

Konzept zur Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln¹

Arbeitspapier des Arbeitskreises PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des Verbandes Deutscher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)

Version 2, Stand: Februar 2011

Aktualisiertes Arbeitspapier, ersetzt Nr. VI-Ö-14, Version 1 vom 12.09.2005, erarbeitet von Eger M., LUFA Nord-West; Hormisch D.E., LUFA Speyer; Mäde D., LAV Sachsen-Anhalt; Pecoraro S., LGL Bayern; Westphal K., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

1. Grundsätze	3
1.1 Zielsetzung	3
1.2 Gesetzliche Bestimmungen	3
1.2.1 Zulassung von GVO als Futtermittel in der EU	3
1.2.2 Kennzeichnungspflichtige Futtermittel und Form der Kennzeichnung	4
2. Unterschiede zwischen Futtermitteln und Lebensmitteln mit Auswirkungen auf die Überwachung der VO (EU) Nr. 1830/2003	7
3. Probenahmeverfahren zur Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln	8
3.1 Probenahmeverfahren von Futtermitteln.....	8
3.2 Übersicht über GVO-Probenahmeverfahren aus anderen Bereichen.....	8
4. Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln	10
4.1 Analyseverfahren und -methoden	10
4.2 Probenvorbereitung.....	11
4.3 DNA-Extraktion	11
4.4 Analysensysteme – qualitative und quantitative Verfahren.....	12
4.4.1 Konventionelle PCR.....	12
4.4.2 Real-Time PCR.....	12
4.5 Allgemeine Methodenübersicht.....	13
4.5.1 Europäische Standards und Methoden	13
4.5.2 Nationale Standards und Methoden.....	14
4.5.2.1 Nationale Standards nach § 28b GenTG	14
4.5.2.2 Nationale Standards nach § 64 LFGB	14
4.5.2.3 Methoden zum Nachweis von transgenen Kulturpflanzen und zur Untersuchung von Saatgut - Methodensammlung des Bund/Länder-Ausschusses Gentechnik (LAG).....	16
4.6 Empfehlung von Methoden zum Nachweis von GVO und daraus hergestellten Materialien in Futtermitteln.....	16
4.7 Sicherung der Analysenqualität	16
4.7.1 Referenzmaterial	16
4.7.2 Kontrolluntersuchungen	17
4.7.3 Ringversuche und Laborvergleichsuntersuchungen	17
4.8 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse.....	18

¹ Gentechnisch veränderte Futtermittel sind gemäß VO 1829/2003, Art. 2, Punkt 7 Futtermittel, die GVO enthalten, daraus bestehen oder hergestellt werden.

4.8.1	Auswertung der Messergebnisse bei der qualitativen Bestimmung.....	18
4.8.2	Auswertung der Messergebnisse bei der quantitativen Bestimmung	18
4.8.3	Anmerkungen.....	19
4.8.4	Anforderungen an den Prüfbericht.....	20
5.	Empfehlungen zur Futtermittelauswahl.....	21
5.1	Einfluss des Verarbeitungsgrades	21
5.2	Einfluss der Zusammensetzung.....	21
5.3	Gentechnisch veränderte Pflanzenarten in Futtermitteln und geeignete Nachweis- verfahren.....	22
5.3.1	Soja.....	22
5.3.2	Mais.....	23
5.3.3	Raps	23
5.3.4	Baumwolle.....	24
5.3.5	Zuckerrübe.....	24
5.3.6	Kartoffel.....	25
5.3.7	Reis.....	25
5.3.8	Lein.....	26
6.	Glossar.....	27
7.	Literatur	28
8.	Übersicht Internetadressen.....	30
8.1	EU-Ebene.....	30
8.2	Nationale Ebene.....	31
8.3	Sonstige	31
9.	Anmerkungen.....	32
10.	Anlagen.....	32
Anlage A	Von der EU-Kommission veröffentlichte Methoden zur Bestimmung von GVO und daraus hergestellten Materialien	
Anlage B	Zertifizierte Referenzmaterialien	
Anlage C	Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Soja-Einzelfutter- mitteln	
Anlage D	Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Mais-Einzelfutter- mitteln	
Anlage E	Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Raps-Einzelfutter- mitteln	
Anlage F	Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Mischfuttermitteln	

1. Grundsätze

1.1 Zielsetzung

Seit dem 18.04.2004 ist die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 [1] über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union anzuwenden.

Mit der Veröffentlichung der Verordnung (EG) Nr. 65/2004 [2] über ein System für die Entwicklung und Zuweisung spezifischer Erkennungsmarker für genetisch veränderte Organismen trat in den Mitgliedsstaaten am 15.04.2004 auch die Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 [3] über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebens- und Futtermitteln in Kraft.

Ein wesentlicher Punkt bei der Umsetzung dieser Verordnungen ist die Überwachung der Einhaltung der Verordnungen auch auf analytischer Ebene.

Zum einen sollen Futtermittel im Zusammenhang mit GVO auf deren Deklarationspflicht hin kontrolliert werden, zum anderen, ob in der EU nicht zugelassene GVO oder daraus hergestellte Materialien im Futtermittel enthalten sind.

Da die genannten Verordnungen für Futtermittel andere Regelungen in Bezug auf zugelassene Events vorsehen als für Lebensmittel, ergeben sich in Konsequenz teilweise unterschiedliche Anforderungen an die analytische Überwachung. Weiterhin sind Unterschiede in der Zusammensetzung von Lebens- und Futtermitteln in der Analytik zu berücksichtigen. Entsprechend wurde vom Arbeitskreis PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA das vorliegende Konzept erarbeitet, welches dem derzeitigen Stand der Wissenschaft und Technik entspricht.

Ein regelmäßiger Informationsaustausch zwischen Vertretern der Überwachung und der Analytik bezüglich Gentechnik in Futtermitteln wird empfohlen.

1.2 Gesetzliche Bestimmungen

1.2.1 Zulassung von GVO als Futtermittel in der EU

GVO werden auf Antrag von der EU zum Einsatz in Futtermitteln sicherheitsbewertet und zugelassen. Die zugelassenen Futtermittel werden in das Gemeinschaftsregister für gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel eingetragen. Informationen über den Stand der Zulassung von GVO bzw. eine Aufnahme in die Liste nach Art. 18 der VO (EG) Nr. 641/2004 [4] sind über folgende Internetadressen zugänglich:

- Europäisches Gemeinschaftsregister:
http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm

- Übersicht über die in der EU zugelassenen genetisch veränderten Futtermittel:
http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/gmo_authorisation_en.htm
http://www.bfr.bund.de/cm/208/antraege_gvo_lm_fm_vo_1829.pdf
<http://www.transgen.de/zulassung/>
<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>
- Übersicht über die in der EU in der Zulassung befindlichen gentechnisch veränderten Futtermittel:
http://www.bfr.bund.de/cm/208/antraege_gvo_lm_fm_vo_1829.pdf
<http://www.transgen.de/zulassung/>
<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>

Je nach Zulassungsstatus des Events gelten gemäß VO (EG) 1829/2003 unterschiedliche Regelungen (siehe Tab. 1):

Zugelassene GVO und daraus hergestellte Materialien sind in Futtermitteln erlaubt; diese Futtermittel sind jedoch zu kennzeichnen (siehe 1.2.2). Ausgenommen von der Kennzeichnung sind zufällige oder technisch unvermeidbare Beimengungen an GVO bis zu einem Gehalt von nicht höher als 0,9 %.

Für nicht zugelassene GVO und daraus hergestellte Materialien besteht innerhalb der EU ein Verkehrsverbot.

Tab. 1: Einteilung von GVO und daraus hergestellten Materialien gemäß VO (EG) 1829/2003

	Zulassungsstatus von GVO und daraus hergestellten Materialien	Schwellenwert	Folgen bei Überschreiten des Schwellenwertes
1	in der EU zugelassen	> 0,9%	Kennzeichnungspflicht
		≤ 0,9 %	Kennzeichnungspflicht, wenn nicht zufällig oder technisch unvermeidbar
2	in der EU nicht zugelassen	kein	Verkehrsverbot

1.2.2 Kennzeichnungspflichtige Futtermittel und Form der Kennzeichnung

Die VO (EG) 1829/2003 besagt, dass grundsätzlich alle Futtermittel, die in der EU zugelassene GVO enthalten, daraus bestehen oder aus solchen hergestellt wurden, zu kennzeichnen sind.

Ausnahmen davon gelten unterhalb des Schwellenwertes (siehe Tab. 1) bei Nachweis des Unternehmens, dass diese Gehalte zufällig oder technisch unvermeidbar in das Futtermittel gelangt sind.

Eine Kennzeichnungspflicht besteht bei Überschreiten des Schwellenwertes von 0,9 % (Art. 24 Abs. 2 der VO (EG) Nr. 1829/2003 [1]).

Der gesetzlich festgelegte Schwellenwert gilt laut VO (EG) Nr. 1829/2003 Art. 24 Abs. 2 [1] im Kontext mit VO (EG) Nr. 641/2004 Art. 19 Abs. 2 [4] für das Futtermittel und jeden Futtermittelbestandteil, aus dem es besteht.

Dies bedeutet, dass auch die einzelnen deklarierten Komponenten eines Mischfuttermittels selbst den Anforderungen der oben genannten VO bezüglich des Schwellenwertes unter-

liegen, auch wenn mehrere Komponenten einer Pflanzenart (wie z. B. Maiskleber, Maischrot, Maismehl) im Futtermittel enthalten sind.

Bei Vorliegen mehrerer unterschiedlicher GVO oder daraus hergestellter Materialien einer Pflanzenart in einem Futtermittelbestandteil sind zur Überprüfung des Schwellenwertes die festgestellten Anteile der einzelnen Events zu addieren.

Die Kennzeichnungspflicht besteht für gentechnisch veränderte Futtermittel, selbst wenn die gentechnische Veränderung aufgrund der Verarbeitung im Futtermittel analytisch nicht mehr nachweisbar ist (nachweisunabhängige Kennzeichnung).

Die Anforderungen an die Form der Kennzeichnung von Futtermitteln sind im Art. 25 der VO (EG) Nr. 1829/2003 [1] beschrieben. Die Kennzeichnung ist deutlich sichtbar, lesbar und unauslöschlich auf einem Begleitpapier oder gegebenenfalls auf der Verpackung, dem Behältnis oder einem daran befestigten Etikett vorzunehmen.

Für Futtermittel bzw. Futtermittelbestandteile, die einen GVO enthalten oder aus einem GVO bestehen, hat die Kennzeichnung mit den Worten „genetisch veränderter [Bezeichnung des Organismus]“ unmittelbar nach dem spezifischen Namen des Futtermittels zu erfolgen (siehe Tab. 2).

Futtermittel bzw. -bestandteile, die aus GVO hergestellt wurden, müssen mit den Worten „aus genetisch verändertem [Bezeichnung des Organismus] hergestellt“ gekennzeichnet werden (siehe Tab. 2).

Zusätzlich ist der bzw. sind die GVO-spezifische(n) Erkennungsmarker schriftlich mitzuteilen (Art. 4 der VO (EG) Nr. 1830/2003 [3]), wenn das Futtermittel bzw. dessen Bestandteile GVO im Sinne der Richtlinie 2001/18/EG [5] ist bzw. sind oder solche enthalten. Die Mitteilungspflicht der Erkennungsmarker gilt nicht für verarbeitete, nicht mehr vermehrungsfähige gentechnisch veränderte Materialien.

Tab. 2: Nach VO (EG) Nr. 1829/2003 [1] und VO (EG) Nr. 1830/2003 [3] zu kennzeichnende Futtermittelbestandteile und Form der Kennzeichnung

	Futtermittelbestandteil	Beispiel	Form der Kennzeichnung	gesetzliche Bestimmungen
zu kennzeichnen				
1	das Futtermittel besteht aus einem GVO	vermehrungsfähige gv-Körner, z. B. vermehrungsfähige gv-Sojabohnen oder gv-Maiskörner als Einzelfuttermittel	„genetisch veränderter“ [Bezeichnung des Organismus] zusätzlich: Angabe des spezifischen Erkennungsmarkers	Art. 25 Abs. 2 a der VO (EG) Nr. 1829/2003 Art. 4 Abs. 1 bis 3 der VO (EG) Nr. 1830/2003
2	das Futtermittel enthält GVO	Einzel- und Mischfutter mit vermehrungsfähigen gv-Körnern	„genetisch veränderter“ [Bezeichnung des Organismus] zusätzlich: Angabe des spezifischen Erkennungsmarkers	Art. 25 Abs. 2 a der VO (EG) Nr. 1829/2003 Art. 4 Abs. 1 bis 3 der VO (EG) Nr. 1830/2003
3	das Futtermittel ist aus GVO hergestellt (unabhängig von der Nachweisbarkeit im Endprodukt)	Sojaöl aus gv-Sojabohnen oder Mischfuttermittel, das Sojaextraktionsschrot aus gv-Sojabohnen enthält	„aus genetisch verändertem [Bezeichnung des Organismus] hergestellt“	Art. 25 Abs. b der VO (EG) Nr. 1829/2003; Art. 5 Abs. 1 bis 4 der VO (EG) Nr. 1830/2003
4	Produkte eines Tieres, das ein GVO ist *: aus GVO hergestellt	Fleisch und Milch von einem transgenen Tier	„aus genetisch verändertem [Bezeichnung des Organismus] hergestellt“	Art. 13 Abs. 1 der VO (EG) Nr. 1829/2003
nicht zu kennzeichnen				
5	Produkte von Tieren, die „mit“ GVO gefüttert werden	Tier gefüttert mit gv-Mais	keine Kennzeichnung von tierischen Produkten, wie z. B. Eier, Milch, Fleisch	Erwägungsgrund 16 der VO (EG) Nr. 1829/2003
6	Produkte, die „mit Hilfe“ eines GVO hergestellt sind	Enzym, Vitamin oder Aminosäure als Zusatzstoff, produziert von einem konventionellen Mikroorganismus aus einem gv-Substrat (z. B. gv-Mais). gv-Substrat ist im Endprodukt nicht enthalten	keine Kennzeichnung	
7	Produkte, die „mit Hilfe“ eines GVO hergestellt sind	Enzym, Vitamin oder Aminosäure als Zusatzstoff, produziert von gv-Mikroorganismus aus einem konventionellen Substrat (z. B. Mais). gv-Mikroorganismus ist im Endprodukt nicht enthalten	keine Kennzeichnung	

gv: gentechnisch verändert

* Derzeit (April 2010) ist kein transgenes Tier in der EU zur Lebensmittelproduktion zugelassen.

2. Unterschiede zwischen Futtermitteln und Lebensmitteln mit Auswirkungen auf die Überwachung der VO (EU) Nr. 1830/2003

Bis zur Umsetzung der VO (EG) Nr. 1829/2003 wurde nicht zwischen konventionellen Futtermitteln und gentechnisch veränderten Futtermitteln differenziert. Für die Futtermittelproduktion wurden bis dahin auch Ausgangsprodukte verwendet, die aufgrund ihres Gehaltes an GVO oder daraus hergestellten Materialien in der Lebensmittelproduktion nicht eingesetzt wurden (z. B. RoundupReady® Soja). Aus diesem Grund wird in zahlreichen Futtermitteln ein anderer Konzentrationsbereich an GVO erwartet und festgestellt als in Lebensmitteln.

Unterschiede in der Produktion von Futtermitteln und Lebensmitteln sind bei der Beurteilung der Zufälligkeit oder technischen Unvermeidbarkeit von GVO oder daraus hergestellten Materialien in Futtermitteln zu berücksichtigen.

Sämtliche in Futtermitteln zugesetzte Enzyme gelten, anders als bei Lebensmitteln, als Zusatzstoffe und sind nicht kennzeichnungspflichtig.

Das Spektrum an Pflanzenarten, welches bezüglich GVO und daraus hergestellten Materialien in Lebens- und Futtermitteln zu überwachen ist, unterscheidet sich teilweise (z. B. Baumwolle).

Für Futtermittel ist ein anderes Spektrum an GVO zugelassen als für Lebensmittel.

Die Pflanzenteile, die zur Lebens- und Futtermittelherstellung eingesetzt werden, unterscheiden sich teilweise (z. B. Maispflanzen, Raps- und Sojaextraktionsschrote sowie Zuckerrübenschnitzel als Neben- und Abfallprodukte der Lebensmittelherstellung).

In der Futtermittelherstellung werden andere Verarbeitungs- und Prozessierungsverfahren (z. B. Melassierung zur Pelletierung, Extrudation, Herstellung von Extraktionsschroten) eingesetzt.

Diese Aspekte haben Auswirkungen auf die Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln und sind für die Probenauswahl, die Probenvorbereitung, die Analysen-Strategie und die Bewertung der Analyseergebnisse zu berücksichtigen.

3. Probenahmeverfahren zur Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln

3.1 Probenahmeverfahren von Futtermitteln

Für Futtermittel gilt die VERORDNUNG (EG) Nr. 152/2009 DER KOMMISSION vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln [6] bzw. die nationale Futtermittel-Probenahme- und Analyseverordnung [7]. Die dort vorgesehenen Probenmengen reichen für eine repräsentative quantitative GVO-Analytik von Futtermitteln mit Ganzkornmaterial nicht aus.

Eine Empfehlung der EU-Kommission für eine technische Anleitung für Probenahme und Nachweis von gentechnisch veränderten Organismen und von aus gentechnisch veränderten Organismen hergestelltem Material als Produkt oder in Produkten im Kontext der VO (EG) Nr. 1830/2003 liegt vor [8]. Diese Empfehlung wird im Probenahmeschema des Arbeitskreises PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA [9] berücksichtigt. Das Probenahmeschema basiert auf der Futtermittel-Probenahme- und Analyseverordnung und wird im GVO-Orientierungsrahmen zur Überwachung des Herstellens, Behandeln, Verwendens und Inverkehrbringens von Futtermitteln im Zusammenhang mit gentechnisch veränderten Organismen [10], der von den zuständigen Behörden des Bundes und der Länder erarbeitet wurde, empfohlen.

3.2 Übersicht über GVO-Probenahmeverfahren aus anderen Bereichen

Folgende, im Zusammenhang mit der Probenahme von GVO-haltigem Material stehende Konzepte sind nicht explizit auf die Beprobung von Futtermitteln ausgerichtet bzw. befinden sich im Entwurfstadium (Anmerkungen sind kursiv markiert):

- **EU-Richtlinie 98/53/EG zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten [11]**
- nicht anwendbar, da GVO keine Kontaminanten darstellen
- **DIN CEN/TS 15568 (2007): Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – sampling strategies** (siehe Tab. 3)
- **2004/787/EG - Empfehlung der Kommission für eine technische Anleitung für Probenahme und Nachweis von genetisch veränderten Organismen und von aus genetisch veränderten Organismen hergestelltem Material als Produkt oder in Produkten im Kontext der Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 [8]**
- die Anwendung dieser Empfehlung in der Praxis ist sehr aufwendig, kann aber in Einzelfällen erforderlich sein

- **ISTA rules** (<http://www.seedtest.org>)
- *gelten für Saatgut*
- **GIPSA (Grain Inspection , Packers & Stockyards Administration)**
(<http://www.gipsa.usda.gov/GIPSA/webapp?area=home&subject=landing&topic=landing>)
- *bezieht sich auf Saatgut bzw. die Beprobung von Ganzkornmaterial*
- **Methodensammlung der LAG: Probenahme von Pflanzenmaterial des Unterausschusses Methodenentwicklung des Bund/Länderausschusses Gentechnik (LAG)**
(<http://www.lag-gentechnik.de>)
- *beinhaltet Vorschriften für die Probenahme von Pflanzenmaterial zum Nachweis transgener Sequenzen in einzelnen Pflanzen oder kleinen Pflanzenpopulationen, zur Bestätigung der eingeführten transgenen Sequenzen sowie zur Prüfung auf Verunreinigungen durch GVO*
- **Probenahmeschema Gentechnik (2007/42) für zugelassene GVO des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit [12]**
- *gilt für die Probenahme unverpackter und verpackter Ware insbesondere für pflanzliche Erzeugnisse aus Soja, Mais und Rapsprodukten*
- **Probenahmeschema Gentechnik für nicht zugelassene GVO des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit [13, 14]**
- *gilt für die Probenahme unverpackter und verpackter Ware bei Verdacht auf Kontaminationen mit nicht zugelassenen GVO im Spurenbereich*
- **Leitfaden für die Probenahme und die Untersuchung zum Nachweis gentechnischer Veränderungen in Leinsamen [15]**
- *gilt für die Probenahme und Untersuchung von Lebens- und Futtermitteln auf Verunreinigungen mit nicht zugelassenen gentechnisch veränderten Leinsamen*

Des Weiteren werden von der §28b GenTG-Arbeitsgruppe beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Methoden zur Probenahme von Pflanzenmaterialien im Rahmen der gentechnischen Überwachung erarbeitet und in die amtliche Sammlung nach §28b GenTG [16] aufgenommen.

4. Analytik von gentechnisch veränderten Futtermitteln

4.1 Analyseverfahren und -methoden

Durch eine gentechnische Modifikation unterscheidet sich ein gv-Organismus in mindestens einer Eigenschaft von seiner ursprünglichen Form. Prinzipiell stehen für den Nachweis gentechnischer Veränderungen folgende Analysemöglichkeiten zur Verfügung:

- auf Ebene der Erbinformation (DNA) wird die gentechnische Veränderung direkt nachgewiesen,
- auf Proteinebene wird ein aufgrund der gentechnischen Veränderung gebildetes Protein nachgewiesen,
- auf physiologischer Ebene wird die neue Eigenschaft nachgewiesen, die den gv-Organismus von dem konventionellen Organismus unterscheidet (z. B. Resistenz gegenüber einem Herbizid).

Für den Nachweis von GVO oder daraus hergestellten Materialien sind zwar einige Nachweisverfahren auf Proteinebene verfügbar, wie z. B. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB L 00.00-120 (siehe 4.5.2.2), DIN EN ISO 21572 - ELISA-Verfahren für Roundup Ready[®] Soja (siehe Tab. 3) oder Lateral Flow-Schnelltests, doch haben sich in der Praxis Nachweisverfahren auf Genomebene durchgesetzt, die auf der Technik der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) basieren.

Als Voraussetzung für den PCR-Nachweis muss amplifizierbare DNA in der Probe vorhanden sein, und die DNA-Sequenz der nachzuweisenden gentechnischen Veränderung muss zumindest teilweise bekannt sein.

Für den Nachweis einer gentechnischen Veränderung wird auf das Vorhandensein einer dafür charakteristischen DNA-Sequenz untersucht. In der Regel erfolgt die Untersuchung stufenweise (siehe Anlagen C – F).

Zum Screening können in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Pflanzenart sowohl element- als auch konstrukt-spezifische Nachweise eingesetzt werden. Mit diesen Nachweisen werden in gentechnisch veränderten Pflanzen häufig eingesetzte genetische Elemente und Konstrukte nachgewiesen. Dadurch wird die Anzahl der durchzuführenden Analysen reduziert, da bei einem negativen Screeningergebnis die Anwesenheit mehrerer Events ausgeschlossen werden kann. Bei einem positiven Screeningergebnis sind weitere Untersuchungen (ggf. konstrukt- oder eventspezifische Nachweise) notwendig.

Folgende Nachweise können zur Anwendung kommen (siehe Abbildung 1):

1. Elementspezifischer Nachweis:

Mit dieser Untersuchung werden eine regulatorische DNA-Sequenz (z. B. Promotor und Terminator) oder ein Strukturgen nachgewiesen, die in verschiedenen gentechnisch veränderten Organismen (auch artübergreifend) vorkommen können.

2. Konstruktspezifischer Nachweis:

Mit dieser Untersuchung wird eine Genkassette (Kombination eingefügter DNA-Sequenzen) nachgewiesen, die dem Organismus eine neue Eigenschaft vermittelt und in unterschiedlichen gentechnisch veränderten Organismen (auch artübergreifend) vorkommen kann.

3. Eventspezifischer Nachweis:

Mit dieser Untersuchung wird der Integrationsort der Genkassette in das Genom des Empfängerorganismus nachgewiesen.

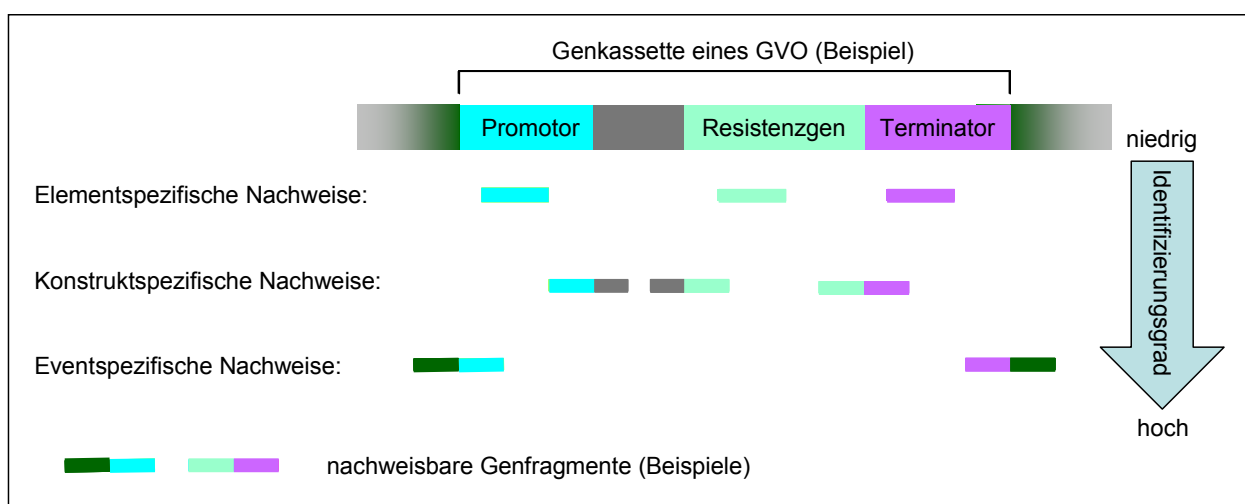


Abb. 1: Beispiel eines gentechnisch veränderten DNA-Abschnitts einer Pflanze: Lokalisation von nachweisbaren Genfragmenten und Identifizierungsgrad der verschiedenen Nachweisverfahren

Der Identifizierungsgrad der genannten Nachweisverfahren nimmt in absteigender Reihenfolge zu und ist bei den eventspezifischen Verfahren am größten.

4.2 Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung erfolgt gemäß DIN EN ISO 21571: Lebensmittel – Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten – Nukleinsäureextraktion (siehe Tab. 3).

Matrixabhängig sind geeignete Zerkleinerungs- und Homogenisierungsverfahren anzuwenden (z. B. Schlagmühle, Kugelmühle). Es ist zu berücksichtigen, dass der Zerkleinerungs- bzw. Vermahlungsgrad der Probenpartikel einen Einfluss auf die Extrahierbarkeit von genetischem Material hat.

4.3 DNA-Extraktion

Die DNA-Extraktion muss sicherstellen, dass DNA in ausreichender Menge und Qualität für die PCR zur Verfügung steht.

Die Extraktion erfolgt gemäß DIN EN ISO 21571: Lebensmittel – Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten – Nukleinsäureextraktion (siehe Tab. 3).

Als Standardmethoden zur DNA-Isolation aus Futtermitteln werden die CTAB-Methode aus EN ISO 21571 (siehe Tab. 3) oder aus § 64 LFGB L 00.00-31 (siehe 4.5) und die Wizard-Methode aus dem SLMB [17] empfohlen. Zudem wird auf die VDLUFA-Verbandsmethode „Nachweis tierischer Bestandteile - PCR Methode“ [18] sowie auf die von der EU veröffentlichten Methoden zur Extraktion von DNA aus verschiedenen Pflanzenmaterialien (siehe Anlage A) hingewiesen. Kommerziell erhältliche Kits können bei nachgewiesener Eignung alternativ verwendet werden.

Der AK PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA testet gegenwärtig verschiedene Extraktionsmethoden bezüglich ihrer Eignung für die DNA-Extraktion aus hochprozessierten Futtermitteln.

Neben der DNA-Extraktionsmethode haben verschiedene Faktoren einen Einfluss auf die Ausbeute und Reinheit der extrahierten DNA aus der Untersuchungsprobe:

- Pflanzenart
- DNA-Gehalt des Pflanzengewebes
- Verarbeitungsgrad des Futtermittels (Eliminierung/ Degradierung der DNA, siehe 5.1)
- Zusammensetzung des Futtermittels (die Extraktion störende Matrixbestandteile, siehe 4.8.3 und 5.2)
- Partikelgrößenverteilung in der Probe

4.4 Analysensysteme – qualitative und quantitative Verfahren

4.4.1 Konventionelle PCR

Qualitative Nachweise können mit konventioneller PCR durchgeführt werden. Anschließend werden die z. B. gelelektrophoretisch aufgetrennten PCR-Produkte (Amplifikate) nach Ethidiumbromid-Färbung im UV-Licht nachgewiesen. Es erfolgt ein Längenvergleich der PCR-Produkte von Proben, Kontrollen und einem Längenmarker. Positive Ergebnisse sind zu bestätigen. Geeignete Verfahren hierfür sind Hybridisierung des PCR-Produktes mit einer spezifischen DNA-Sonde, Restriktionsanalyse oder DNA-Sequenzierung des PCR-Produktes.

4.4.2 Real-Time PCR

Die Real-Time PCR eignet sich zum qualitativen und quantitativen Nachweis gentechnischer Veränderungen. Durch die Verwendung einer DNA-Sonde erfolgt eine Bestätigung des PCR-Produktes bereits während der Amplifikation. Eine relative Quantifizierung ist möglich, indem die Kopienzahl aus dem GVO-Nachweis mit der Kopienzahl eines zielta-

xonspezifischen Gens ins Verhältnis gesetzt wird (Bestimmung des Anteils gentechnisch veränderter DNA an ziertaxonspezifischer DNA).

Das Ergebnis kann je nach Art des verwendeten Referenz- bzw. Kontrollmaterials auf Basis von Gewichtsprozenten, Anteilen an haploiden Genomkopien oder Körneranteilen angegeben werden.

4.5 Allgemeine Methodenübersicht

4.5.1 Europäische Standards und Methoden

Die europäischen Standards zur Lebensmitteluntersuchung können zur Untersuchung von Futtermitteln nach Verifizierung angewendet werden (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Europäische Standardmethoden (Stand: April 2010)

(<http://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx> bzw. <http://esearch.cen.eu/extendedsearch.aspx> ; die in der Tabelle genannten EN ISO-Normen sind auch als DIN-Normen erhältlich unter <http://www.din.de/>)

Project reference	Title
EN ISO 21571:2005	Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Nucleic acid extraction
EN ISO 21569:2005	Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Qualitative nucleic acid based methods (Ausgabe September 2005)
EN ISO 21570:2005 / AC:2007	Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Quantitative nucleic acid based methods (ISO 21570:2005 + Cor.1:2006)
CEN/TS 15568:2006	Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - sampling strategies (Ausgabe März 2007)
EN ISO 24276:2006	Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - General requirements and definitions (Ausgabe Mai 2006)
EN ISO 21572:2004 / AC:2005	Foodstuffs - Methods for the detection of genetically modified organisms and derived products - Protein based methods (ISO 21572:2004 + Cor.1:2005)

Vom European Union Reference Laboratory for GM Food and Feed (EURL-GMFF), vormals Community Reference Laboratory for GM Food and Feed (CRL-GMFF), bereitgestellte Methoden zur Bestimmung von GVO und daraus hergestellten Materialien sind in der jeweils aktuellen Version auf der Homepage des EURL-GMFF zu finden (<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm>). In der Anlage A sind die aktuellen Methoden (Stand: April 2010) zusammengestellt.

Darüber hinaus werden vom EURL-GMFF aus aktuellen Anlässen Nachweismethoden für in der EU nicht zugelassene Organismen veröffentlicht. Diese können auf der Homepage des EURL-GMFF eingesehen werden, z. B.:

- Nachweismethode für CDC Triffid Flax (Event FP967)
<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/flax.htm>
- Nachweismethode für Bt63-Reis
<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/BT63update.htm>
- Nachweismethode für LL601-Reis
<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/LLRice601update.htm>

- Nachweismethode für Bt10-Mais
<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/bt10update.htm>

4.5.2 Nationale Standards und Methoden

4.5.2.1 Nationale Standards nach § 28b GenTG [16]

Die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 28b GenTG befindet sich zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokumentes im Aufbau.

Von einer vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit eingerichteten Arbeitsgruppe werden amtliche Methoden zur Überwachung von gentechnischen Anlagen, Freisetzungen und des Inverkehrbringens von gentechnisch veränderten Organismen erarbeitet und vom BVL veröffentlicht.

4.5.2.2 Nationale Standards nach § 64 LFGB [19] (Stand: September 2010)

- **L 00.00-31** (Juli 2001): Screeningverfahren zum Nachweis gentechnisch veränderter DNA-Sequenzen in Lebensmitteln durch den Nachweis von DNA-Sequenzen, die häufig in gentechnisch veränderten Organismen vorkommen.
- **L 15.05-1** (Mai 2002): Nachweis gentechnischer Veränderungen in Mais (*Zea mays* L.) mit Hilfe der PCR (Polymerase Chain Reaction) und Restriktionsanalyse oder Hybridisierung des PCR-Produktes.
- **L 15.06-1** (Dezember 2008): Nachweis einer gentechnisch veränderten DNA-Sequenz in Reisprodukten - cryIA(c) -T-nos konstruktsspezifisches Verfahren
- **L 23.01.22-1** (März 1998): Nachweis einer gentechnischen Veränderung von Sojabohnen durch Amplifizierung der veränderten DNA-Sequenz mit Hilfe der PCR (Polymerase Chain Reaction) und Hybridisierung des PCR-Produktes mit einer DNA-Sonde.
- **L 23.04/03-1** (September 2010): Konstrukt-spezifisches Real-time PCR-Verfahren zum Nachweis einer gentechnischen Veränderung in Leinsamen und Leinsamenprodukten.
- **L 24.01-1** (Januar 1997): Nachweis einer gentechnischen Veränderung von Kartoffeln durch Amplifizierung der veränderten DNA-Sequenz mit Hilfe der PCR (Polymerase Chain Reaction) und Hybridisierung des PCR-Produktes mit einer DNA-Sonde.
- **L 25.03.01-1** (November 1999): Nachweis einer gentechnischen Veränderung von Tomaten durch Amplifizierung der veränderten DNA-Sequenz mit Hilfe der PCR (Polymerase Chain Reaction) und Hybridisierung des PCR-Produktes mit einer DNA-Sonde oder Restriktionsanalyse des PCR-Produktes.
- **L 29.00-9** (September 2006): Qualitativer Nachweis modifizierter DNA-Sequenzen in Papaya-Ring-Spot-Virus-resistenter Papaya (*Carica papaya*) - Konstruktspezifisches Verfahren

- **L 00.00-105** (Dezember 2006): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln – Quantitative auf Nukleinsäuren basierende Verfahren (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN ISO 21570, Ausgabe November 2005)
- **L 00.00-116** (Dezember 2007): Nachweis einer bestimmten, häufig in gentechnisch veränderten Organismen (GVO) verwendeten DNA-Sequenz aus dem *Agrobacterium tumefaciens* (T-nos) in Lebensmitteln – Screening-Verfahren
- **L 00.00-117** (Juni 2008): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln - Probenahmestrategien (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN CEN/TS 15568, Ausgabe März 2007)
- **L 00.00-118** (Juni 2008): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln – Qualitative auf Nukleinsäuren basierende Verfahren (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN ISO 21569, Ausgabe September 2005)
- **L 00.00-119** (Juni 2008): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln - Nukleinsäureextraktion (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN ISO 21571, Ausgabe Mai 2005)
- **L 00.00-120** (Juni 2008): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln – Proteinverfahren (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN ISO 21572, Ausgabe Juni 2004, berichtigt durch Ber1: 2005-09)
- **L 00.00-121** (Juni 2008): Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten in Lebensmitteln – Allgemeine Anforderungen und Definitionen (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN ISO 24276, Ausgabe Mai 2006)
- **L 00.00-122** (Juni 2008): Nachweis von bestimmten, häufig in gentechnisch veränderten Organismen (GVO) verwendeten DNA-Sequenzen aus dem Blumenkohlmosaikvirus (CaMV 35S-Promotor, P35S) sowie aus dem *Agrobacterium tumefaciens* (T-nos) in Lebensmitteln – Screening-Verfahren
- **L 00.00-124** (Dezember 2008): Nachweis einer bestimmten, häufig in gentechnisch veränderten Organismen (GVO) verwendeten DNA-Sequenz aus dem bar-Gen von *Streptomyces hygroscopicus* in Lebensmitteln – Screening-Verfahren
- **L 00.00-125** (Dezember 2008): Nachweis der CTP2-CP4-EPSPS-Gensequenz zum Screening auf Bestandteile aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in Lebensmitteln - Konstrukt-spezifisches Verfahren

4.5.2.3 Methoden zum Nachweis von transgenen Kulturpflanzen und zur Untersuchung von Saatgut - Methodensammlung des Bund/Länder-Ausschusses Gentechnik (LAG)

(<http://www.lag-gentechnik.de>)

- PCR-Nachweis der pSSUAra/bar-Genkassette in transgenen Kulturpflanzen
- PCR-Nachweis der p35S/pat-Genkassette in transgenen Kulturpflanzen
- Real-Time PCR zur quantitativen Bestimmung gentechnisch veränderter Rapslinien mit dem 35S/pat-Genkonstrukt
- PCR-Nachweis der spezifischen gentechnischen Veränderung in pFMV/CTP2/EPSPS - Genkassette transgenen Pflanzen
- PCR-Nachweis der p35S-nptII-Übergangssequenz, der pNapin-BayTe-Übergangssequenz und des *p/sC*-Gens
- Qualitative PCR zum Nachweis transgener Kartoffeln mit verändertem Stärkestoffwechsel oder Schädlingsresistenz
- Real-time PCR Verfahren zum Nachweis gentechnisch veränderter Rapslinien mit dem bar/T-g7-Genkonstrukt
- Konzept zur Untersuchung von Saatgut auf Anteile gentechnisch veränderter Pflanzen

4.6 Empfehlung von Methoden zum Nachweis von GVO und daraus hergestellten Materialien in Futtermitteln

Grundsätzlich wird für die Futtermittelanalytik die Verwendung von offiziellen europäischen (siehe 4.5.1) und nationalen (siehe 4.5.2) Methoden empfohlen. Ein limitierender Faktor für die Methodvalidierung und -durchführung ist die unzureichende Verfügbarkeit von zertifiziertem Referenzmaterial (siehe 4.7.1). Teilweise kann auf kommerziell erhältliche Testsysteme mit entsprechenden Standards zurückgegriffen werden.

Für die Untersuchung von Futtermitteln auf gentechnisch veränderte Bestandteile können elementspezifische, konstruktsspezifische und eventspezifische Verfahren (siehe Punkt 4.1) einzeln oder in Kombination eingesetzt werden (siehe 5.3 sowie Anlagen C - F). Die Auswahl der anzuwendenden Nachweisverfahren erfolgt durch das Untersuchungslabor in Abhängigkeit der zu untersuchenden Pflanzenart bzw. des Untersuchungsauftrages.

4.7 Sicherung der Analysenqualität

4.7.1 Referenzmaterial

Zurzeit sind die in Anlage B genannten, zertifizierten GVO-Referenzmaterialien in Form von Körnern, Mehlen, genomischer DNA oder synthetischen DNA-Plasmiden kommerziell erhältlich. Das NRL-GVO des BVL und das EURL-GMFF stellen ggf. weitere Referenzmaterialien zur Verfügung.

4.7.2 Kontrolluntersuchungen

Material mit bekanntem Anteil der nachzuweisenden gentechnischen Veränderung sollte in einem für die Überwachung relevanten Konzentrationsbereich mitanalysiert werden.

Folgende Kontrollen sind durchzuführen:

- Extraktionsblindprobe (mindestens eine pro 10 Proben)
- positive Extraktionskontrolle (in regelmäßigen Zeitabständen)
- no template control NTC ("Wasserkontrolle")
- positive PCR-Kontrolle
- negative PCR-Kontrolle (DNA ohne gentechnische Veränderung)
- Amplifikationskontrolle

Pro Probe ist mindestens eine doppelte Extraktion durchzuführen.

Für quantitative Analysen sollten von jedem DNA-Extrakt mindestens zwei Konzentrationen untersucht werden, um eine Hemmung der Amplifikation festzustellen. Für Analysen im Schwellenwertbereich sollten durch Zweifachbestimmung jeder Konzentration insgesamt acht Analysenwerte pro Probe ermittelt werden.

4.7.3 Ringversuche und Laborvergleichsuntersuchungen

Eine regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen wird empfohlen. Diese werden gegenwärtig durchgeführt von:

- ISTA – Untersuchung von Saatgut
- USDA/GIPSA – Untersuchungen von Mehlen
- kommerzielle Laborvergleichsuntersuchungen, z. B. Genetically Modified Material Analysis Scheme (GEMMA), Dienstleistung Lebensmittel Analytik GbR (DLA)

Vom AK PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA bisher intern durchgeführte Laborvergleichsuntersuchungen (LVU) und Ringversuche zur Methodenvvalidierung (M) von Futtermitteln:

- Ringversuch zum Nachweis gentechnischer Veränderungen mit Hilfe der PCR (4 Maismehlproben), 2000
- Ringversuch zum Nachweis gentechnischer Veränderungen mit Hilfe der PCR (3 Maismehlproben, 3 Sojaextraktionsschrote, 3 Rapsproben), 2001
- Ringversuch 331 M zum qualitativen und quantitativen Nachweis gentechnisch veränderter Bestandteile in Mischfuttermitteln mit Hilfe der PCR (3 sojahaltige Mischfutterproben und 3 maishaltige Mischfutterproben), 2004
- Ringversuch 374 M – Methodenvergleich zur DNA-Extraktion aus Einzelfuttermitteln (3 Einzelfuttermittel: Corn Cob Mix, Maiskleber und Maiskleberfutter), 2008
- Ringversuch 383 M zur DNA-Extraktion aus Einzelfuttermitteln (4 Einzelfuttermittel: Corn Cop Mix, Maiskleberfutter und 2 Maiskleber), 2009

- Ringversuch 391 M – Methodenvergleich zur DNA-Extraktion aus einem Einzelfuttermittel (1 Einzelfuttermittel: Maiskleber), 2010

4.8 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

4.8.1 Auswertung der Messergebnisse bei der qualitativen Bestimmung

Gemäß EN ISO 21569 (siehe Tab. 3) müssen die erhaltenen Ergebnisse einschließlich der Kontrollen eindeutig sein und zu den erwarteten Ergebnissen führen, sonst ist das Verfahren zu wiederholen.

Das PCR-Ergebnis ist entweder

- positiv, wenn ein spezifisches Amplifikat nachgewiesen wurde und sämtliche Kontrollreaktionen die erwarteten Ergebnisse liefern oder
- negativ, wenn kein spezifisches Amplifikat nachgewiesen wurde und sämtliche Kontrollreaktionen die erwarteten Ergebnisse liefern.

Positive PCR-Ergebnisse sind gemäß 4.4.1 zu bestätigen.

Die Nachweisgrenze (limit of detection, LOD) bei qualitativen Verfahren ist gemäß DIN EN ISO 24276 (siehe Tab. 3) die niedrigste Konzentration / der niedrigste Gehalt des Analyten, die/ der zuverlässig nachgewiesen, jedoch nicht unbedingt quantifiziert werden kann (vgl. 4.8.2).

Die Nachweisgrenze ist laborintern für die Methode anhand geeigneter Materialien zu ermitteln, z. B. mit 0,1 % IRMM-Referenzmaterial (siehe Anlage B).

4.8.2 Auswertung der Messergebnisse bei der quantitativen Bestimmung

Bei der Angabe von quantitativen Messergebnissen ist die Messunsicherheit des Messverfahrens zu berücksichtigen. Die Messunsicherheit muss laborintern für jede Probe separat ermittelt werden. Dazu sind ausreichende Mehrfachmessungen an der Probe vorzunehmen (mindestens 3).

Das Ergebnis ist als Mittelwert mit Messunsicherheit anzugeben. Gleichzeitig sind die Freiheitsgrade und die statistische Sicherheit festzuhalten. Im Allgemeinen wird die statistische Sicherheit von 95% als ausreichend angesehen.

$$\text{gv-Anteil } \bar{x} (\%) = \frac{\text{Mittelwert der Kopienzahl des Transgens im DNA-Extrakt}}{\text{Mittelwert der Kopienzahl des zieltaxonspezifischen Gens im DNA-Extrakt}} \cdot 100$$

$$x = \bar{x} \pm \Delta\bar{x} \quad (P = 95\%, f = n - 1)$$

$$\Delta\bar{x} = \pm \frac{t(P, f) \cdot s}{\sqrt{n}}$$

x = Messergebnis, \bar{x} = Mittelwert, $\Delta\bar{x}$ = Messunsicherheit, P = statistische Sicherheit, f = Freiheitsgrade,
 n = Anzahl der Messungen, s = Standardabweichung, t = Wert für $n - 1$ aus der t - Tabelle

$$s = \frac{1}{\bar{x}_2} \sqrt{\bar{x}_1^2 s_{\bar{x}_2}^2 + \bar{x}_2^2 s_{\bar{x}_1}^2} \cdot 100$$

\bar{x}_1 = Mittelwert der Kopienzahl des Transgens

\bar{x}_2 = Mittelwert der Kopienzahl des Referenzgens

$s_{\bar{x}_1}$ = Standardabweichung des Mittelwertes der Kopienzahl des Transgens

$s_{\bar{x}_2}$ = Standardabweichung des Mittelwertes der Kopienzahl des Referenzgens

Die Bestimmungsgrenze (limit of quantification, LOQ) ist gemäß DIN EN ISO 24276 (siehe Tab. 3) bei analytischen Verfahren die niedrigste Menge oder Konzentration des Analyten in der Probe, die mit einem annehmbaren Grad an Präzision und Genauigkeit quantitativ bestimmt werden kann.

Die Bestimmungsgrenze ist der Konzentrationswert, bei dem der relative Fehler einen vorgegebenen Wert (üblicherweise 33 %) unterschreitet.

Die Ermittlung der Bestimmungsgrenze erfolgt laborintern für jede Probe:

$$\text{LOQ (\%)} = \frac{\text{geringste quantifizierbare DNA-Kopienzahl des GVO-Standards}}{\text{Kopienzahl des ziltaxonspezifischen Gens im DNA-Extrakt}} \cdot 100$$

Wird bei der Quantifizierung einer Probe der LOQ unterschritten, ist das Ergebnis qualitativ mit probenspezifischer Nachweisgrenze anzugeben (siehe Tab. 5).

Die Nachweisgrenze (limit of detection, LOD) ist derjenige kleinste Gehalt eines Analyten in der Probe, der zuverlässig nachgewiesen werden kann (DIN EN ISO 24276, siehe Tab. 3).

Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgt laborintern für jede Probe:

$$\text{LOD (\%)} = \frac{\text{geringste, zuverlässig nachweisbare DNA-Kopienzahl des GVO-Standards}}{\text{Kopienzahl des ziltaxonspezifischen Gens im DNA-Extrakt}} \cdot 100$$

4.8.3 Anmerkungen

Verschiedenheiten in Aufbau und Struktur der Untersuchungsmatrix (z. B. die unterschiedliche Verteilung von Genom-Kopien in der Pflanze [20] oder die unterschiedliche Extrahierbarkeit von DNA aus Futtermitteln (siehe 4.3) können Auswirkungen auf die quantitative Bestimmung haben.

Bei quantitativen Analysen kann eine Unter- oder Überschätzung der relativen Gehalte an gentechnisch veränderten Bestandteilen erfolgen, wenn die PCR-Amplifikate für Transgen und Referenzgen abweichende Größen haben.

Des Weiteren können unzureichend abtrennbare Störsubstanzen (Inhibitoren) im Futtermittel (z. B. Mineralfuttermittel und Vormischungen) die Analytik nachteilig beeinflussen.

4.8.4 Anforderungen an den Prüfbericht

Im Prüfbericht werden neben den verwendeten Prüfmethode(n) bzw. den nachgewiesenen Genabschnitten die Untersuchungsergebnisse wie folgt angegeben (siehe Tab. 4 und 5).

Tab. 4: Prüfbericht für qualitative Messergebnisse

Zieltaxon-spezifisches Gen	Transgen	Ergebnisformulierung	Zusätzliche Angaben im Prüfbericht
nachgewiesen	nicht nachgewiesen	In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X keine gentechnische Veränderung Y nachgewiesen.	LOD*
nachgewiesen	nachgewiesen	In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X eine gentechnische Veränderung Y nachgewiesen.	LOD*
nicht nachgewiesen	nicht nachgewiesen	In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X keine DNA nachgewiesen.	

LOD (limit of detection), * methodenspezifisch

Tab. 5: Prüfbericht für quantitative Messergebnisse

Zieltaxon-spezifisches Gen	Transgen	Bemerkung	Ergebnisformulierung	zusätzliche Angaben im Prüfbericht
nachgewiesen	nicht nachgewiesen		In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X keine gentechnische Veränderung Z nachgewiesen.	LOD*
nachgewiesen	nachgewiesen		In der vorliegenden Probe wurden für die Pflanzenart X Y (\pm Messunsicherheit) % Event Z bestimmt.	LOQ*, Einheit der Quantifizierung **
nachgewiesen	nachgewiesen	DNA-Gehalt für eine Quantifizierung zu gering (< LOQ)	In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X eine gentechnische Veränderung Z nachgewiesen. Eine Quantifizierung war aufgrund probenspezifischer Eigenschaften nicht möglich.	LOD*
nicht nachgewiesen	nicht nachgewiesen		In der vorliegenden Probe wurde für die Pflanzenart X keine DNA nachgewiesen.	

LOD (limit of detection) oder LOQ (limit of quantification), * probenspezifisch, ** Gewichtsprozent (w/w), Anteile an haploiden Genomkopien (cp/cp) (oder Körneranteilen)

5. Empfehlungen zur Futtermittelauswahl

Aufgrund der derzeitigen analytischen Möglichkeiten (siehe 4.) wird zur Überwachung der gesetzlichen Bestimmungen bei der Auswahl der zu untersuchenden Futtermittel die Berücksichtigung folgender Kriterien empfohlen.

5.1 Einfluss des Verarbeitungsgrades

Verschiedene Schritte bei der Herstellung und Verarbeitung von Futtermitteln können Auswirkungen auf die GVO-Analytik haben.

Hochaufgereinigte Futtermittelkomponenten wie z. B. Maiskleber oder Sojaöl enthalten häufig zu wenig oder keine DNA für eine qualitative und quantitative Untersuchung. Gleiches gilt für stark verarbeitete Futtermittelkomponenten, die aufgrund physikalischer, chemischer oder fermentativer Faktoren einem DNA-Abbau ausgesetzt waren.

Aus diesem Grund wird empfohlen, möglichst unverarbeitete pflanzliche Rohstoffe zu untersuchen.

Im Einzelfall ist zu prüfen, welche Untersuchungen aufgrund des Verarbeitungsgrades des Futtermittels möglich sind.

5.2 Einfluss der Zusammensetzung

Folgende Aspekte sind zur Auswahl der Untersuchungsprobe, der Analysenstrategie und der Ergebnisbewertung zu berücksichtigen:

- In Mischfuttermitteln mit mehreren Einzelkomponenten einer Pflanzenart ist kein Bezug der nachgewiesenen Genkopien auf eine dieser Futtermittelkomponenten möglich, da das Analysenergebnis sich jeweils auf den Gehalt der Spezies-DNA in der Gesamtprobe bezieht. Aus diesem Grund kann kein Rückschluss auf die Einhaltung des Schwellenwertes pro eingesetzte Futtermittelkomponente erfolgen.

Für manche in der EU nicht zugelassene Events stehen nur konstruktsspezifische Nachweissysteme zur Verfügung, die mehrere Events einer Pflanzenart oder aber pflanzenübergreifend gv-Konstrukte mehrerer Pflanzenarten erfassen können.

Im Einzelfall ist zu prüfen, welche Untersuchungen aufgrund der Zusammensetzung des Mischfuttermittels und der zur Verfügung stehenden Nachweisverfahren möglich sind (siehe Anlage F).

Für die Untersuchung eines Mischfuttermittels ist weiterhin zu berücksichtigen: In Abhängigkeit des Anteils einer Futtermittelkomponente im Mischfuttermittel variiert die Nachweisgrenze bzw. Bestimmungsgrenze ihres gentechnisch veränderten Anteils. Liegt die analytische Bestimmungsgrenze dadurch über dem für eine Futtermittelkomponente zu prüfenden Schwellenwert, so ist eine Aussage über die Einhaltung des Schwellenwertes nicht möglich.

Zur Überwachung von Mischfuttermitteln wird die Untersuchung der jeweiligen Einzelfuttermittel (Futtermittelausgangserzeugnisse) empfohlen.

5.3 Gentechnisch veränderte Pflanzenarten in Futtermitteln und geeignete Nachweisverfahren

Die nachstehend aufgeführten Futtermittelbestandteile stellen einen Auszug aus der Positivliste für Einzelfuttermittel (Futtermittelausgangserzeugnisse) dar (Stand 01/2010; http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/positivliste/positivliste_8.pdf) und beinhalten Produkte aus Getreidekörnern und Ölsaaten, Knollen und Wurzeln, wirtschaftseigene Grobfuttermittel und Grünfütterprodukte.

Bei der Untersuchung von Futtermitteln auf gentechnisch veränderte Bestandteile sollte ein möglichst großes Spektrum an Events der jeweils zu untersuchenden Pflanzenart(en) analytisch erfassbar sein. Für die Untersuchung können element-, konstrukt- und eventspezifische Verfahren einzeln oder in Kombination zur Anwendung kommen (zur Auswahl geeigneter Methoden siehe 4.5). Zur Übersicht über Screening-Elemente in EU-zugelassenen und nicht EU-zugelassenen gentechnisch veränderten Organismen ist auf der Homepage der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) eine Tabelle mit den zum Nachweis getesteten Screening-Methoden veröffentlicht [21].

Referenzmaterialien bzw. Positiv-Kontrollproben für die Analyse sind bislang nicht von allen GVO kommerziell erhältlich. In der Anlage B sind die zurzeit kommerziell erhältlichen Referenz- bzw. Kontrollmaterialien für verschiedene Pflanzenarten zusammengestellt.

5.3.1 Soja

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Soja:

Sojabohnen (ggf. dampferhitzt), -schalen, -kuchen, -extraktionsschrot dampferhitzt (ggf. aus geschälter Saat), -proteinkonzentrat, -proteinisolat

Nachweisstrategie:

In den Anlagen C und F sind für Soja beispielhaft Fließschemata zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Einzel- und Mischfuttermitteln dargestellt.

Screening-Methoden:

Für das Screening können elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, nos-Terminator, EPSPS, pat) oder auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. CTP2-CP4-EPSPS, p35S-pat) zum Einsatz kommen.

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screening-Ergebnis oder für Soja-Events, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können für die GVO-Identifizierung bei Verfügbarkeit konstrukt- oder eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.2 Mais

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Mais:

Maispflanzen, Maisgrünmehl, Maiskörner, -flocken, -kleinflocken aufgeschlossen, -nachmehl, -futtermehl, -kleie, -stärke, -quellstärke; Maiskleber, -kleberfutter; Maiskeime, -keimkleie, -keimkuchen, -keimextraktionsschrot.

Nachweisstrategie:

In den Anlagen D und F sind für Mais beispielhaft Fließschemata zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Einzel- und Mischfuttermitteln dargestellt.

Screening-Methoden:

Für das Screening können sowohl elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, nos-Terminator, pat, bar, EPSPS) als auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. CTP2-CP4-EPSPS, p35S-pat, p35S-bar, p35S-nptII) zum Einsatz kommen.

Die meisten bekannten Mais-Events sind über die regulatorischen Elemente 35S-Promotor und/oder nos-Terminator in der gentechnischen Veränderung analytisch nachweisbar. Eine Ausnahme bildet z. B. das Mais-Event LY038, welches weder den 35S-Promotor noch den nos-Terminator enthält.

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screening-Ergebnis oder für Mais-Events wie LY038, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können für die GVO-Identifizierung eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.3 Raps

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Raps:

Rapssaat, -schalen, -kuchen, -extraktionsschrot (ggf. teilextrahiert)

Nachweisstrategie:

In den Anlagen E und F sind für Raps beispielhaft Fließschemata zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Einzel- und Mischfuttermitteln dargestellt.

Screening-Methoden:

Für das Screening können sowohl elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, nos-Terminator, bar, pat, nptII, EPSPS) als auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. p35S-pat, pSSUAra-bar, pFMV-EPSPS, p35S-nptII, CTP2-CP4-EPSPS, p35S-bar) zum Einsatz kommen.

Ein p35S-Screening in rapshaltigem Probenmaterial wird nicht empfohlen. Da *Brassicaceae* wie Raps auf natürlichem Wege mit dem *Cauliflower Mosaic-Virus (CaMV)* befallen sein können, muss bei Nachweis der p35S-Sequenz im Futtermittel ein natürlicher Befall durch ein *CaMV*-spezifisches Testsystem ausgeschlossen werden, wenn keine weitere GVO-Spezifizierung möglich ist.

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screening-Ergebnis oder für Raps-Events, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können bei Verfügbarkeit für die GVO-Identifizierung eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.4 Baumwolle

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Baumwolle:

Baumwollsaat, -saatkuchen, -saatextraktionsschrot

Nachweisstrategie:

In der Anlage F ist beispielhaft ein Fließschema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen für Baumwolle in Mischfuttermitteln dargestellt. Dieses Schema kann auch für Einzelfuttermittel Anwendung finden.

Screening-Methoden:

Für das Screening können sowohl elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, nos-Terminator, bar, pat, nptII, EPSPS) als auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. CTP2-CP4-EPSPS, p35S-nptII, p35S-bar) zum Einsatz kommen.

Eine Vielzahl an Baumwolle-Events ist über die regulatorischen Elemente 35S-Promotor und nos-Terminator in der gentechnischen Veränderung analytisch nachweisbar (Ausnahme: das Event 281-24-236 x 3006-210-23 enthält weder 35S-Promotor noch nos-Terminator).

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screening-Ergebnis oder für Baumwolle-Events, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können für die GVO-Identifizierung bei Verfügbarkeit eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.5 Zuckerrübe

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Zuckerrübe:

Rübenblätter, (Zucker-) Rübenkleinteile, -zucker, -melasse (ggf. teilentzuckert), -nassschnitzel, -pressschnitzel, -trockenschnitzel, -melasseschnitzel

Nachweisstrategie:

In der Anlage F ist beispielhaft ein Fließschema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen für Zuckerrüben in Mischfuttermitteln dargestellt. Dieses Schema kann auch für Einzelfuttermittel Anwendung finden.

Screening-Methoden:

Für das Screening können sowohl elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, pat, EPSPS) als auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. CTP2-CP4-EPSPS, p35S-pat) eingesetzt werden.

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screening-Ergebnis oder für Zuckerrüben-Events, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können für die GVO-Identifizierung bei Verfügbarkeit eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.6 Kartoffel

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Kartoffeln:

Kartoffelflocken, -stärke, -quellstärke, -feinfaserstärke, -eiweiß, -fruchtwasser eingedickt, -pülpe, -schalen

Nachweisstrategie:

In der Anlage F ist beispielhaft ein Fließschema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen für Kartoffeln in Mischfuttermitteln dargestellt. Dieses Schema kann auch für Einzelfuttermittel Anwendung finden.

Screening-Methoden:

Für das Screening können sowohl elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor, nos-Terminator, EPSPS, nptII, bar) als auch konstruktsspezifische Nachweise (z. B. CTP2-CP4-EPSPS, p35S-nptII und pnos-nptII, 35S-bar) eingesetzt werden.

Eine Vielzahl an Kartoffel-Events ist über die regulatorischen Elemente 35S-Promotor und/oder nos-Terminator in der gentechnischen Veränderung analytisch nachweisbar.

Eventspezifische Nachweise:

Bei einem positiven Screeningergebnis oder für Kartoffel-Events, die mit den bekannten Screening-Methoden nicht erfassbar sind, können für die GVO-Identifizierung bei Verfügbarkeit eventspezifische Nachweismethoden angewendet werden.

5.3.7 Reis

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Reis:

Bruchreis, Futterreis, Reisflocken, Reisdreis/-mehl, Reisquellmehl, Reisfuttermehl, Reiskleie und Reiskleber

Nachweisstrategie:

In der Anlage F ist beispielhaft ein Fließschema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen für Reis in Mischfuttermitteln dargestellt. Dieses Schema kann auch für Einzelfuttermittel Anwendung finden.

Screening-Methoden:

Für das Screening können elementspezifische Nachweise (z. B. 35S-Promotor und nos-Terminator) sowie ggf. konstruktsspezifische Nachweise (z. B. 35S-bar) eingesetzt werden.

Spezifische Nachweise:

Qualitative bzw. quantitative Nachweismethoden sind für die Events LLReis62, LLReis601 (siehe Anlage A) und Bt63 vom EURL-GMFF, ehemals CRL veröffentlicht (siehe 4.5.1), Referenzmaterial bislang jedoch nur für LLReis62 kommerziell erhältlich (siehe Anlage B). Für Reis KMD1 siehe [22].

5.3.8 Lein

Mögliche Futtermittelbestandteile aus Lein:

Leinsaat, Leinkuchen, Leinextraktionsschrot

Nachweisstrategie:

In der Anlage F ist beispielhaft ein Fließschema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen für Lein in Mischfuttermitteln dargestellt. Dieses Schema kann auch für Einzel Futtermittel Anwendung finden.

Screening-Methoden:

Für das Screening zum Nachweis von Event CDC Triffid Flax FP967 können konstruktsspezifische Nachweise (z. B. pnos-nptII) eingesetzt werden.

Spezifische Nachweise:

Ein konstruktsspezifischer Nachweis für Event CDC Triffid Flax FP967 ist auf der Homepage des EURL-GMFF veröffentlicht (s. 4.5.1), Referenzmaterial für Event CDC Triffid Flax FP967 jedoch bislang nicht kommerziell erhältlich.

6. Glossar

Amplifikation: Vervielfältigung; hier: Vervielfältigung eines Genabschnittes durch die PCR; das PCR-Produkt wird auch als Amplifikat bezeichnet.

Event: Bezeichnung für eine spezifische und für einen gentechnisch veränderten Organismus (GVO) charakteristische Insertion eines Genkonstruktes.

Genauigkeit: Ausmaß der Übereinstimmung zwischen einem Untersuchungsergebnis und dem anerkannten Referenzwert.

Gentechnisch verändertes Futtermittel: gemäß VO 1829/2003, Art. 2, Punkt 7 Futtermittel, die GVO enthalten, daraus bestehen oder hergestellt werden.

gv: gentechnisch verändert

GVO: Genetisch veränderter Organismus: ein Organismus mit Ausnahme des Menschen, dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich ist [5].

Konstrukt: Genkassette, die eine Fähigkeit an den Organismus vermittelt und in unterschiedlichen gentechnisch veränderten Organismen (auch artübergreifend) vorkommen kann.

LOD (limit of detection, Nachweisgrenze): Die Nachweisgrenze ist gemäß EN ISO 24276 (siehe Tab. 3) bei qualitativen Verfahren die niedrigste Konzentration oder der niedrigste Gehalt des Analyten, die/der zuverlässig nachgewiesen werden kann.

LOQ (limit of quantification, Bestimmungsgrenze): Der Grenzwert für die Quantifizierung ist gemäß EN ISO 24276 (siehe Tab. 3) bei analytischen Verfahren die niedrigste Menge oder Konzentration des Analyten in der Probe, die mit einem annehmbaren Grad an Präzision und Genauigkeit quantitativ bestimmt werden kann.

Organismus: jede biologische Einheit, die fähig ist, sich zu vermehren oder genetisches Material zu übertragen [5].

Präzision: Ausmaß für die Übereinstimmung zwischen voneinander unabhängigen Untersuchungsergebnissen einer Probe, die unter festgesetzten Bedingungen erhalten wurden.

Spezifität: Die Eigenschaft eines Verfahrens, ausschließlich auf die/den festgelegte(n) Eigenschaft oder Analyten zu antworten.

Transgen: Als Transgen bezeichnet man ein Gen, das mittels gentechnischer Methoden in das Genom eines Organismus (damit gentechnisch veränderter Organismus) eingefügt wurde.

Zieltaxon: systematische Gruppe, zu der ein GVO gehört. Taxon meint hier normalerweise die Spezies (Pflanzenart), kann aber auch ein Taxon höheren oder niedrigeren Grades sein.

7. Literatur

- [1] **VO (EG) Nr. 1829/2003:** Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel. Amtsblatt der Europäischen Union L 268/1 vom 18.10.2003
- [2] **VO (EG) Nr. 65/2004:** Verordnung (EG) Nr. 65/2004 der Kommission vom 14. Januar 2004 über ein System für die Entwicklung und Zuweisung spezifischer Erkennungsmarker für genetisch veränderte Organismen. Amtsblatt der Europäischen Union L 10/5 vom 16.01.2004
- [3] **VO (EG) Nr. 1830/2003:** Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebensmitteln und Futtermitteln sowie zur Änderung der Richtlinie 2001/18/EG. Amtsblatt der Europäischen Union L 268/24 vom 18.10.2003
- [4] **VO (EG) Nr. 641/2004:** Verordnung (EG) Nr. 641/2004 der Kommission vom 6. April 2004 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Antrags auf Zulassung neuer genetisch veränderter Lebensmittel und Futtermittel, der Meldung bestehender Erzeugnisse und des zufälligen oder technisch unvermeidbaren Vorhandenseins genetisch veränderten Materials, zu dem die Risikobewertung befürwortend ausgefallen ist. Amtsblatt der Europäischen Union L 102/14 vom 07.04.2004
- [5] **Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG:** Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 106/1 vom 17.04.2001
- [6] **VERORDNUNG (EG) Nr. 152/2009 DER KOMMISSION** vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln, Amtsblatt der Europäischen Union vom 26.02.2009, L54/1-130
- [7] **Futtermittel-Probenahme- und Analyseverordnung:** Verordnung über Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Futtermittelüberwachung vom 15. März 2000. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 10, S. 226 vom 22. März 2000, geändert am 21. März 2003 durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2003 Teil I Nr. 12, S. 429 vom 03. April 2003, geändert am 27. April 2004 durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 21, S. 856 vom 12. Mai 2004, zuletzt geändert am 10. November 2004 durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 59, S. 2827 vom 17. November 2004
- [8] **2004/787/EG:** Empfehlung der Kommission vom 4. Oktober 2004 für eine technische Anleitung für Probenahme und Nachweis von gentechnisch veränderten Organismen und von aus gentechnisch veränderten Organismen hergestelltem Material als Produkt oder in Produkten im Kontext der Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 (2004/787/EG). Amtsblatt der Europäischen Union L 348/18 vom 24.11.2004
- [9] **Probenahme von Futtermitteln zur Untersuchung auf Bestandteile von in der EU zugelassenen GVO** im Rahmen einer Überprüfung der Kennzeichnungspflicht, erstellt vom Arbeitskreis PCR-Analytik der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA, Stand 07/2010 [<http://www.vdlufa.de/content/view/22/36/>]
- [10] **GVO-Orientierungsrahmen zur Überwachung des Herstellens, Behandelns, Verwendens und Inverkehrbringens von Futtermitteln im Zusammenhang mit gentechnisch veränderten Organismen**, erstellt von den zuständigen Behörden des Bundes und der Länder (Stand: 12.01.2009)
- [11] **EU-Richtlinie 98/53/EG:** Richtlinie 98/53/EG der Kommission vom 16. Juli 1998 zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 201/93 vom 17.07.1998
- [12] **Probenahmeschema Gentechnik (2007/42) für zugelassene GVO** des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2 (2007), S. 439–444, http://www.bvl.bund.de/cln_027/DE/06_Gentechnik/00_doks_downloads/Probenahmeschema_templateId=raw.property=publicationFile.pdf/Probenahmeschema.pdf
- [13] **Probenahmeschema Gentechnik – nicht zugelassene GVO (2008/49)** des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 3 (2008), S. 233-235,

- http://www.bvl.bund.de/cIn_007/DE/06_Gentechnik/00_doks_downloads/Probenahmeschema_2020_08.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/Probenahmeschema%202008.pdf
- [14] **Sampling Plan – unauthorised GMO** des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit http://www.bvl.bund.de/cIn_027/DE/06_Gentechnik/00_doks_downloads/Probenahmeschema_2020_08_20engl.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/Probenahmeschema%202008%20engl.pdf
- [15] **Leitfaden für die Probenahme und die Untersuchung zum Nachweis gentechnischer Veränderungen in Leinsamen**, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 03. Dezember 2009, http://www.bvl.bund.de/nN_491798/DE/06_Gentechnik/00_doks_downloads/08_nachweis_kontrollen/gvo_leinsamen_leitfaden.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/gvo_leinsamen_leitfaden.pdf
- [16] **GenTG**: Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz - GenTG). BGBl. I vom 16. Dezember 1993, S. 2066, zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542, 2575)
- [17] **Schweizerisches Lebensmittelbuch** (SLMB), Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit der Schweiz. Eidgenössische Drucksachen-Materialzentrale, Bern (CD-ROM 2002)
- [18] **VDLUFA-Verbandsmethode „Nachweis tierischer Bestandteile - PCR Methode“**, Nr. 29.1, VDLUFA-Methodenbuch Bd. III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 5. Erg.-Lfg., VDLUFA-Verlag
- [19] **Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB**, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [20] **Trifa, Y. und Zhang, D. (2004)**: DNA content in embryo and endosperm of maize kernel (*Zea mays* L.): Impact on GMO quantification. *J. Agric. Food Chem.* 52(5): 1044-1048
- [21] **Screening-Tabelle zum schnellen Nachweis zugelassener und nicht zugelassener gentechnisch veränderter Organismen**, Deutsche Lebensmittel-Rundschau (2008) 104 (6), 261-264 oder <http://www.gdch.de/strukturen/fg/lm/ag/bioanal/screening.htm>
- [22] Babekova R, Funk T, Pecoraro S, Engel K-H, Busch U (2008): **Development of an event-specific Real-time PCR detection method for the transgenic Bt rice line KMD1**. *European Food Research and Technology* 228, 707-716

8. Übersicht Internet-Adressen

8.1 EU-Ebene

- **Europäisches Gemeinschaftsregister**
http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
- **Übersicht über die in der Europäischen Union zugelassenen gentechnisch veränderten (GV) Lebensmittel**
http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/gmo_authorisation_en.htm
Übersicht über die in der EU zugelassenen genetisch veränderten Futtermittel
http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/gmo_authorisation_en.htm
- **Übersicht über die in der EU in der Zulassung befindlichen gentechnisch veränderten Lebensmittel**
http://www.bfr.bund.de/cm/208/antraege_gvo_lm_fm_vo_1829.pdf
<http://www.transgen.de/zulassung/>
<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>
- **Übersicht über die in der EU in der Zulassung befindlichen gentechnisch veränderten Futtermittel**
http://www.bfr.bund.de/cm/208/antraege_gvo_lm_fm_vo_1829.pdf
<http://www.transgen.de/zulassung/>
<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>
- **Informationen zur europäischen Gesetzgebung**
<http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>
- **Standing Committee on the Food Chain and Animal Health Section: Genetically Modified Food and Feed and Environmental Risk**
http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/modif_genet/index_en.htm
- **Standing Committee on the Food Chain and Animal Health Section: General Food Law**
http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/general_food/index_en.htm
- **Homepage der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA**
<http://www.efsa.europa.eu/de/>
- **Analytik**
Homepage des European Union Reference Laboratory for GM Food and Feed (EURL-GMFF)
<http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/>
Homepage des European Network of GMO Laboratories
<http://engl.jrc.ec.europa.eu/>
Homepage des Joint Research Centre
<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>
JRC GMO Training Courses
<http://mbg.jrc.ec.europa.eu/capacitybuilding/docstraining/TC%20June%2006%20programme.pdf>
JRC GMO Methods Database
<http://mbg.jrc.ec.europa.eu/home/ict/methodsdatabase.htm>
<http://gmofmdb1.jrc.it/fmi/iwp/cgi?-db=GMOmethods&-loadframes>

8.2 Nationale Ebene

- **Homepage des Robert-Koch-Institutes**
<http://www.rki.de/>
- **Homepage des Bundesinstituts für Risikobewertung**
<http://www.bfr.bund.de/>
- **Homepage des Julius-Kühn-Institutes**
<http://www.jki.bund.de/>
- **Homepage der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (Max-Rubner-Institut)**
<http://www.mri.bund.de/>
- **Homepage der Bundesregierung**
<http://www.bundesregierung.de/>
- **Homepage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz**
www.bmelv.de
- **Homepage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**
<http://www.bmu.de>
- **Homepage des Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)**
<http://www.bvl.bund.de/>
- **Homepage des Umweltbundesamtes**
www.umweltbundesamt.de
- **Homepage des Unterausschusses Methodenentwicklung der Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik**
<http://www.lag-gentechnik.de>

8.3 Sonstige

- **Center for Environmental Risk Assessment (CERA)**
<http://cera-gmc.org/> (GM Crop Database: http://cera-gmc.org/index.php?action=gmc_crop_database)
- **GMO Detection**
<http://gmdd.shgmo.org>
- **Information Platform for GM Seed der ISTA (International Seed Testing Association)**
<http://www.seedtest.org/en/content---1--1195.html>
- **gmo-watch**
<http://www.gmo-watch.com>
- **ISAAA-Homepage (The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications)**
<http://www.isaaa.org/>
- **Homepage von TransGen**
<http://www.transgen.de>
- **Homepage von bioSicherheit**
<http://www.biosicherheit.de>
- **IRMM-Homepage (Institute for Reference Materials and Measurements)**
<http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/homepage.htm>

9. Anmerkungen

Das vorliegende Konzept erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Angaben erfolgen ohne Gewähr.

Alle Angaben und Internetadressen entsprechen, wenn nicht anders angegeben, dem Stand vom 12.04.2010.

10. Anlagen

- Anlage A** Von der EU-Kommission veröffentlichte Methoden zur Bestimmung von GVO und daraus hergestellten Materialien
- Anlage B** Zertifizierte Referenzmaterialien
- Anlage C** Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Soja-Einzel-futtermitteln
- Anlage D** Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Mais-Einzel-futtermitteln
- Anlage E** Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Raps-Einzel-futtermitteln
- Anlage F** Schema zum Nachweis von gentechnischen Veränderungen in Mischfuttermitteln

Anlage A

Von der EU-Kommission veröffentlichte Methoden zur Bestimmung von GVO und daraus hergestellten Materialien

Quelle: <http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/statusofdoss.htm> , Stand: Mai 2010

Event	Erkennungsmarker	Anmelder	Validierungsbericht (Veröffentlichung)	Validierte Methode (Veröffentlichung)
Bt10 maize	-	-	13/07/2005	13/07/2005
Bt11 sweet maize	SYN-BT011-1	Syngenta Seeds	05/08/2004	05/08/2004
NK603 maize	MON-00603-6	Monsanto Company	10/01/2005 30/01/2008	10/01/2005
GA21 maize	MON-00021-9	Monsanto Company	17/01/2005	17/01/2005
Mon863 maize	MON-00863-5	Monsanto Company	16/02/2005	16/02/2005
1507 maize	DAS-01507-1	Pioneer Hi-Bred, Dow Agrosciences, Mycogen Seeds	17/02/2005	9/03/2005 DNA Extraction 9/03/2005
T25 maize	ACS-ZM003-2	Bayer CropScience	15/06/2005	15/06/2005 DNA Extraction 21/10/2008
59122 maize	DAS-59122-7	Pioneer Hi-Bred; Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences	11/10/2005	11/10/2005 DNA Extraction 11/10/2005
1507 x NK603 maize	DAS-01507-1 x MON-00603-6	Pioneer Hi-Bred, Mycogen Seeds	29/11/2005	(NK603) 10/01/2005 (1507) 9/03/2005
RUR H7 Sugar beet	KM-000H71-4	KWS SAAT AG. Monsanto Company	31/01/2006	31/01/2006 DNA Extraction 31/01/2006
NK603 x MON 810 maize	MON-00603-6 x MON-00810-6	Monsanto Company	16/03/2006	(MON 810) 14/03/2006 (NK603) 10/01/2005
MON 863 x MON 810 maize	MON-00863 x MON00810-6	Monsanto Company	14/03/2006	(MON 810) 14/03/2006 (MON 863) 16/02/2005
MON 863 x NK603 maize	MON-00863-5 x MON-00603-6	Monsanto Company	14/03/2006	(NK603) 10/01/2005 (MON 863) 16/02/2005
MON 863 x MON 810 x NK603 maize	MON-00863-5 x MON-00810-6 x MON-00603-6	Monsanto Company	16/03/2006	(MON 810) 14/03/2006 (NK603) 10/01/2005 (MON 863) 16/02/2005
3006-210-23/281-24-236 cotton	DAS-24236-5xDAS-21023-5	Dow AgroSciences	21/04/2006	(281-24-236) 21/04/2006 (3006-210-23) 21/04/2006 DNA extraction 21/04/2006

LLRICE62 rice	ACS-OS002-5	Bayer CropScience	09/06/2006	09/06/2006 DNA Extraction 09/06/2006
1507 x 59122 maize	DAS-01507-1xDAS-59122-7	Mycogen Seeds, c/o Dow Agro- Sciences LLC	13/06/2006	(1507) 9/03/2005 (59122) 11/10/2005
T45 rapeseed	ACS-BN008-2	Bayer CropScience	07/09/2006	07/09/2006 DNA Extraction 15/01/2007
EH92-527-1 potato	BPS-25271-9	BASF Plant Science Holding GmbH	14/09/2006	14/09/2006 DNA Extraction 20/01/2009
LLRICE601 rice				Special page dedi- cated to LLRICE601 updates
Ms8 rapeseed	ACS-BN005-8	Bayer CropScience	29/01/2007	29/01/2007 DNA Extraction 29/01/2007
Rf3 rapeseed	ACS-BN003-6	Bayer CropScience	29/01/2007	29/01/2007 DNA Extraction 29/01/2007
Ms8xRf3 rapeseed	ACS-BN005-8xACS-BN003-6	Bayer CropScience	29/01/2007	(Ms8) 29/01/2007 (Rf3) 29/01/2007
GT73 rapeseed	MON-00073-7	Monsanto Company	08/02/2007	08/02/2007 DNA Extraction 08/02/2007
LLCOTTON25 cotton	ACS-GH001-3	Bayer CropScience	14/03/2007	14/03/2007 DNA Extraction 14/03/2007
MIR 604 maize	SYN-IR604-5	Syngenta	04/04/2007	04/04/2007 DNA Extraction 04/04/2007
Bt11 Field maize	SYN-BT011-1	Syngenta Crop Protection	20/04/2007	05/08/2004 DNA Extraction 20/04/2007
A2704-12 soybean	ACS-GM005-3	Bayer CropScience	14/05/2007	14/05/2007 DNA Extraction 14/05/2007
GA21 maize	MON-00021-9	Syngenta Crop Protection	07/09/2007	07/09/2007 DNA Extraction 07/09/2007
MON 04032-6 soybean	MON-04032-6	Monsanto Company	19/09/2007	23/01/2009 DNA Extraction 19/09/2007
59122 x 1507 x NK603 maize	DAS-5912-7xDAS-1507-1xMON-00603-6	Pioneer Hi-Bred	05/02/2008	(TC1507) 05/02/2008 (NK603) 05/02/2008 (59122) 05/02/2008
59122 x NK603 maize	DAS-59122-7xMON-00603-6	Pioneer Hi-Bred	05/02/2008	(59122) 05/02/2008 (NK603) 05/02/2008

MON 89788 soybean	MON-89788-1	Monsanto Company	27/02/2008	27/02/2008 DNA Extraction Published on: 27/02/2008
MON 1445 cotton	MON-01445-2	Monsanto Company	10/06/2008	10/06/2008 DNA Extraction 10/06/2008
MON 531 cotton	MON-00531-6	Monsanto Company	18/06/2008	18/06/2008 DNA Extraction 18/06/2008
MON 15985 cotton	MON-15985-7	Monsanto Company	19/06/2008	19/06/2008 DNA Extraction 19/06/2008
Bt11 maize	SYN-BT011-1	Syngenta	02/07/2008	02/07/2008 DNA Extraction 20/04/07
GHB614 cotton	BCS-GH-002-5	Bayer CropScience	12/09/2008	12/09/2008 DNA Extraction 12/09/2008
MON88017 maize	MON-88017-3	Monsanto Company	14/10/2008	14/10/2008 DNA Extraction 14/10/2008
LY038 maize	REN-00038-3	Renissen LLC	14/10/2008	14/10/2008 DNA Extraction 14/10/2008
MON 89034 maize	MON-89034-3	Monsanto Company	05/11/2008	05/11/2008 DNA Extraction 05/11/2008
3272 maize	SYN-E3272-5	Syngenta Crop Protection	12/11/2008	12/11/2008 DNA Extraction 12/11/2008
BT11 x GA21 maize	SYN-BT011-1xMON-00021-9	Syngenta	14/11/2008	(BT11) 02/07/2008 (GA21) 07/09/2007
A5547-127 soybean	ACS-GM006-4	Bayer CropScience	23/01/2009	23/01/2009 DNA Extraction 12/12/2008
MON 15985 x MON 1445 cotton	MON-15985-7 x MON-01445-2	Monsanto Company	16/01/2009	(MON 15985) 19/06/2008 (MON 1445) Published on: 10/06/2008
DP-305423-1 soybean	DP-305423-1	Pioneer Hi-Bred	11/02/2009	11/02/2009 DNA Extraction 11/02/2009
DP-356043-5 soybean	DP-356043-5	Pioneer Hi-Bred	11/02/2009	11/02/2009 DNA Extraction 11/02/2009
MON 531 x MON 1445 cotton	MON-00531-6 x MON-01445-2	Monsanto Company	19/03/2009	(MON 531) 18/06/2008 (MON 1445) 10/06/2008
MON 88913 cotton	MON-88913-8	Monsanto Company	06/05/2009	06/05/2009 DNA Extraction 06/05/2009
MON 810 maize	MON-00810-6	Monsanto Company	11/06/2009 (verification) 11/06/2009	11/06/2009
PT73 <i>E. coli</i> (TM) dried killed	Not applicable	Ajinomoto	30/06/2009	30/06/2009

bacterial biomass		Eurolysine SAS		DNA Extraction 30/06/2009
PL73 Brevibacterium		Ajinomoto Eurolysine SAS	-	Method proposed by the applicant 06/07/2007
Novo Yeast Cream		Novo Nordisk A/S	-	Method proposed by the applicant 06/07/2007
MON88017 x MON810 maize	MON-88017-3xMON00810-6	Monsanto Company	17/07/2009	(MON 88017) 14/10/2008 (MON 810) 14/03/2006
MON 89034 x NK603 maize	MON-89034-3 x MON-00603-6	Monsanto Company	17/09/2009	(MON 89034) 05/11/2008 (NK 603) 10/01/2005
MON 89034 x 88017 maize	MON-89034-3 x MON-88017-3	Monsanto Company	27/01/2010	(MON 89034) 05/11/2008 (MON 88017) 14/10/2008
Bt11 x MIR604 maize	SYN-BT011-1xSYN-IR604-5	Syngenta	03/05/2010	(BT11) 02/07/2008 (MIR604) 04/04/2007
MIR604 x GA21 maize	SYN-IR604-5x MON-00021-9	Syngenta	03/05/2010	(MIR604) 04/04/2007 (GA21) 07/09/2007
Bt11 x MIR604 x GA21	SYN-BT011-1xSYN-IR604- 5xMON-00021-9	Syngenta	25/05/2010	(BT11) 02/07/2008 (MIR604) 04/04/2007 (GA21) 07/09/2007

Anlage B

Zertifizierte Referenzmaterialien (Stand: April 2010)

Quellen: IRMM Institute for Reference Material and Measurements, Geel, Belgien: <http://www.irmm.jrc.be/html/homepage.htm>
AOCS American Oil Chemists' Society: <http://www.aocs.org/tech/crm>
FLUKA, Riedel-de Haën, Sigma-Aldrich Laborchemikalien GmbH, Deutschland:
http://www.sigmaaldrich.com/Brands/Fluka__Riedel_Home/Analytical/Food_Analysis.html#GMO

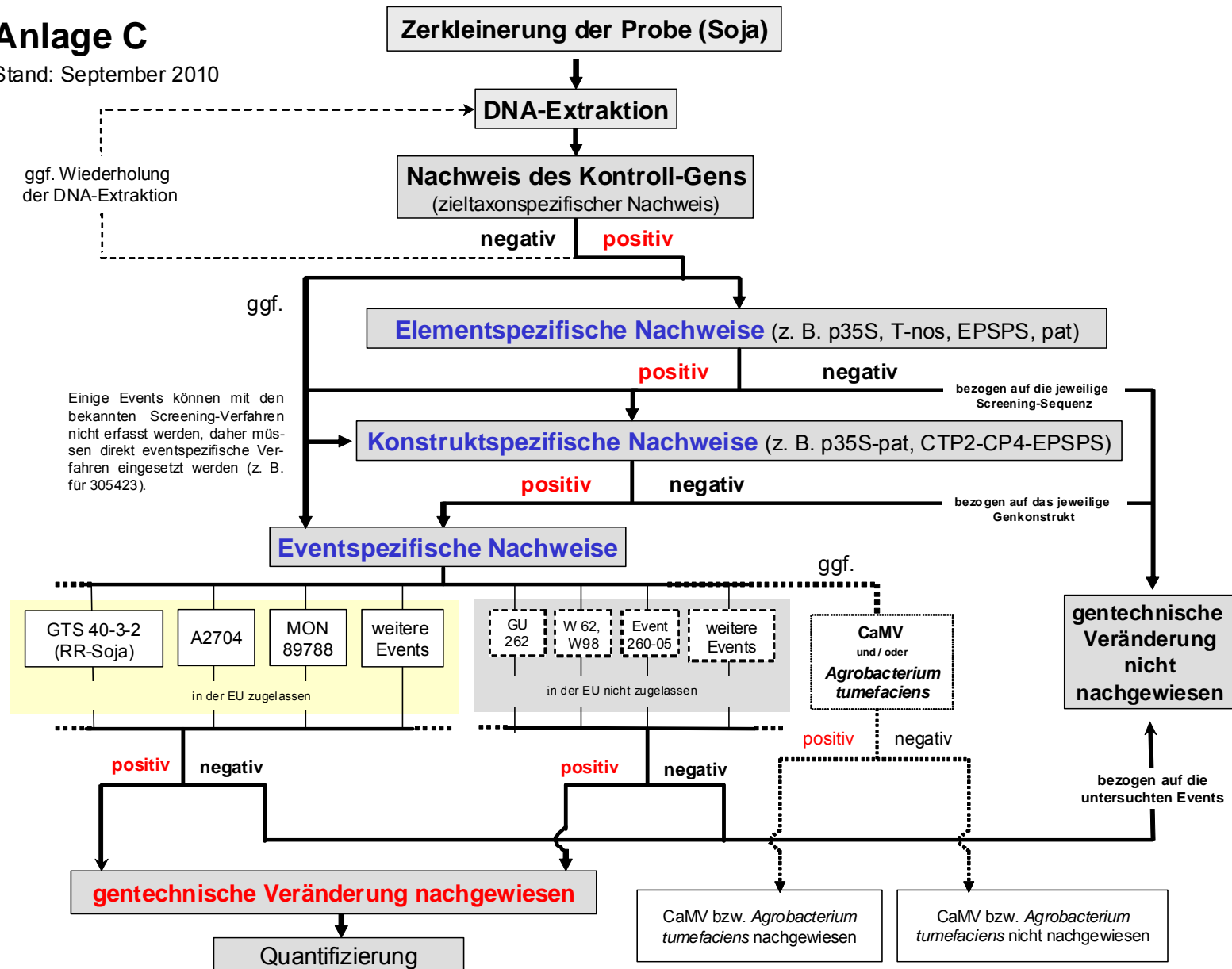
Gentechnisch veränderte Pflanzenlinie	Bestell-Code	Materialart	GVO nominaler Gehalt	Bezugsquelle
Soja				
RR™ Soja	ERM-BF410a	dried bean powder	< 0,3 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF410b		1,0 g/kg	
	ERM-BF410c		5,0 g/kg	
	ERM-BF410dk		10,0 g/kg	
	ERM-BF410e		20,0 g/kg	
	ERM-BF410gk		100 g/kg	
Soja 305423	ERM-BF426a	dried seed powder	< 0,8 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF426b		5,0 g/kg	
	ERM-BF426c		10,0 g/kg	
	ERM-BF426d		100 g/kg	
Soja 356043	ERM-BF425a	dried seed powder	< 0,5 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF425b		1,0 g/kg	
	ERM-BF425c		10,0 g/kg	
	ERM-BF425d		100 g/kg	
MON89788	AOCS 0906-B	ground soybean	> 994,0 g/kg	AOCS
Konventionelle Sojabohne (Linie A3244)	AOCS 0906-A	ground soybean	> 999,0 g/kg	AOCS
A5547-127	AOCS 0707-C2	leaf DNA	> 999,9 ng/µg	AOCS
A2704-12	AOCS 0707-B2	leaf DNA	> 999,9 ng/µg	AOCS
A2704-12 / A5547-127 (non-GVO)	AOCS 0707-A2	leaf DNA	< 0,1 ng/µg	AOCS
Mais				
Bt-176	ERM-BF411a	dried powder	< 0,14 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF411b		1,0 g/kg	
	ERM-BF411c		5,0 g/kg	
	ERM-BF411d		10,0 g/kg	
	ERM-BF411e		20,0 g/kg	
	ERM-BF411f		50,0 g/kg	
Bt-11	ERM-BF412a	dried powder	< 0,12 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF412b		0,98 g/kg	
	ERM-BF412c		04,9 g/kg	
	ERM-BF412d		9,8 g/kg	
	ERM-BF412e		19,6 g/kg	
	ERM-BF412f		48,9 g/kg	
MON810	ERM-BF413a	dried powder	< 0,2 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF413b		1,0 g/kg	
	ERM-BF413c		5,0 g/kg	
	ERM-BF413d		10,0 g/kg	

	ERM-BF413e		20,0 g/kg	
	ERM-BF413f		50,0 g/kg	
MON810	ERM-BF413d	Plasmid DNA / Copy number ratio	0,57 %	
GA21	ERM-BF414a	dried powder	< 0,8 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF414b		1,0 g/kg	
	ERM-BF414c		4,9 g/kg	
	ERM-BF414d		9,9 g/kg	
	ERM-BF414e		17,2 g/kg	
	ERM-BF414f		42,9 g/kg	
NK603	ERM-BF415a	dried powder	< 0,4 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF415b		1,0 g/kg	
	ERM-BF415c		4,9 g/kg	
	ERM-BF415d		9,8 g/kg	
	ERM-BF415e		19,6 g/kg	
	ERM-BF415f		49,1 g/kg	
MON863	ERM-BF416a	dried powder	< 1,0 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF416b		1,0 g/kg	
	ERM-BF416c		9,8 g/kg	
	ERM-BF416d		98,5 g/kg	
MON863 x MON810	ERM-BF417a	dried powder	< 1,0 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF417b		1,0 g/kg	
	ERM-BF417c		9,8 g/kg	
	ERM-BF417d		98,5 g/kg	
TC 1507	ERM-BF418a	dried powder	< 0,5 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF418b		1,0 g/kg	
	ERM-BF418c		9,9 g/kg	
	ERM-BF418d		98,6 g/kg	
3272	ERM-BF420a	dried powder	< 1,3 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF420b		9,8 g/kg	
	ERM-BF420c		98 g/kg	
MIR 604	ERM-BF423a	dried powder	< 0,9 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF423b		1,0 g/kg	
	ERM-BF423c		9,8 g/kg	
	ERM-BF423d		98,5 g/kg	
59122	ERM-BF424a	dried powder	< 1,2 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF424b		1,0 g/kg	
	ERM-BF424c		9,9 g/kg	
	ERM-BF424d		98,7 g/kg	
98140	ERM-BF427a	dried seed powder	< 0,4 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF427b		5,0 g/kg	
	ERM-BF427c		20,0 g/kg	
	ERM-BF427d		100 g/kg	
NK603 GA21 CBH-351	69407	genomic DNA	jeweils 1 %	FLUKA
MON89034	AOCS 0906-E	ground corn	> 994,25 g/kg	AOCS
MON88017	AOCS 0406-D	ground corn	990,5 g/kg	AOCS
MON810 / MON683 / NK603 / MON88017 / MON89034 (non-GVO)	AOCS 0406-A	ground corn	< 2,0 g/kg	AOCS
P35S/bar (T25)	AOCS 0306-H	leaf DNA	> 999,9 ng/µg	AOCS
Conventionally-bred Corn	AOCS 0306-C	leaf DNA	> 999,9 ng/µg	AOCS
MIR604	AOCS 0607-A	ground corn	> 999,8 g/kg	AOCS
GA21	AOCS 0407-A	ground corn	< 1,0 g/kg	AOCS
GA21	AOCS 0407-B	ground corn	> 999,8 g/kg	AOCS

Raps				
Roundup Ready (non-GVO)	AOCS 0304-A	Rapssamen	< 0,5 g/kg	AOCS
Bar gene (MS8)	AOCS 0306-F2 ⁺	Leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
Roundup Ready Canola CTP2/EPSPS CP4 / Homozygous (RT 73)	AOCS 0304-B	Seed	> 991,9 g/kg	AOCS
Conventionally-bred Canola (non-GVO)	AOCS 0306-B	leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
T45	AOCS 0208-A2	leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
Bar gene (Rf3)	AOCS 0306-G	dried leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
GT73 OXY235 GS40/90 (LibertyLink Falcon [®]) MS8xRf3	55231	DNA	jeweils 1 %	FLUKA
Oxy235	52938	DNA		FLUKA
Baumwolle				
281-24-236 x 3006-210-23	ERM-BF422a	dried seed powder	< 0,5 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF422b		> 979 g/kg	
	ERM-BF422c		10,0 g/kg	
	ERM-BF422d		100 g/kg	
GHB119	ERM-BF422a	dried seed powder	< 0,2 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF422b		10 g/kg	
	ERM-BF422c		100 g/kg	
Roundup Ready Cotton (CTP2/EPSPS CP4 / Homozygous)	AOCS 0804-B	ground seed	> 994,0 g/kg	AOCS
Bollgard Cotton (Bt-Cry1Ac / Homozygous)	AOCS 0804-C		> 973,9 g/kg	
Bollgard II (Bt-Cry1Ac / Bt-Cry2Ab / Homozygous)	AOCS 0804-D		> 984,5 g/kg	
Roundup Ready / Bollgard / Bollgard II (non-GVO)	AOCS 0804-A		< 4,0 g/kg	
GHB614	AOCS 1108-A	leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
P35S/bar (LLCotton25)	AOCS 0306-E	dried leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
P35S/bar GHB614 (non-GVO)	AOCS 0306-A	leaf DNA	< 0,1 ng/μg	AOCS
Zuckerrübe				
H7-1	ERM-BF419a	dried powder	0 g/kg	IRMM und FLUKA
	ERM-BF419b		1000 g/kg	
H7-1	AOCS 1206-A	ground sugarbeet seed	< 1,0 g/kg	AOCS
H7-1	AOCS 1206-B	ground sugarbeet seed	> 918,7 g/kg	AOCS
Kartoffel I				
EH92-527-1	ERM-BF421a	dried powder (relative Anzahl an gv Knollen)	0 %	IRMM und FLUKA
	ERM-BF421b		100 %	
EH92-527-1	AOCS 0806-D AOCS 0806-C	ground potato (lyophilized)	> 990,1 g/kg	AOCS
EH92-527-1 (non-GVO)	AOCS 0806-B AOCS 0806-A	ground potato (lyophilized)	< 9,3 g/kg	AOCS
Reis				
P35S/bar (LLRice 62)	AOCS 0306-I2 ⁺	leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS
Conventionally-bred Rice (non-GVO)	AOCS 0306-D	leaf DNA	> 999,9 ng/μg	AOCS

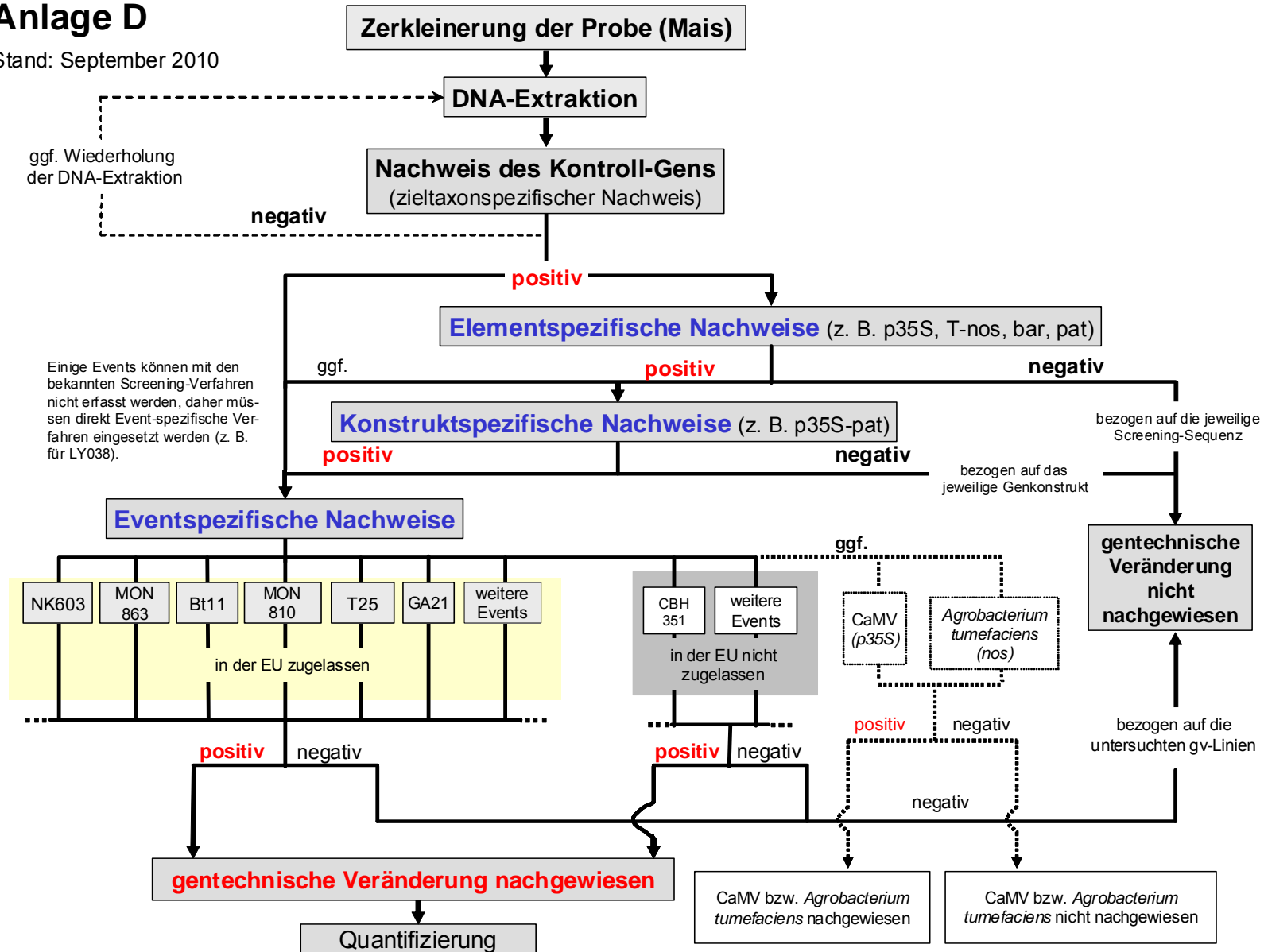
Anlage C

Stand: September 2010



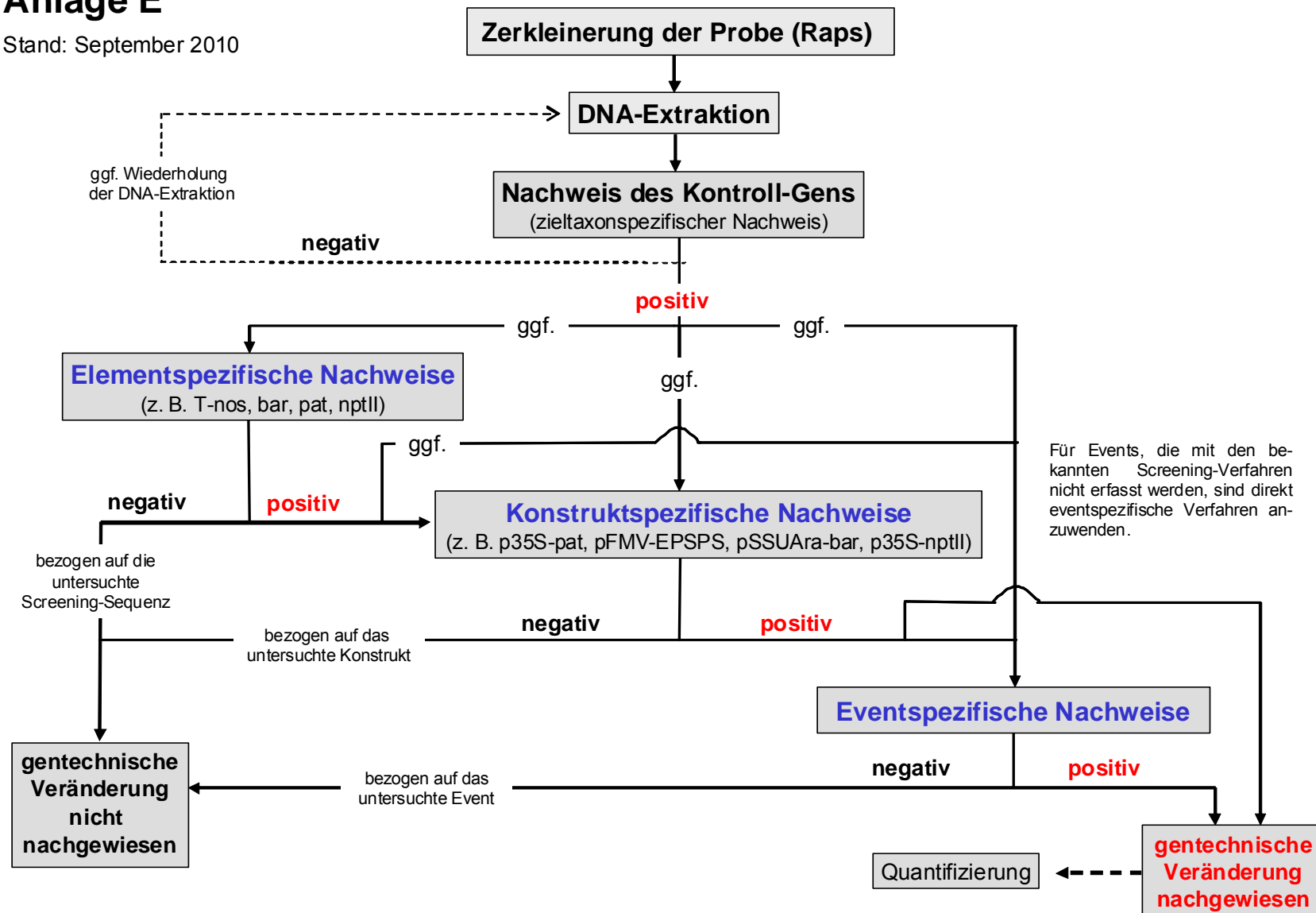
Anlage D

Stand: September 2010



Anlage E

Stand: September 2010



Anlage F

Stand: September 2010

