaustralien

Eine grossangelegte Feldstudie in den westaustralischen Anbaugebieten von 2010-2013 zeigte, dass der grösste Teil der Ackerflächen für den Anbau von Weizen, Raps, Gerste und Futterleguminosen verwendet wurde (Focus Paddocks 2014 Trial Report). Dabei wurde über 60% der Fläche für den Weizenanbau genutzt. Üblicherweise wurde Raps in Fruchtfolge mit Weizen angebaut (Abbildung A2-2).

Auch in Südostaustralien wird Raps typischerweise im Wechsel mit Weizen, Gerste oder Futterleguminosen (z.B. Klee, Luzerne, Lupine) angebaut (Canola - best practice management guide for south-eastern Australia).

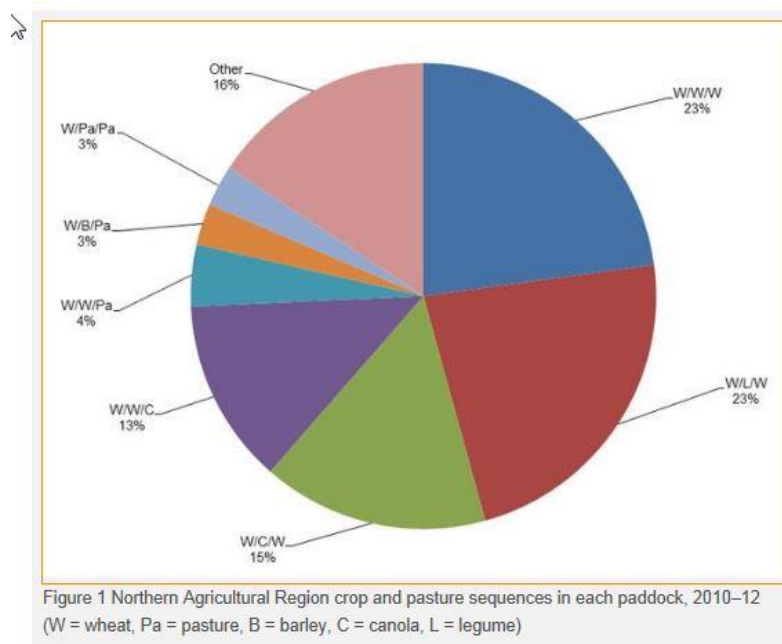


Abb. A2-2: Überblick über Fruchtfolgen in der Northern Agricultural Region von Westaustralien (Quelle: Focus Paddocks 2014 Trial Report).

Das grösste Risiko für eine Kontamination mit Samen von Durchwuchsraps bei der Ernte besteht demzufolge für Getreide oder Futterleguminosen. Gemäss Importstatistik (2012-2014) werden Futterleguminosen tatsächlich in Form von Futter oder Saatgut von Australien in die Schweiz importiert (Tarif-Nr. 1209):

- Samen von Wicken und Lupinen, zu Futterzwecken: 24 t
- Samen von Wicken und Lupinen, zur Aussaat: 8 t
- Total Samen von Klee (*Trifolium* spp.), zur Aussaat: 48 t

Nach Aussage der Importeure und des BLW wird Saatgut in geschlossenen Gebinden transportiert und geliefert. Zudem ist eine Verunreinigung von zertifiziertem Saatgut aufgrund von Produktionsmängeln sehr unwahrscheinlich. Der Import von 48 t Kleesaatgut ist deshalb für eine mögliche Einschleppung von GV-Samen vermutlich weniger problematisch.

Quellen

- James, C. (2015): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2014. Ithaca, NY: ISAAA
- Focus Paddocks 2014 Trial Report: <https://www.agric.wa.gov.au/soil-acidity/focus-paddocks-2014-trial-report?page=0%2C1>
- Canola – best practice management guide for south-eastern Australia https://grdc.com.au/uploads/documents/GRDC_Canola_Guide_All_1308091.pdf

Chile

Die Daten zum Anbau von landwirtschaftlichen Kulturen in Chile stammen aus den im Internet veröffentlichten Statistiken zum Jahr 2014. Als einzige der verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 wird in Chile GV-Raps kultiviert, wenn auch der Anbau mit knapp 3'829 Hektaren im Vergleich zu anderen Ländern gering ist (Tab. A2-1). Der Anbau von GV-Raps machte 2014 in Chile knapp acht Prozent der gesamten Anbaufläche dieser Kultur aus. Email-Anfragen nach Chile zu den Anbauregionen von GV-Raps blieben leider unbeantwortet.

Raps wird vorwiegend in den Regionen Araucania (33'100 ha), Bio-Bio (7'800 ha), Los Lagos (4'295) und Rios (4'100 ha) angebaut. Von der Chilenischen Rapsanbaufläche liegen 98% in diesen vier Regionen. Sie sind auch wichtige Anbaugelände von Weizen (210'200 ha 80% der Anbaufläche) und Hafer (90'000 ha, 91% der Anbaufläche). Gerste, Triticale, Mais, Kartoffeln und Lupinen werden auch alle auf mehr als 10'000 ha angebaut. Von Bedeutung ist auch der Anbau von Beeren, insbesondere Heidelbeere, Cranberry und Himbeere.

Von den Produkten, die in relativ grossen Mengen in die Schweiz importiert werden, wie beispielsweise Walnüsse, Weintrauben, Avocados, Nektarinen und Kiwis ist der Anbau in diesen Regionen hingegen vernachlässigbar.

Fruchtfolge mit Getreide und Raps wird von staatlicher Seite empfohlen⁷. Ackerfrüchte werden aus Chile allerdings nur in geringem Umfang in die Schweiz importiert. Dies gilt für Hafer, Mais, Ölsamen und Sonnenblumenkerne. Von diesen Gütern hat Hafer mit 22 t die grösste Importmenge. Es handelt sich dabei um Hafer, der zur Aussaat vorgesehen ist. Weil die Anforderungen an die Reinheit von Saatgut in der Schweiz hoch sind und die Ware dicht verpackt und transportiert wird, gehen wir davon aus, dass effektiv keine oder höchstens geringe Verunreinigungen mit anderen Pflanzensamen (so auch GV-Raps) bestehen.

Umschlagplätze

Als wichtige Umschlagplätze kommen die Häfen von San Vicente, Lirquén, Valparaiso und San Antonio in Frage. Die exportierten Mengen lagen 2013/14 zwischen 3,5 und 3,9 Millionen Tonnen⁸.

⁷ www.sap.uchile.cl/descargas/agronomia/Rotaciones_de_cultivos_y_sus_beneficios_para_la_agricultura.pdf

⁸

www.aduana.cl/aduana/site/artic/20150624/asocfile/20150624160021/anuario_estadistico_servicionacionala_duanas_2014.pdf

Anbauflächen in 1000 ha	Chile	Biobio	La Araucania	Los Rios	Los Lagos	Import CH
Andenbrombeere	1.1	0.1	0.0	0.0		
Äpfel	36.2	1.6	2.5	0.0		488
Cranberry	0.7	0.0	0.1	0.5	0.1	149
Gerste	8.8	2.5	3.6	1.1	0.4	
Hafer	90.4	22.9	54.7	5.0	4.3	22
Haselnuss	8.7	0.4	2.3	0.3	0.1	
Himbeeren	3.5	1.3	0.3	0.3	0.2	
Industriepflanzen	2.8	0.0	0.7	0.6		
Kartoffeln	50.5	8.7	16.8	3.5	7.0	
Kastanien	0.5	0.3	0.0	0.1		1
Kichererbsen	0.3	0.1				
Kirschen	20.6	1.3	0.4	0.0	0.0	11
Kiwi	9.7	0.6	0.0	0.0		260
Linsen	0.9	0.5	0.1			
Lupinen	11.1	0.0	10.8		0.3	
Mais	125.2	20.9	0.7			14
Oliven	20.2	0.1	0.0			
Raps	49.4	7.8	33.1	4.2	3.5	
Reis	23.7	4.1				
Ringelblumen	3.2	1.0				
Rosen	0.1	0.1				
Tabak	2.2	0.3				
Triticale	22.5	3.4	15.7	1.0	2.4	
Walnüsse	27.9	0.8	0.1	0.0	0.0	633
Weizen	263.2	79.2	107.9	12.5	10.6	
Zichorie	3.1	3.1				
Zuckerrüben	21.8	12.1	0.8			

Tab. A2-1: Übersicht der Anbauflächen im Jahr 2014 von Raps und anderen Ackerfrüchten in den vier Regionen von Chile. Gelb (Raps) bzw. grau (übrige Kulturen) unterlegt sind Regionen, die mindestens 5 Prozent der Anbaufläche einer Kultur enthalten. Anbauflächen in 1000 ha; Importe in die CH (letzte Spalte) in Tonnen.

Quellen

- Staatliches Amt für Statistik von Chile: Anbauflächen von Landwirtschaftsprodukten 2014: www.odepa.cl/estadisticas/productivas/
- Chilenische Zollverwaltung: www.aduana.cl/aduana/site/artic/20150624/asocfile/20150624160021/anuario_estadistico_servicionacionaladuanas_2014.pdf

China

Die Daten zum Anbau von landwirtschaftlichen Kulturen in China stammen aus den im Internet (in englischer Sprache) zugänglichen Statistiken zum Jahr 2013. Als einzige der verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 wird in China nur die Pappel kultiviert. GV-Pappeln werden seit 2001 kommerziell angebaut. Gemäss ISAAA betrug die Anbaufläche 543 Hektaren. Nach Lu und Hu (2011) wurden bisher Feldversuche mit Pappeln für 33 verschiedene Merkmale (Resistenz gegen Insekten und Krankheiten, Salz- und Trockenheitstoleranz, verbesserte Holzeigenschaften, etc.) bewilligt. Zwischenhändler verkaufen auf lokalen Märkten Stecklinge von GV-Pappeln, so dass GV-Pappeln unkontrolliert verbreitet werden. Die mit Pappeln aufgeforstete Fläche beträgt über 7 Millionen Hektaren (Ge et al. 2015). Es erscheint uns wahrscheinlich, dass GV-Pappeln viel weiter verbreitet sind, als dies auf Grund der Zahlen der ISAAA vermutet werden könnte.

Bekannt ist der Anbau von GV-Pappeln in den Provinzen Hebei, Liaoning, Henan und Xinjiang sowie möglicherweise in Beijing und Tjanjin (Testbiotech 2010). Flächenangaben zu den einzelnen Provinzen wurden keine gefunden. Eine Email-Anfrage nach China zu den Anbauregionen von GV-Pappeln blieb leider unbeantwortet. Rund ein Fünftel des Ackerlands und ein Viertel der 2013 in China aufgeforsteten Fläche liegt in diesen sechs Provinzen (Tab. A2-2). Überdurchschnittlich hoch in diesen sechs Provinzen ist der Anbau von Baumwolle (55%), Erdnüsse (38%), Weizen (37%) und Mais (27%).

Anbau in 1000 ha	China Total	Beijing	Tjanjin	Hebei	Liaoning	Henan	Xinjiang	Anteil %
Aufforstung	6'100	46	6	319	805	254	164	26
Ackerland	164'627	243	474	8'749	4'209	14'324	5'212	20
Baumwolle	4'346	0	9	483	1	187	1'718	55
Bohnen/Erbsen	9'224	5	8	166	134	504	74	10
Erdnüsse	4'633	3	1	356	342	1'037	5	38
Gemüse	20'899	62	90	120	492	1'746	270	13
Hirse	1'298	1	6	58	99	38	1	16
Kartoffeln	5'615	0	0	170	55		29	5
Mais	36'318	115	92	3'109	2'246	3'203	921	27
Ölsamen	14'023	3	2	470	355	1'590	222	19
Raps	7'519	0	0	22	1	371	44	6
Reis	30'312	0	17	87	649	641	67	5
Soja	6'791	4	7	125	115	444	59	11
Weizen	24'117	36	110	2'378	6	5'367	1'121	37
Zitrusfrüchte	2'422	0	0	0	0	12	0	0

Tab. A2-2. Anbau ausgewählter Kulturen 2013 in 1'000 Hektaren in China und den Regionen Beijing, Tjanjin, Hebei, Liaoning, Henan und Xinjiang sowie der Anteil (%) der in den 6 Provinzen angebauten Fläche am Total.

Für ausgewählte Produkte liegen auch Daten zum Export aus den Provinzen vor (Tab. A2-3). Rund drei Viertel der Exporte von Soja und mehr als zwei Drittel der Exporte von Bohnen und Erbsen stammen aus den sechs Provinzen mit bekanntem Anbau von GV-Pappeln. Besonders exportorientiert ist die Provinz Liaoning. Hingegen wird kaum Knoblauch – ein wichtiges China-Importprodukt der Schweiz - aus diesen Provinzen exportiert.

Provinz	Bohnen / Erbsen		Ölsamen		Soja		Weizen		Oelkuchen *		Knoblauch	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
China	841'795		568'503		208'969		24'117		97'526		1'626'104	
Beijing	72'062	9	25'026	4	24'449	12	36	<1	239	<1	1'050	<1
Tjanjin	75'642	9	49'299	9	8'230	4	110	<1	76	<1	197	<1
Hebei	66'264	8	4'576	1	1'599	1	2'378	10	196	<1	12'013	1
Liaoning	351'473	42	139'172	24	121'953	58	6	<1	51'819	53	7'037	<1
Henan	1'741	<1	9'141	2	60	<1	5'367	22	236	<1	68'342	4
Xinjiang	3'956	<1	626	<1	<1	<1	1'121	<1	20	<1	3'435	<1

Tab. A2-3. Export ausgewählter Produkte 2013 in **Tonnen (t)** der Regionen Beijing, Tjanjin, Hebei, Liaoning, Henan und Xinjiang sowie der Anteil (%) der Provinzen an der insgesamt von China exportierten Menge. *Ölkuchen und andere feste Rückstände aus der Gewinnung von Öl.

Umschlagplätze

Umschlagplätze spielen als Ort der Verunreinigung kaum eine Rolle, weil Pappelsamen kein Handelsgut darstellen. Die wichtigsten Umschlagplätze in der Nähe sind die Häfen von Tjanjin, Qindao, Shanghai und Ningbo-zhohusan.

Weiteres

Folgende chinesische Agrarprodukte, die in die Schweiz importiert werden, könnten aus den Provinzen mit GV-Pappelanbau stammen:

Bohnen. Sie werden aber v.a. in gedörrter, d.h. vorverarbeiteter Form für Speisezwecke eingeführt (146 t pro Jahr). Auch andere trockene Hülsenfrüchte kommen aus China zu uns, aber in weit geringerer Menge (z.B. Linsen, 17 t).

Auch Soja wird von China in die Schweiz importiert, und zwar in ähnlichen Mengen sowohl zu Futter- als auch zu Ernährungszwecken (794 t vs. 588 t). Transportmittel sind Schiff (v.a. Soja-Futter), Bahn oder auch Lastwagen. Soja-Rückstände, die bei uns verfüttert werden, kommen primär per Schiff in die Schweiz (über 9'800 Tonnen).

Buchweizen zu Futterzwecken (25 t), Hirse zur menschlichen Ernährung (159 t) oder zu Futterzwecken (6 t). Diese Waren werden per Bahn oder Lastwagen in die Schweiz gebracht.

Leinsamen und andere ölhaltige Früchte wird in jährlichen Mengen von rund 285 bzw. 195 Tonnen aus China eingeführt, vor allem zu Speisezwecken, seltener als Futtermittel oder für technische Zwecke.

Aus China gelangt auch Zierpflanzenmaterial in die Schweiz. Es sind Mengen um die 100 Tonnen pro Jahr. Die meiste Ware ist gefärbt, gebleicht oder andersweitig, imprägniert oder bearbeitet. Frisches Pflanzenmaterial ist mit nur wenigen Tonnen vertreten.

Quellen

- Staatliches Amt für Statistik von China: Anbauflächen von Landwirtschaftsprodukten 2013:
<http://english.agri.gov.cn/service/ayb/201511/P020151104554814851102.pdf>

Kanada

Relevante GV-Pflanzen und Anbauggebiete

Als verwilderungsfähige GVP wird bisher in Kanada einzig GV-Raps offiziell kultiviert. In der Vergangenheit wurde eine herbizid-tolerante Leinsorte angepflanzt (CDC Triffid, FP967), welche aber seit 2001 nicht mehr angebaut wird (gemäss ISAAA.org). Für Roundup Ready GV-Luzerne besteht in Kanada eine Zulassung. Aufgrund Protesten gegen den Anbau, da es bereits zu Kontaminationen und Problemen der Koexistenz in den USA kam (Greene et al. 2015, Alberta Farm Express), wurde der Anbau gestoppt. Gemäss Informationen von Saatgutimporteuren wird in Kanada seit 2016 nun GV-Luzerne wieder kommerziell angebaut.

In einem ersten Schritt wurden die jeweiligen Anbauggebiete von landwirtschaftlichen Kulturen mit Export in die Schweiz analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass sich die gesamten Hauptanbauggebiete aller oben aufgelisteten Agrarprodukte auf die südliche Region Kanadas beschränken. Mehr als 80% des Ackerlandes konzentriert sich auf die Provinzen Alberta, Saskatchewan und Manitoba (The Canadian Encyclopedia).

Es zeigt sich klar, dass sich die wichtigsten Anbauregionen von Raps, Lein und Luzerne in jeweils mehreren Fällen mit den wichtigen Anbauregionen aller anderen Kulturen mit Export in die Schweiz überschneiden. Aufgrund der geografischen Verteilung der Anbauggebiete lassen sich also keine Agrarprodukte aus Kanada von der Analyse der Warenströme ausschliessen.

Übliche Fruchtfolgen

Raps: Internet-Recherchen ergaben, dass Getreide wie Weizen, Roggen, Hafer und Hirse üblicherweise als Fruchtfolgen mit Raps in Kanada kultiviert werden. Gemäss «Canola Growers Manual» des Canola Council können aber auch Futterpflanzen (z.B. Klee und Luzerne) sowie Hülsenfrüchte (z.B. Erbsen, Linsen) in Fruchtfolge mit Raps angebaut werden. Zudem wird auch Lein und Soja in der Praxis nach Raps angebaut (Canola Council). Es besteht deshalb die Möglichkeit, dass all diese Güter mit GV-Raps verunreinigt sind. Weizen wurde schon vorher als wichtige Importquelle für GV-Raps in die Schweiz erkannt und bestätigt (Schulze et al. 2015). Schwingel und Wiesenlieschgras werden immer öfters auch in Fruchtfolge mit Raps angebaut (Government of Alberta). Da Schwingel und Wiesenlieschgras nur in Form von zertifiziertem Saatgut in die Schweiz importiert werden, erscheint eine Verunreinigung durch GV-Rapsamen aber un-

wahrscheinlich. Werden die genannten Gräser als oder in Heu exportiert, besteht durchaus ein Verunreinigungsrisiko mit GV-Raps. Zusätzlich zu Heu müssen auch Oelkuchen (da hauptsächlich aus Lein und Soja) als potenzielle Importquelle für GV-Raps in Betracht gezogen werden.

Eine Fruchtfolge von Raps mit Sonnenblumen und Senf wird aufgrund der Anfälligkeit für dieselben Krankheiten dagegen nicht empfohlen (Canola Council) und viel weniger praktiziert (Abb. 2-3). Eine Verunreinigung von Sonnenblumen- und Senfsamen mit GV-Raps wird deshalb als weniger wahrscheinlich eingestuft.

Table 4: Previous crop (stubble) distribution (%) of large acreage fields (>120 acres) sown to the major field crops in Manitoba during the period 2008-2012

Previous Crop	Crop Planted									
	Winter Wheat	Spring Wheat	Barley	Oat	Canola	Flax	Field Pea	Soybean	Sunflower	Grain Corn
Winter Wheat	1	4	6	4	5	3	10	7	14	4
Spring Wheat	1	5	17	14	48	50	45	22	31	10
Barley	3	1	7	4	9	9	9	3	8	4
Oat	3	2	5	3	7	11	9	14	20	5
Canola	71	63	41	42	7	8	10	21	2	22
Flax	1	4	4	3	2	<1	1	1	1	NSD
Field Pea	2	1	1	7	1	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
Soybean	NSD	4	3	14	3	2	NSD	15	4	16
Sunflower	NSD	3	5	4	NSD	NSD	NSD	2	<1	3
Grain Corn	NSD	NSD	1	1	1	NSD	NSD	3	4	8
Yield (bu/ac)	330,100	2,109,600	450,000	485,400	2,946,400	168,200		555,300	108,600	184,600

Abb. A2-3: Üblichste Fruchtfolge in der Provinz Manitoba in den Jahren 2008 bis 12. Häufigkeit der vorangegangenen Kulturen (Zeilen) bezogen auf eine nachfolgende Kultur (Spalten) in Prozent. Quelle: http://www.mmpp.com/mmpp.nsf/ym_2014_06_crop_rotation_tables.pdf

Lein: Für Lein sind Getreide und Ölsaaten die wichtigsten Rotationen, jedoch wird empfohlen, Lein nicht nach Raps oder Senf anzubauen. Zudem wird Lein zum Teil als Begleitpflanze zur Ertragssteigerung («Companion Crop») für Klee verwendet (Flax Council). Da Klee aber als zertifiziertes Saatgut importiert wird, ist das Risiko einer Verunreinigung als gering einzustufen (Government of Alberta). Wird Klee aber in oder als Heu exportiert, könnte eine Verunreinigung mit Lein vorhanden sein. Getreide und Ölsaaten könnten zudem potentiell mit GV-Lein kontaminiert sein, und Kontaminationen von Getreide mit GV-Lein wurden auch schon bestätigt (Booker et al. 2014). Da Lein wichtiger Bestandteil von Ölkuchen ist, müssen auch diese als potenzielle Importquelle von GV-Lein betrachtet werden.

Luzerne: Wird oft gemeinsam mit Weizen, Roggen und Hafer angebaut und in Rotation mit Sesam und Mais (Alfalfa Management Guide). Somit würden im Falle eines zukünftigen GV-Luzerneanbaus v.a. Getreide, Sesam und Luzerne selbst eine potentielle Importquelle von GV-Luzerne in die Schweiz darstellen. In den Rückständen nach erfolgter Reinigung von Weizen aus Kanada befinden sich tatsächlich auch keimfähige Luzerne-Samen (KLBS, unpublizierte Ergebnisse). Auch Heu aus Kanada könnte dann mit GV-Luzerne kontaminiert sein. Mais dagegen wird derzeit nicht aus Kanada importiert, müsste andernfalls aber auch als potentiell kontaminiert betrachtet werden.

Weitere Informationen

Auch wenn gewisse Kontaminationsmöglichkeiten aufgrund leicht unterschiedlicher Anbauggebiete ausgeschlossen wurden - zum Beispiel Rapssamen (eher im

Westen angebaut) in Hirse- oder Leinsamen (eher östlich angebaut) - besteht dennoch die Gefahr einer Kontamination mit GV-Produkten. Zum Beispiel wurden Rapssamen bereits in Hirse-, Leinsamen und Kanariensaat gefunden (CML-Bericht), obwohl die Anbauregionen dieser Produkte leicht östlich des Hauptproduktionsortes von Raps liegen (The Canadian Encyclopedia).

Auch wenn Senf nicht in Rotation mit Raps angebaut wird (Canola Council), wurden im Jahre 2003 in von Frankreich importierten Senfsamen geringe Spuren von GV-Rapssamen nachgewiesen. Der Anteil lag aber unter 0.003%, und die kanadische Senfindustrie hat seither verschiedene Massnahmen zur Minimierung der Verunreinigung von Senfsamen getroffen (Demeke et al. 2006).

Quellen

- ISAAA
<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/event/default.asp?EventID=241>
(www.isaaa.org)
- Alberta Farm Express <http://www.albertafarmexpress.ca/2016/02/29>
- Occurrence of Transgenic Feral Alfalfa (*Medicago sativa* subsp. *sativa* L.) in Alfalfa Seed Production Areas in the United States; [Stephanie L. Greene](#), [Sandya R. Kesoju](#), [Ruth C. Martin](#), and [Matthew Kramer](#); *Plos one* 2015
- The Canadian Encyclopedia:
<http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/crops>
- Canola Council: <http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual> contents/chapter-7-soil-preparation/chapter-7#Rotationsandcropsequence
- Low level impurities in imported wheat are a likely source of feral transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Switzerland; Juerg Schulze, Peter Brodmann, Bernadette Oehen, Claudia Bagutti; *Environmental Science and Pollution Research* 2015
- Flax Council: <http://flaxcouncil.ca>
- Government of Alberta: <http://www1.agric.gov.ab.ca>
- Analysis of the Prevalence of CDC Triffid Transgenic Flax in Canadian Grain Stocks; Helen M. Booker, Jenalee M. Mischkolz, Michael St. Louis, and Eric G. Lamb; *AgBioForum* 2014
- Alfalfa Management Guide:
<https://www.agronomy.org/files/publications/alfalfa-management-guide.pdf>
- CML-Bericht: Transport chains and seed spillage of potential GM crops with wild relatives in the Netherlands; Wil L.M. Tamis (CML), T.J. de Jong (IBL)
- Adventitious presence of GMOs: Scientific overview for Canadian grains; T. Demeke, D. J. Perry, and W. R. Scowcroft; *Canadian Journal of Plant Science* 2006

Ukraine

Überschneidungen der Anbauggebiete

Als einzige der verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 wird in der Ukraine GV-Raps kultiviert, wenn auch illegal oder zumindest unabsichtlich. Entsprechend den Angaben in Dolgov et al. (2015) muss aber nur beim Sommerraps der Sorte «Raudis» von einer GV-Pflanzenart ausgegangen werden. Winterraps steht demgegenüber hier nicht zur Diskussion - Gentransfer zwischen Sommer- und Winterraps einmal ausgeblendet.

Die Tabelle A2-4 zeigt, in welchen Regionen der Ukraine Sommerraps angebaut wird und welche der anderen landwirtschaftlichen Kulturen mit Export in die Schweiz in diesen Regionen ebenfalls einen Schwerpunkt haben. Es zeigt sich klar, dass die wichtigsten Anbauregionen von Sommerraps in jeweils mehreren Fällen mit den wichtigen Anbauregionen aller anderen Kulturen mit Export in die Schweiz überschneiden. Aufgrund der geografischen Verteilung der Anbauggebiete lassen sich also keine Agrarprodukte aus der Ukraine von der Analyse der Warenströme ausschliessen.

Der Anteil des Sommerrapses am gesamten Rapsanbau liegt allerdings unter einem Prozent. Selbst wenn der gesamte Sommerraps GVP wären, wäre die Verbreitung von GV-Raps also gering.

Übliche Fruchtfolgen

Direkte Anfragen bei landwirtschaftlichen Forschungsanstalten in der Ukraine zu den üblichen Fruchtfolgen mit Raps blieben leider unbeantwortet. In einem Bericht der FAO fanden wir aber den Hinweis, dass mindestens ein Viertel der Bauern ohnehin Schwierigkeiten haben, die empfohlenen Fruchtfolgen einzuhalten (FAO, 2005). Als Gründe werden mangelndes Grundlagenwissen und die Bevorzugung einzelner profitabler Kulturen genannt. Lehrbuchinformationen zu den Fruchtfolgen würden die Folgerungen zu Kontaminationsszenarien auf den Ackerflächen also kaum beeinflussen.

Weiteres

Für einige weitere Agrarexportprodukte in die Schweiz, für die eine Kontamination mit GVP denkbar wäre, liegen uns keine Angaben zur genaueren regionalen Herkunft in der Ukraine vor. Es handelt sich um Produkte wie Senfsamen, Körnersorghum, Samen von Wicken und Lupinen, die in relativ geringen Mengen importiert werden. Mengenmässig bedeutend ist einzig Stroh und Getreidespreu, von denen immerhin 510 Tonnen jährlich in die Schweiz gelangen.

Anbauflächen in 1000 ha	Winterraps	Sommerraps	Weizen gesamt	Hirse	Hafer	Soja	Gerste gesamt	Roggen gesamt	Buchweizen	Gemeiner Lein	Sonnenblumen
Oblast deutsch											
Ukraine total	663.1	21.3	6853.6	106.3	212.6	2147.3	2818.7	150.5	132.2	1.9	4964.9
Winnyzja	65.9	3.1	378.0	1.1	2.4	223.9	117.0	1.8	9.8	-	187.1
Wolhynien	25.2	0.6	146.0	1.4	37.8	49.1	33.6	26.2	2.0	0.1	2.1
Dnipropetrowsk	42.4	1.4	590.4	10.9	2.8	6.9	270.4	2.8	4.2	-	504.3
Donezk	3.0	0.1	336.0	6.5	4.0	1.0	116.4	2.6	5.2	-	306.7
Schytomyr	18.6	1.3	121.0	3.0	22.4	174.1	29.7	17.5	6.3	0.5	54.9
Transkarpatien	0.5	0.1	33.3	-	2.7	4.5	4.7	0.1	0.1	-	2.7
Saporischschja	23.8	0.2	632.5	15.6	1.7	11.8	221.3	0.9	1.0	-	519.3
Iwano-Frankiwsk	27.6	0.6	70.5	-	4.9	22.3	28.1	3.0	2.2	-	12.1
Kiew	35.5	0.7	206.5	0.8	6.9	216.5	72.2	10.6	7.5	-	116.9
Kirowohrad	23.0	0.8	308.6	3.2	1.6	176.2	153.2	0.7	3.2	-	541.2
Luhansk	0.7	-	220.4	5.4	6.2	0.1	52.8	3.3	1.4	-	279.8
Lwiw	53.1	0.6	180.9	-	16.7	38.5	49.4	5.4	5.1	0.2	11.2
Mykolajiw	20.6	0.5	428.1	9.1	1.7	21.2	353.7	0.4	4.2	-	448.4
Odessa	64.7	1.6	573.1	13.9	6.4	7.3	402.2	0.5	1.1	-	393.1
Poltawa	8.3	0.3	296.9	4.4	4.1	215.6	111.4	4.5	4.3	-	310.6
Riwne	19.6	0.4	103.6	0.1	21.0	77.7	47.7	19.7	3.8	-	3.3
Sumy	9.1	1.1	249.2	3.8	12.8	104.2	58.9	8.9	19.7	0.4	170.7
Ternopil	53.9	0.4	201.9	0.2	4.7	105.3	94.6	2.4	12.9	-	31.4
Charkiw	14.0	0.0	562.3	12.5	9.3	34.4	170.7	6.0	14.7	-	391.2
Cherson	31.3	0.6	498.5	8.6	2.6	92.9	214.4	2.7	0.4	-	280.4
Chmelnyzkj	70.0	0.4	216.9	0.2	6.3	266.8	94.0	3.1	11.0	0.2	39.0
Tscherkassy	37.1	0.8	255.6	0.8	1.8	140.2	74.1	2.4	2.1	-	186.1
Tscherniwzi	7.8	0.0	43.6	-	0.9	72.0	18.1	0.5	0.1	-	10.5
Tschernihw	7.4	5.7	199.8	4.8	30.9	84.8	30.1	24.6	9.9	0.6	161.9
Import CH (t)			2051.0	831.0	330.0	135.0	87.0	82.0	31.0	20.0	8.0

Tab. A2-4: Übersicht der Anbauflächen im Jahr 2014 von Raps und anderen Ackerfrüchten in den Regionen (Oblaste) der Ukraine. Potenziell als GVP zu betrachten ist vor allem der Sommerraps (Sorte «Raudis, Dolgov et al. 2015). Gelb (Raps) bzw. grau (übrige Kulturen) unterlegt sind Oblaste, die mindestens 5 Prozent der Anbaufläche einer Kultur enthalten. Anbauflächen in 1000 ha; Importe in die CH (letzte Zeile) in Tonnen.

Quellen

- Staatliches Amt für Statistik der Ukraine (2015): Anbauflächen von Landwirtschaftsprodukten 2015 (https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm).
- FAO (2005): Fertilizer use by crop in Ukraine. First Version, Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Bericht, 57 S. (<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuseukraine.pdf>)

USA

Relevante GV-Pflanzen und Anbaubereiche

An verwilderungsfähigen GVP gemäss Kapitel 6 werden in den USA GV-Raps und GV-Luzerne kultiviert. Zusätzlich ist GV-Straussgras zu beachten, das sich in Teilen Oregons (NW-USA) unkontrolliert ausbreitet.

Anteil GV-Raps an der gesamten Rapsproduktion (James 2014, 2015):

- 2013: 93%
- 2014: 94%

Der Rapsanbau in den USA konzentriert sich auf North Dakota und in geringerem Ausmass auf Oklahoma (Abb. A2-4). Weiter finden sich Raps-Anbaubereiche in Kansas und verschiedenen Staaten des Nordwestens.

Anteil GV-Luzerne an der gesamten Luzerneproduktion (GMO Compass 2014):

- 2013: ca. 30%

Verbreitung GV-Straussgras, *Agrostis stolonifera*: ursprünglich eng beschränkt auf eine Test-Anbauregion nördlich von Madras, Oregon (Zapiola & Mallory-Smith 2012); danach mit starker Tendenz zur Ausbreitung: Ausbreitungsergebnisse nachgewiesen über mehr als 20 Kilometer (Snow 2012). Das genaue Verbreitungsgebiet ist aber nicht bekannt.

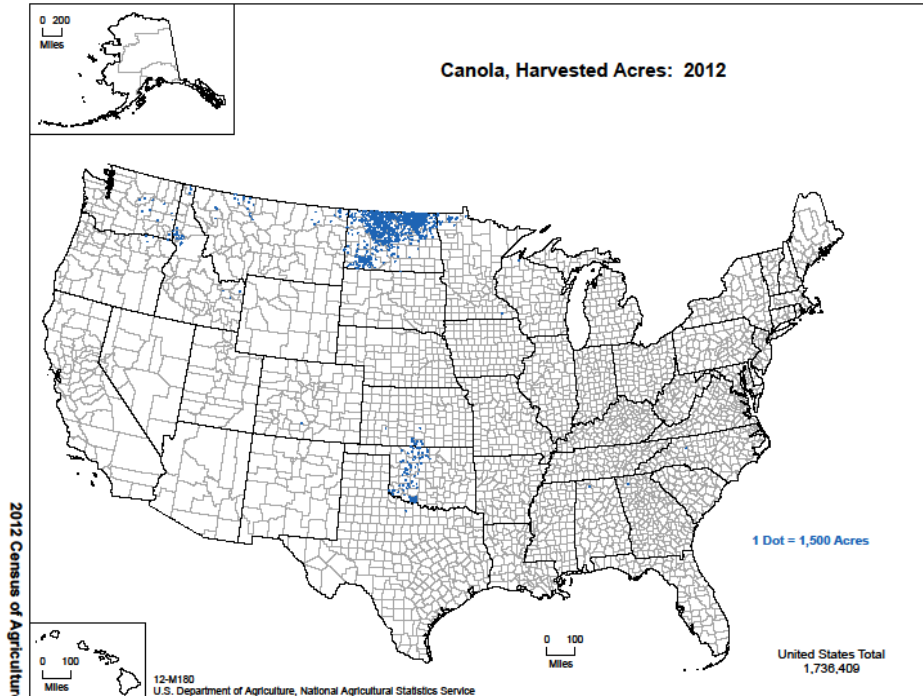


Abb. A2-4: Anbaubereiche von Raps in den USA, 2012 (USDA)

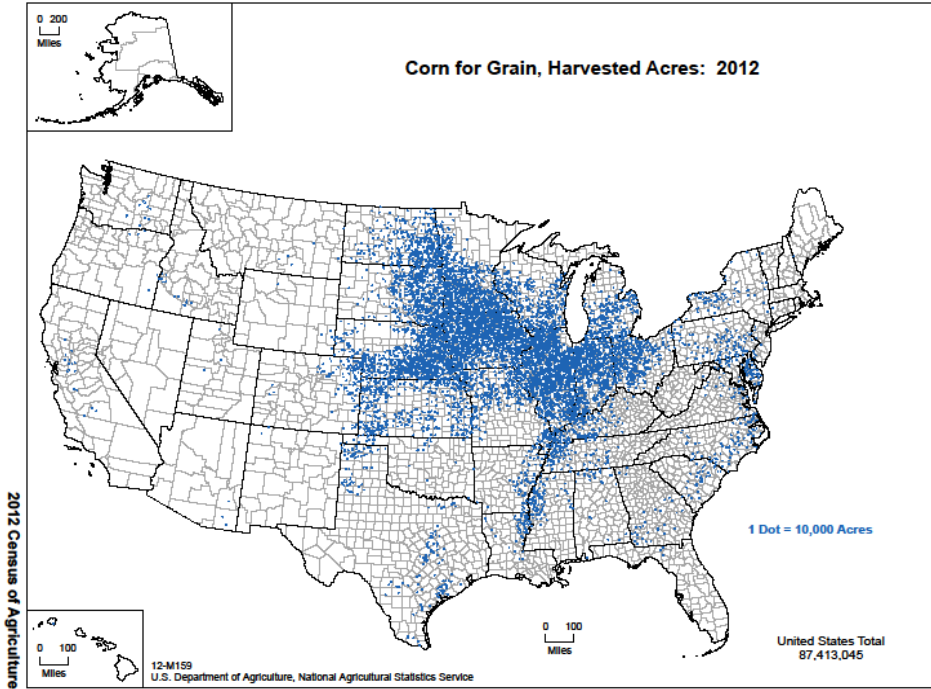


Abb. A2-5: Anbauegebiete von Mais in den USA, 2012 (USDA)

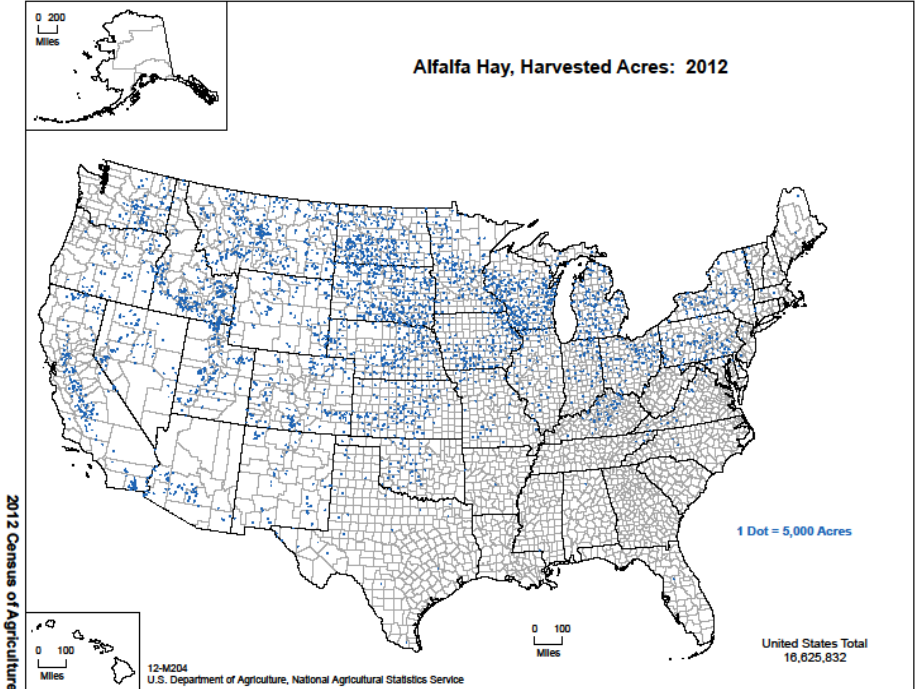


Abb. A2-6: Anbauegebiete von Luzerne (Alfalfa) in den USA, 2012 (USDA)

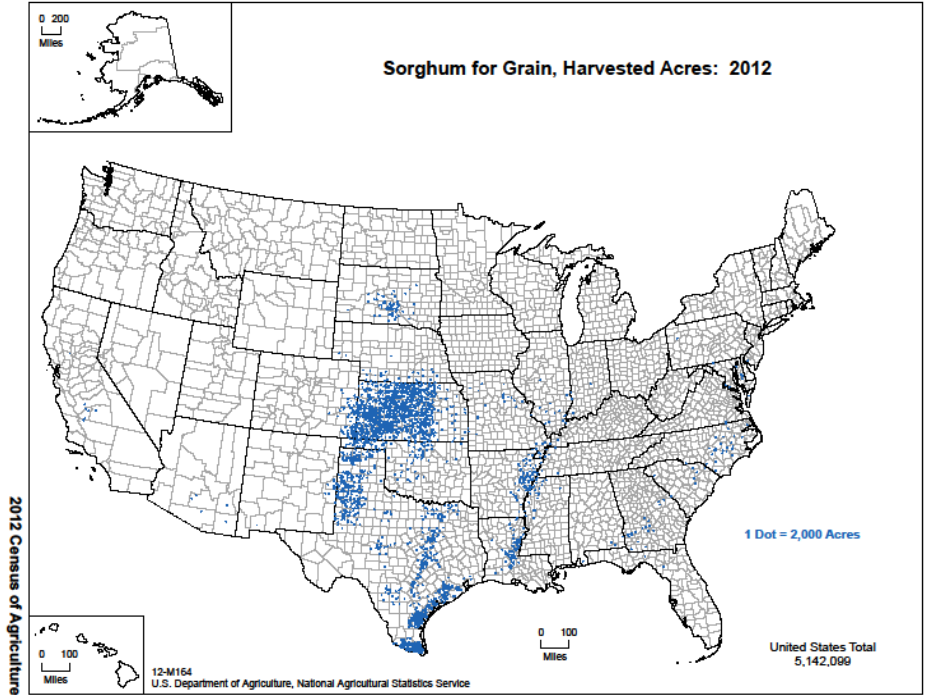


Abb. A2-7: Anbauggebiete von Sorghumhirse in den USA, 2012 (USDA)

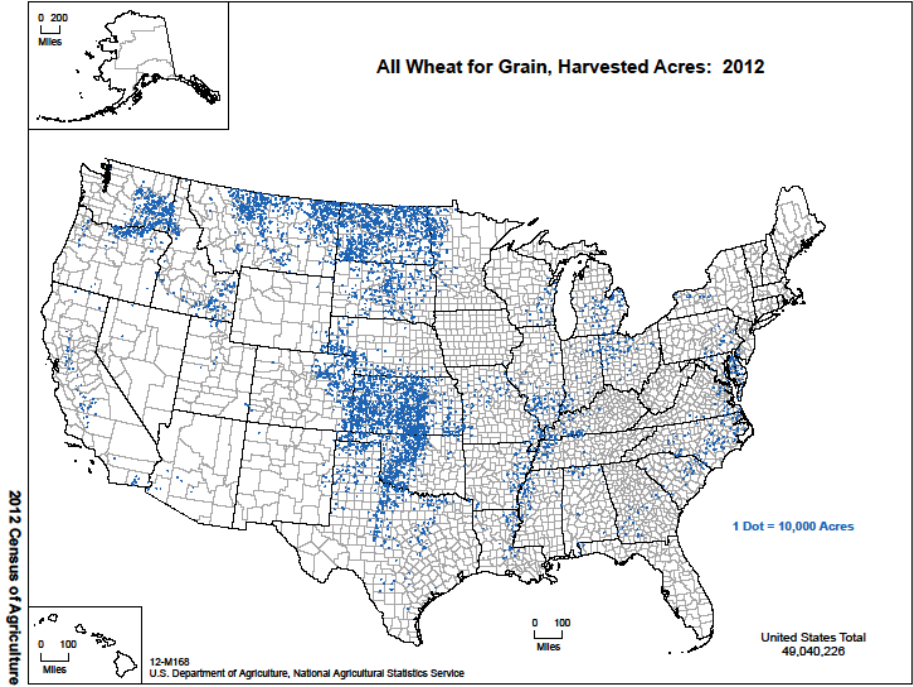


Abb. A2-8: Anbauggebiete von Weizen in den USA, 2012 (USDA)

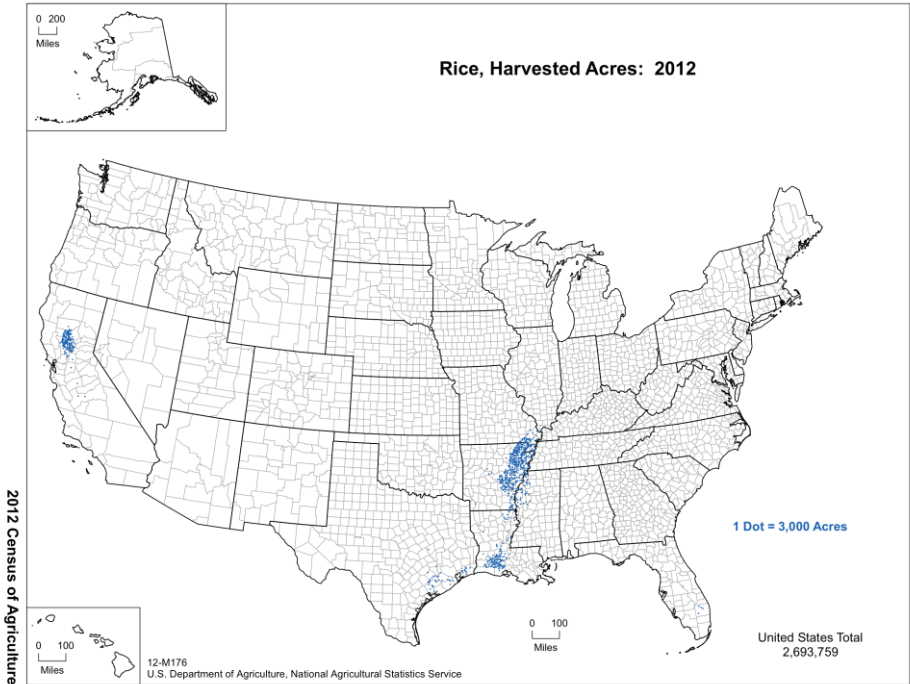


Abb. A2-9: Anbauegebiete von Reis in den USA, 2012 (USDA)

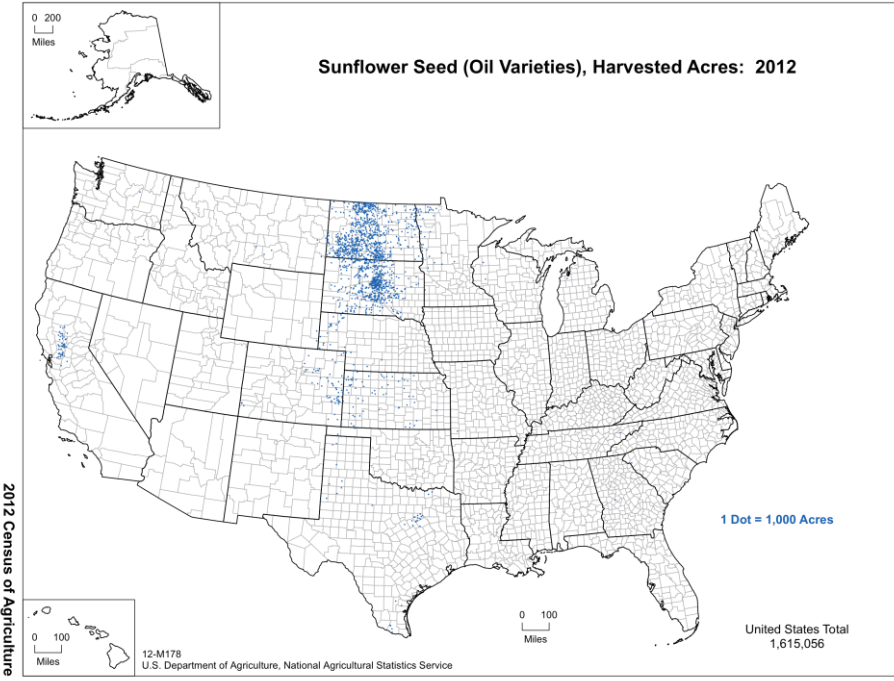


Abb. A2-10: Anbauegebiete von Sonnenblume (Ölorten) in den USA, 2012 (USDA)

Luzerne wird ausser in den süd- und südöstlichen Staaten in den ganzen USA angepflanzt (Abb. A2-6). Bei Probenahmen in den Jahren 2011 und 2012 wurden in Kalifornien, Idaho und Washington auch bereits weiträumig verwilderte GV-Luzernepopulationen gefunden (Greene et al. 2015).

Die Anbauggebiete von Raps und Luzerne überlappen ganz oder teilweise mit den Anbaugebieten für Weizen (Abb. A2-8), Mais (Abb. A2-5) und Hirse⁹ (Abb. A2-7). Sowohl Weizen (3'626 t), Mais (371 t) als auch Hirse (266 t) werden in grösseren Mengen in die Schweiz importiert (s. Importstatistiken).

Die Hauptanbauggebiete der Importgüter Linsen (44 t), Bohnen (darunter auch Vigna spp., 24 t), Kichererbsen (16 t) und Lein (8 t) liegen in Montana, North Dakota, South Dakota sowie Teilgebieten Washingtons, Idahos und Oregons (USA Dry Pea & Lentil Council) und überlappen damit ebenfalls mehr oder weniger mit den Anbaugebieten für Raps und Luzerne.

Übliche Fruchtfolgen beim Raps- und Luzerneanbau in den USA

Raps:

Als Fruchtfolgen beim Rapsanbau werden häufig Getreidearten angebaut (Weizen, Hafer, Gerste, Mais, Hirse), da diese keine Krankheiten mit Raps teilen und deshalb ideale Folgekulturen sind (Great Plains Canola Production Handbook 2009). Jedoch wird auch eine grosse Zahl anderer Kulturen wie Luzerne, Soja, Linsen, Feldbohnen und Erbsen in Rotation mit Raps angebaut (Great Plains Canola Production Handbook 2009, USDA Economic Research Service).

Aufgrund des gängigen Fruchtwechsels zwischen Raps und Getreide sind Verunreinigungen mit Rapssamen in Weizen-, Mais- und Hirseimporten grundsätzlich möglich. Es ist davon auszugehen, dass das Kontaminationsrisiko bei Mais aufgrund der Grösse der Pflanzen und der speziellen Verarbeitung der Maiskolben, welche im Mähdrescher entkörnt werden, geringer ist als bei Weizen oder Hirse. Im Vergleich zu kanadischem Weizen, bei welchem bereits Kontamination mit GV-Raps belegt wurde (Schulze et al. 2015), scheint das Kontaminationsrisiko für amerikanischen Weizen zudem geringer zu sein, da die USA deutlich mehr Weizen und viel weniger Raps als Kanada produzieren (Tabelle A2-5).

Country	Crop	Production in tonnes					
		2010	2011	2012	2013	2014	Mean
Canada	Rapeseed	12'773'300	14'164'500	15'409'500	17'954'800	15'555'100	15'171'440
	Wheat	23'166'800	25'261'400	27'205'200	37'529'600	29'280'800	28'488'760
USA	Rapeseed	1'113'390	698'910	1'086'870	1'003'550	1'140'140	1'008'572
	Wheat	60'062'408	54'418'808	61'677'384	57'966'656	55'395'400	57'904'131

Tab. A2-5: Produktion von Weizen und Raps (Rapeseed) in Kanada und den USA von 2010 – 2014 (FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>)

⁹ In den Importstatistiken werden Sorghum- und Millethirsens nicht unterschieden. Sorghumhirse macht aber über 90% der amerikanischen Hirseproduktion aus (FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/home/E>), weshalb bei der Recherche zu Anbaugebieten und Fruchtfolgen nur Sorghumhirse berücksichtigt wurde.

Raps kann auch in Fruchtfolgen mit Linsen, verschiedenen Bohnen oder Kichererbsen angebaut werden, weshalb eine Verunreinigung dieser für die Schweiz relevanten Importgüter mit Rapsamen nicht ausgeschlossen werden kann.

Luzerne:

Luzerne wird als Futterpflanze und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit (Stickstoff-Fixation) angepflanzt. Je nach Region wird sie in Fruchtfolge mit sehr unterschiedlichen Kulturen angebaut wie z.B. Weizen, Hirse, Hafer, Mais, Gerste, Zuckerrüben, Baumwolle, Tomaten und Futtergräsern (Putnam et al. 2007, Oklahoma State University). Ebenfalls beliebt sind Fruchtfolgen von Reis und Leguminosen (Wikipedia). Als Leguminose in dieser Fruchtfolge kommt in aller Regel Soja zum Einsatz, doch auch Luzerne wäre denkbar (Lopes et al. 2014). Allerdings überschneiden sich die Anbaugebiete von Reis und Luzerne in den USA praktisch nicht (Abb. A2-6 und A2-9).

Durchwuchs von Luzerne in Folgekulturen ist im Vergleich mit Raps ein geringeres Problem. Dennoch ist Durchwuchs bei mangelhafter Aufhebung von Luzernekulturen möglich (Yost et al. 2015). In kanadischen Weizenimporten wurden schon vereinzelte Luzernesamen gefunden (unpublizierte Resultate KLBS). Ob diese Verunreinigungen bei der Ernte oder erst bei der folgenden Verarbeitung zustande kamen, ist unklar. Grundsätzlich kann die Möglichkeit einer Verunreinigung von Weizen-, Mais- und Hirseimporten mit Luzernesamen nicht ausgeschlossen werden.

Linsen, Bohnen und Kichererbsen werden als Leguminosen typischerweise in Fruchtfolgen mit Getreidearten angebaut (USA Dry Pea & Lentil Council). Anbaubedingte Verunreinigungen dieser Importgüter mit Luzernesamen sind deshalb wohl eher unwahrscheinlich.

Ob für die aufgeführten relevanten Importgüter ein Kontaminationsrisiko aufgrund der Verarbeitungs- und Transportprozesse besteht, konnten wir im gegebenen zeitlichen Rahmen leider nicht abklären.

Quellen

- GMO Compass (2014):
http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/506.usa_cultivation_gm_plants_2013.html
- Greene, S.L., Kesoju, S.R., Martin, R.C., Kramer, M. (2015): Occurrence of transgenic feral alfalfa (*Medicago sativa* L.) in alfalfa seed production areas in the United States. PLoS ONE 10(12): e0143296.
- USDA (United States Department of Agriculture): Census of Agriculture
https://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/Online_Resources/Ag_Atlas_Maps/Crops_and_Plants/
- Great Plains Canola Production Handbook (2009)
<http://canola.okstate.edu/ocesfactsheets/canolaproductionhandbook2009.pdf>
- Lopes et al. 2014: Bacterial community variations in an alfalfa-rice rotation system revealed by 16S rRNA gene 454-pyrosequencing. FEMS Microbiol Ecol 87. 650–663.
- USDA (United States Department of Agriculture) Economic Research Service <http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx>

- Schulze, J., Brodmann, P., Oehen, B., Bagutti, C. (2015): Low level impurities in imported wheat are a likely source of feral transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Switzerland. *Environ Sci Pollut Res* 22:21 16936-16942
- Putnam, D.H., Summers, C.G., Orloff, S.B. (2007) Alfalfa production systems in California
http://alfalfa.ucdavis.edu/IrrigatedAlfalfa/pdfs/UCAlfalfa8287ProdSystems_fre_e.pdf
- Oklahoma State University: Alfalfa production guide for the Southern great plains
http://lubbock.tamu.edu/files/2011/10/Okla-St-Alfalfa-Production-Guide_8.pdf
- USA Dry Pea & Lentil Council <http://www.pea-lentil.com/core/files/pealentic/uploads/files/Chapter3.pdf>
- Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Rice_cultivation_in_Arkansas
- Yost, M.A., Coulter, J.A., Russelle, M.P. (2015): Managing the rotation from alfalfa to corn <http://www.extension.umn.edu/agriculture/corn/cropping-systems/managing-rotation-from-alfalfa-to-corn/docs/managing-rotation-from-alfalfa-to-corn.pdf>

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Boden und Biotechnologie, Sektion Biotechnologie, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Hintermann & Weber AG

Autor/Autorin: Christoph Bühler, Lukas Kohli, Matthias Knecht; In Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt

Hinweis: Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich