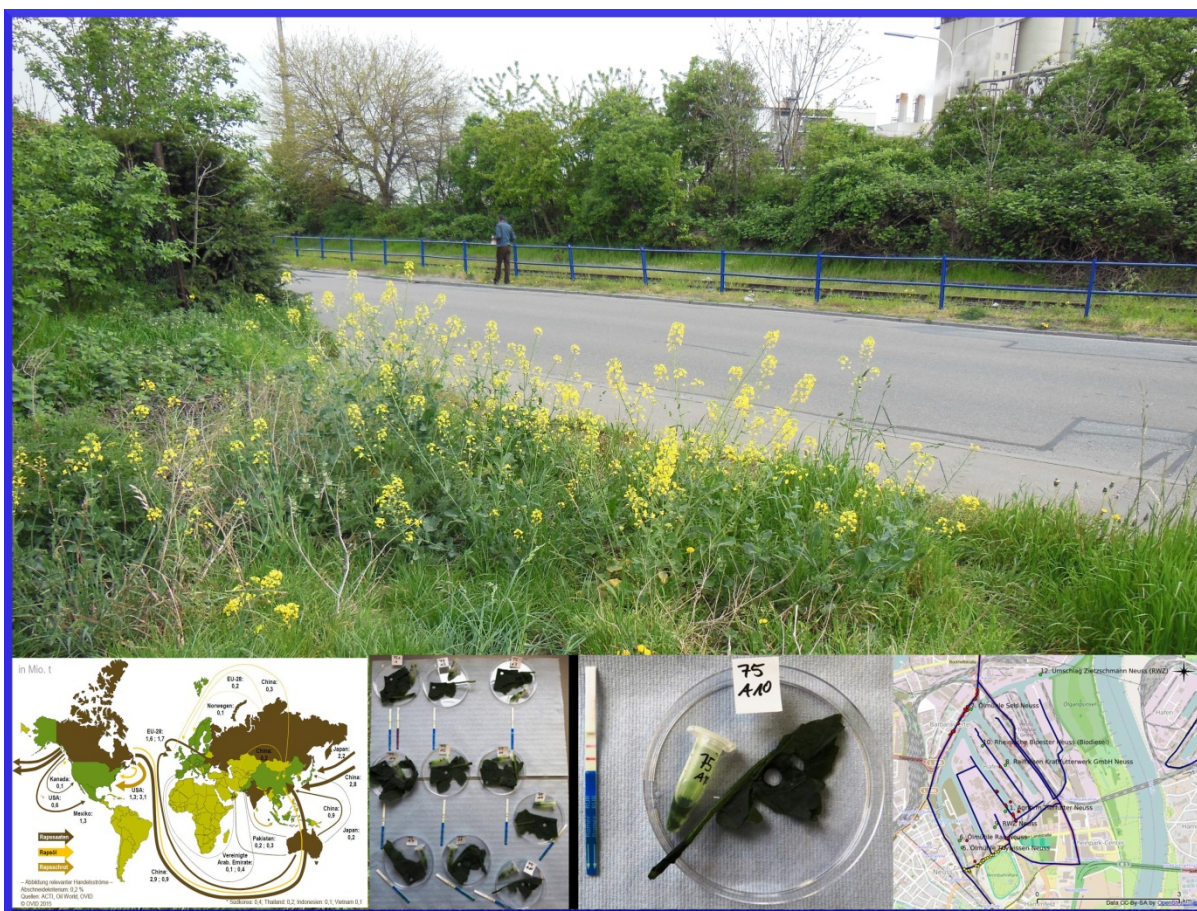


Kerstin V. Wedlich, Jürgen Franzaring
und Andreas Fangmeier

Entwicklung und Erprobung eines Konzepts für ein Monitoring von für den Import zugelassenem transgenem Raps nach Richtlinie 2001/18/EG



Entwicklung und Erprobung eines Konzepts für ein Monitoring von für den Import zugelassenem transgenem Raps nach Richtlinie 2001/18/EG

**Ergebnis eines F+E-Vorhabens (FKZ 3511 89 0100)
des Bundesamtes für Naturschutz**

**Kerstin V. Wedlich
Jürgen Franzaring
Andreas Fangmeier**



Titelbild: Rapspopulation am Mannheimer Hafen (Universität Hohenheim); Bildleiste unten, links: Weltweite Handelsströme für Rapssaaten und der daraus hergestellten Produkte nach OVID (<http://www.ovid-verband.de/unsere-branchen/daten-und-grafiken/oelsaaten>), Mitte: RUR-Einzelblatt-Test, rechts: Karte der Probennahmen im Neusser Hafen (beide Universität Hohenheim)

Adressen der Autorin und der Autoren:

Dr. Kerstin V. Wedlich	Universität Hohenheim
Dr. Jürgen Franzaring	Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320)
Prof. Dr. Andreas Fangmeier	August von Hartmannstraße 3, 70599 Stuttgart
	E-Mail: Kerstinvanessa.Wedlich@uni-hohenheim.de
	Juergen.Franzaring@uni-hohenheim.de
	Andreas.Fangmeier@uni-hohenheim.de

Fachbetreuung im BfN:

Dr. Wiebke Züghart	Fachgebiet II 1.3 „Monitoring“
Christina Hünig	

Ergebnis aus dem F+E-Vorhaben „Entwicklung eines Konzepts für die Umweltbeobachtung nach Richtlinie 2001/18/EG von transgenem Raps und die Erhebung von Basisdaten“ (FKZ 3513 89 0100).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturlatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter <http://www.bfn.de> heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-166-5

Bonn - Bad Godesberg 2016

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis Anhang	6
Tabellenverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis Anhang	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einleitung.....	9
2 Warenströme und Ausbreitungswege von Raps	12
2.1 Transportwege und Warenströme	12
2.2 Ausbreitungswege von GV-Raps.....	25
2.3 Typische Situationen der Ruderalrapsvorkommen	29
3 Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Monitoringkonzepts	33
3.1 Vorgaben der VDI-Richtlinie 4330 (Blatt 10)	33
3.2 Eingesetzte Methoden.....	34
3.2.1 Festlegung des Untersuchungsgebietes	34
3.2.2 Zeitraum und Vorbereitung der Geländearbeiten.....	34
3.2.3 Kartierung und Visualisierung.....	38
3.2.4 Probennahme	38
3.2.5 Analyse der Rapsblätter	39
4 Erprobung des Rapsmonitorings.....	41
4.1 Auswahl der Standorte entlang der Rheinschiene	41
4.2 Probennahmeregionen.....	43
4.2.1 Niederrhein	43
4.2.2 Westfalen an der Lippe	46
4.2.3 Rheinland.....	47
4.2.4 Rhein-Neckar-Raum	53
4.2.5 Hochrhein.....	55
4.3 Ergebnisse	58
4.4 Zweite Begehung und Beprobung	61
5 Erfahrungen und weitergehende Empfehlungen für das Monitoring	63
5.1 Standortlokalisierung und floristische Kartierung	63

5.2	Probennahme und Analyse	64
5.3	Kartenerstellung und Datenhaltung	64
5.4	Warenströme und Maßnahmen zu Ladeverlusten	65
5.5	Vorschläge zur Anpassung der VDI-Richtlinie und Aufwand des Monitorings.....	65
6	Leitfaden des Monitoringkonzepts.....	72
7	Literaturverzeichnis	80
8	Zusammenfassung.....	88
9	English summary	92
10	Anhang.....	95
10.1	A1 Fragenkatalog.....	95
10.2	A2 Kartierbogen für das Monitoring	98
10.3	A3 Bestimmungsschlüssel zu <i>B. napus</i>	100
10.4	A4 Schlüssel zur Bestimmung von Vegetationstypen	100
10.5	A5 Liste der Standorte (digital als kmz-Datei).....	102
10.6	A6 Fotos von allen Standorten (im Ordner „Fotos“)	102
10.7	A7 Excel-Datei mit allen in der Untersuchung erhobenen Daten	102
10.8	A8 Fotos aller Ergebnisse von Teststreifen-Untersuchungen	102

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Weltweite Handelsströme für Rapssaaten	13
Abb. 2: Rapssaatenproduktion, - export und –import konventioneller Rapssaat.....	14
Abb. 3: Entwicklung der Rapsproduktion seit 1980	15
Abb. 4: Rapssaatenimport in die EU	15
Abb. 5: Rapssaatenimport in die EU nach einzelnen Mitgliedsstaaten	16
Abb. 6: Gentechnik-freie Rapsproduktion der Länder der EU.....	16
Abb. 7: Rapssaatexport einzelner Mitgliedsstaaten der EU nach Deutschland.....	17
Abb. 8: Der Warenfluss – vom Erzeuger bis zum Endverbraucher (nach OVID).....	21
Abb. 9: Lage der zentralen Ölmühlen in Deutschland	22
Abb. 10: Rapsanteil an der landwirtschaftlichen genutzten Landfläche.....	23
Abb. 11: Rapsvorkommen beim Schiffs- und Schienengütertransport	30
Abb. 12: Rapsvorkommen beim Schienengütertransport.....	30
Abb. 13: Rapsvorkommen entlang einer Autobahnauffahrt.....	31
Abb. 14: Rapsvorkommen an einem Kreisel und auf einem Betriebsgelände.	31
Abb. 15: Umschlagsplatz in einem Hafengebiet	32
Abb. 16: Tauben auf den Anlagen einer Ölmühle	32
Abb. 17: Beginn der Blüte des Winterrapses in Deutschland	35
Abb. 18: Beispiel eines ausgefüllten Kartierbogens für das Monitoring	37
Abb. 19: Lage der Standorte entlang der Wasserverkehrswege	42
Abb. 20: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Kleve	44
Abb. 21: Beprobungspunkte inklusive Begehungstrack in Emmerich.....	45
Abb. 22: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Wesel.	46
Abb. 23: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Hamm.....	47
Abb. 24: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur am Neusser Hafen	48
Abb. 25: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur im Düsseldorf Hafen.....	49
Abb. 26: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur am Mittelrhein.....	50
Abb. 27: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Mainz.....	51
Abb. 28: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Wiesbaden	52
Abb. 29: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Mainz.....	53
Abb. 30: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Mannheim.....	54
Abb. 31: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Heilbronn.....	55

Abb. 32: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Kehl	56
Abb. 33: Beprobungsstandorte inklusive Begehungsspur in Weil am Rhein	57
Abb. 34: Häufigkeit der vorgefundenen Rapspopulationsgrößen	58
Abb. 35: RUR-Einzelblatt-Tests (A1-A10) der Probe 75A.....	59
Abb. 36: RUR- und LL-Tests	60
Abb. 37: Positiver Glyphosat-Nachweis der Probe 75A_10	60
Abb. 38: Erste und zweite Probennahme im Neusser Hafenbecken.....	61
Abb. 39: Leitfaden zum Monitoring von GV-Ruderalraps: Vorarbeiten.....	73
Abb. 39: (Fortsetz.) Leitfaden zum Monitoring von GV-Ruderalraps: Monitoring.....	74
Abbildungsverzeichnis Anhang	
Abb. A1: Kartierbogen für das Monitoring, Teil A.....	98
Abb. A2: Kartierbogen für das Monitoring, Teil B.....	99
Tabellenverzeichnis	
Tab. 1: Daten der Probennahme an den einzelnen Standorten	43
Tab. 2: Auflistung der Kosten des Monitorings.....	67
Tabellenverzeichnis Anhang	
Tab. A1: Bestimmungsschlüssel zu Brassica napus.....	100
Tab. A2: Schlüssel zur Bestimmung von Vegetationstypen	102

Abkürzungsverzeichnis

ACEPAS	Analysezentrum für Wirtschaftspolitik im Agrarsektor
ADM	Archer Daniels Midland
AMI	Agrarmarkt Informations-GmbH
ARA	Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen
BDOEL	Bundesverband dezentraler Ölmühlen e.V.
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
Canola	Canadian oil, low acid, in Kanada werden die Ölsaaten Brassica rapa und B. napus unter dieser Bezeichnung zusammengefasst
COCERAL	Comité du Commerce des céréales, aliments du bétail, oléagineux, huile d'olive, huiles et graisses et agrofournitures
COGEM	Commissie Genetische Modificatie der Niederlande
CSM	Case Specific Monitoring
EC	European Commission
EFSA	European Food Safety Authority
EFTA	European Free Trade Association
ENCA	European Network of the Heads of Nature Conservation Agencies
EPA	European Network of the Heads of Environment Protection Agencies
ERA	Environmental Risk Assessment
EZG	Erzeugergemeinschaft
FEDIOL	Fédération Européenne des Industries Oléagineux [et] Lipides
FGL	Fürstenwalder Futtermittel-Getreide-Landhandel GmbH
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GVO	Genetisch veränderte Organismen
GVP	Genetisch veränderte Pflanzen
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points. Die Aufgabe des HACCP-Konzeptes ist es, Gefahren, die mit dem Verarbeitungsprozess von Lebensmitteln zusammenhängen oder von fertigen Produkten ausgehen, zu betrachten und die Risiken abzuschätzen. Sobald alle Faktoren, die die Lebensmittelreinheit beeinträchtigen können, erkannt sind, können die entsprechenden Maßnahmen zum Einsatz kommen, um diese Risikofaktoren auszuschalten. Ziel des HACCP-Konzeptes ist es zunächst, zu verstehen, welches die möglichen Risiken sind und wie sie zu vermeiden sind.

IGGMO	ENCA EPA interest group on risk assessment and monitoring of GMOs
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
ISAAA	International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications
INTRASTAT	Inneregemeinschaftliche Handelsstatistik der EU, auch ICTS
LL	Liberty Link
OVID	Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland
PCR	Polymerase Chain Reaction
PMEM	Post-Market Environmental Monitoring
RME	Rapsmethylester
RKW	Raiffeisen Kraftfutterwerk
RWS	Raiffeisen Warenhandelsgesellschaft Südpfalz mbH
RUR	Round Up Ready
TFZ	Technologie- und Förderzentrum Straubing
UFOP	Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.
UNISTOCK	Association of professional portside storekeepers for agribulk commodities
USDA	United States Department of Agriculture

1 Einleitung

Auch wenn in der EU bis heute kein GV-Raps kommerziell angebaut werden darf und in naher Zukunft voraussichtlich auch nicht für den Anbau zugelassen wird, ist ein Vorkommen von transgenen Rapspflanzen in Deutschland durchaus möglich.

Bekannt ist, dass das Auflaufen von GV-Raps im Rahmen der Nachkontrollen auf ehemaligen, in den 1990er Jahren zu Forschungszwecken eingerichteten Freisetzungsfeldern beobachtet wird (LALLF M-V, 2015; MLUV 2008). Das lange Überdauern in der Samenbank und der Durchwuchs von GV-Raps auf Rapsanbauflächen wurden auch durch MÉSSEAN et al. (2007) belegt.

Ein weiterer Pfad, über den keimfähiger GV-Raps in die Umwelt gelangen kann, ist mit GV-Anteilen verunreinigtes Saatgut, welches unerkannt in den Anbau gelangt und im Feld Ausfallraps bildet bzw. dessen Pollen auf Kultur- und Ruderalraps wehen kann. In der Vergangenheit ist verunreinigtes Saatgut auch in Deutschland in den Handel gelangt (BVerwG, 2012). Im Rahmen des jährlichen Saatgutmonitorings wurden in Baden-Württemberg im Jahre 2012 bei fünf von 87 überprüften Rapssaatproben Spuren von GVO gefunden (LAG 2012; LTZ 2012).

Der für die Fragestellung dieses Forschungsvorhabens relevante Ausbreitungsweg ist der Import von GV-Raps und der damit verbundene Rapssaatverlust entlang von Transportwegen (Bahn, Straße, Fluss), Verladestationen und Verarbeitungsstätten. Häfen, Bahnhöfe, Frachtzentren, Futtermittelfirmen, Biodieselfraffinerien und Ölmöhlen sind dabei besonders zu berücksichtigen, da dort oft eine Umladung und Portionierung der Rapssaat erfolgt.

Ausgefallenes Samenmaterial von Raps geht vorzugsweise auf Ruderalflächen auf. Dass es trotz bestehender Verpflichtungen zur Einhaltung der HACCP-Kriterien und der „Guten Fachlichen Praxis“ bei der Sauberhaltung von Transportmitteln (DRV, 2013) oftmals zur massenhaften Etablierung von (konventionellen) Ruderalrapsbeständen in der Umgebung von Häfen und Ölsaaten verarbeitenden Betrieben (vgl. Kapitel 2.3) kommt, deutet darauf hin, dass es erhebliche Defizite bei der Vermeidung von Transport- und Ladeverlusten gibt.

In Europa sind die transgenen herbizidresistenten Rapslinien GT73, MS8, RF3, MS8xRF3, T45 und MON88302 für den Import und Verarbeitung zugelassen. Untersuchungen zum Vorkommen von transgenen Ruderalpflanzen liegen in Deutschland bisher nur regional vor (MENZEL 2006; FRANZARING et al. 2011; DEUTSCHER BUNDESTAG, 2012). Es ist zu vermuten, dass es vor allem an Stellen, an denen große Mengen von Saaten transportiert und verladen werden, z.B. im Umfeld von Hafenanlagen oder Ölmöhlen, am ehesten zur Etablierung von GV-Rapsbeständen kommen kann. In Japan (KAWATA et al., 2009) und der Schweiz (SCHOENENBERGER & D'ANDREA 2012; HECHT et al. 2014; SCHULZE et al. 2014) wurden bereits Vorkommen von transgenem Ruderalraps entlang von Transportwegen und Umschlagplätzen nachgewiesen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, ein Konzept für ein systematisches Monitoring von für den Import zugelassenem GV-Raps in Deutschland zu entwickeln und zu erproben.

Post Market Environmental Monitoring bei Import von GV-Raps

Die EU Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt (Freisetzungsrichtlinie) schreibt ein sogenanntes Post-Market Environmental Monitoring (PMEM) vor. Danach müssen nicht nur die zum Anbau zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP), sondern auch Importe von gentechnisch verändertem Saatgut, welches in der EU nicht zum Anbau, aber zur Verarbeitung zu Futter- und Lebensmitteln zugelassen wurde, durch ein Monitoring möglicher nachteiliger Umweltwirkungen begleitet werden. Erste Rahmenbedingungen und die Struktur der Berichterstattung über ein solches Monitoring wurden durch die Europäische Kommission formuliert (EC, 2002; EC, 2009), und auch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hat weitere generelle Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der Risikobeurteilung von GVP und dem PMEM gegeben (EFSA PANEL ON GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS, 2010; 2011).

1. Ziel des PMEM ist es, schädliche Auswirkungen des GVO und seiner Verwendung auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu erfassen. Die Verantwortung für die Durchführung des Monitorings liegt beim Genehmigungsinhaber. Ein Monitoringplan wird mit dem Antrag auf Zulassung eingereicht. Die jährlichen Monitoringberichte sind unter <http://apps2.bvl.bund.de/bbregwww/protected/main/report.do> abrufbar.

Stand der Umsetzung des Monitorings von HR-Raps

Die Genehmigungsinhaber führen ein regelmäßiges Monitoring von in Verkehr gebrachtem GV-Raps durch. Sie sind aufgefordert, über alle schädlichen Effekte des GV-Raps auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu berichten (z.B. EC, 2005). Die Verbände der Raps verarbeitenden Industrien COCERAL, UNISTOCK und FEDIOL teilen jährlich mit, ob schädliche Effekte auf die Umwelt durch GV-Raps beobachtet wurden. Den Monitoringberichten von Bayer und Monsanto zu T45, GT73, RF3; MS8 und MS8xMF3 zu Folge, konnten bislang keine schädlichen Effekte auf die Umwelt festgestellt werden. Es stehen aber keine Informationen über die eingesetzten Monitoringmethoden und über die Standorte, an denen sie durchgeführt wurden, zur Verfügung. Außerdem wird eine detaillierte Auflistung der Ergebnisse nicht geliefert (ZÜGHART et al. 2011; DEUTSCHER BUNDESTAG 2012).

In den Erwägungsgründen der Empfehlungen zu GT73 (EC, 2005) wird unter Ziffer 3 auf die unbeabsichtigten Freisetzungen in den japanischen Hafenanlagen Bezug genommen. In Ziffer 4 wird es als notwendig erachtet „...in der Europäischen Union ähnliche Situationen und vor allem etwaige Schäden für die Gesundheit und die Umwelt aufgrund einer beabsichtigten Freisetzung des Rapses MON-00073-7 beim Transport, der Lagerung, der Handhabung in der Umwelt und bei der Weiterverarbeitung zu vermeiden“.

Ein Antrag der Niederlande auf Aufnahme der Beobachtung von mit Glyphosat behandelten Transportwegen in das Monitoring von GV-Raps GT73 wurde von der Europäischen Kommission abgelehnt. (EC 2014).

Es wird kontrovers diskutiert, ob Risiken der Ausbreitung von importiertem GV-Raps bestehen und ob daraus schädliche Effekte auf die Umwelt folgen können (EFSA, 2004). Obwohl Untersuchungen aus Japan und der Schweiz (KAWATA et al. 2009; SCHOENENBERGER & D'ANDREA 2012 und HECHT et al. 2014) gezeigt haben, dass sich

transgener Raps auch in Ländern ohne Anbaugenehmigungen für GV-Raps etablieren bzw. ausbreiten kann, meinen DEVOS et al. (2012), dass aus Saatgutverunreinigungen und Transportverlusten resultierende transgene Ruderalrapspopulationen in Europa keiner besonderen Behandlung bedürfen.

Um in der Zukunft möglicherweise auftretende transgene Rapssippen aufspüren zu können, sollte unabhängig von späteren Bekämpfungsmaßnahmen zunächst ein fachlich tragfähiges Konzept für ein Monitoring von transgenem Raps entwickelt werden (ZÜGHART et al. 2011). Hier setzt das diesem Bericht zugrunde liegende Projekt an, in dessen Rahmen ein praktikabler Monitoringansatz entwickelt werden sollte. Mittels eines gezielten Monitorings an ausgewählten Standorten kann festgestellt werden, ob sich in Deutschland bereits transgene Rapssippen etabliert haben und ob die Maßnahmen zur Vermeidung von Verlusten bei Transport, Verladung und Verarbeitung von Samenchargen mit GV-Raps wirksam sind. Mögliche Verbreitungswege und Monitoringstrategien von GV-Raps in den Niederlanden wurden von COGEM (2010, 2013) berichtet und können erste Anhaltspunkte für den Monitoringansatz liefern.

Die Erprobung des Monitoringkonzeptes erfolgte entlang der Rheinschiene, da sich dort die Haupttransportwege von Importraps mit dem Schiffsverkehr befinden. Des Weiteren spielte bei der Festlegung des Untersuchungsgebiets auf die Rheinschiene das über mehrere Jahre beobachtete, wiederholte Vorkommen transgenen Rapses im Baseler Rheinhafengebiet (SCHOENENBERGER & D'ANDREA 2012; HECHT et al. 2014; SCHULZE et al. 2014) eine wichtige Rolle, da die ursprünglich mit GV-Samen kontaminierte Ladung über den Rhein und über Deutschland gekommen sein muss.

Diese in der Schweiz gewonnenen Erkenntnisse sind für zukünftige Maßnahmen hochrelevant, da sie eindeutig bestätigen, dass selbst in Ländern mit einem Importverbot von GV-Raps Ausbreitungsrisiken bestehen. Im konkreten Fall wurden nicht nur verschiedene Events (GT73, RF3 und MS8XRF3), sondern auch die Auskreuzung der transgenen Eigenschaften in nicht-transgenen Ruderalraps nachgewiesen.

2 Warenströme und Ausbreitungswege von Raps

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Transportwege bzw. –routen betrachtet, über welche die u.a. aus Nordamerika und Australien stammenden Rapssaaten nach Europa und Deutschland gelangen. Außerdem werden Informationen zur Menge der Rapsimporte in die EU und nach Deutschland zusammengestellt. Dabei wurden verschiedene offizielle Statistiken und Angaben der rapsverarbeitenden Industrie herangezogen, wobei es keine speziellen Daten zu den ausschließlich aus GV-haltiger Rapssaat bestehenden Importen gab.

Es liegen auch keine Informationen über Mischungen nicht GV-haltiger und GV-haltiger Rapssamen vor. Zur vertieften Erfassung der Warenströme speziell der GV-haltigen Rapssaat wurde daher im Rahmen des Projekts eine Umfrage bei großen Rapsimporteuren bzw. –verarbeitern durchgeführt, die allerdings keine weiteren Ergebnisse erbrachte.

In einem weiteren Unterkapitel werden die möglichen Ausbreitungswege von GV-Rapssaat während der Verarbeitungskette in Deutschland betrachtet. Nach dem Pressen der Rapssaat wird der Presskuchen zu Kraftfutterwerken weitertransportiert, wobei der größte Teil der gepressten Samen vermutlich nicht mehr keimfähig sein dürfte.

Schließlich werden anhand von ausgewählten Studien die Etablierung und Persistenz von Ruderalrapspopulationen erläutert sowie typische Situationen aufgezeigt, in denen Rapssamen keimen und zumindest kurzzeitig überdauernde Populationen aufbauen können. Die Beispiele zeigen exemplarisch, wo Material für ein GVO-Monitoring vorgefunden werden kann und an welchen Standorten die Bekämpfung ungewünschten Ruderalrapses erfolgen sollte.

2.1 Transportwege und Warenströme

Um die Bedeutung möglicher Ausfallverluste GV-haltiger Importrapssaat überhaupt beurteilen zu können, ist es zunächst unabdingbar, die Lieferströme zu erfassen. Aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach Rapsmethylester (RME), Futtermitteln und Speiseölen, aber auch der schlechten Rapsernten der vergangenen Jahre importieren die EU und Deutschland immer mehr Rapssamen.

Globale Warenströme

Abbildung 1 zeigt die durch den Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. (OVID) zusammengestellten weltweiten Handelsströme für Rapssamen. Rapsimporte in die EU stammen demnach hauptsächlich aus Australien und der Ukraine, aber auch Kanada ist daran beteiligt (Anmerkung: der Warenstrom von Kanada in die EU ist in der Kartendarstellung nicht angegeben).

Laut OVID wurden 2013 69,6 Mio. t Rapssaaten weltweit produziert, 2014 waren es laut USDA und Cocala 71,2 Mio t. Hauptproduzenten waren 2013 Kanada mit 15,3 Mio t, China mit 13,8 Mio t und Indien mit 7 Mio t. Die EU erntete 20 Mio. t und Deutschland selbst 5,8 Mio. t Winterraps. 2013 wurden insgesamt 14,2 Mio. t Rapssaaten weltweit exportiert, wobei Kanada 50%, Australien 27%, die Ukraine 17% und die USA 0,9% davon ausführten (OVID, 2015). Von dieser Menge wurden nur 28% in die EU-28 Länder importiert (Abb. 2).

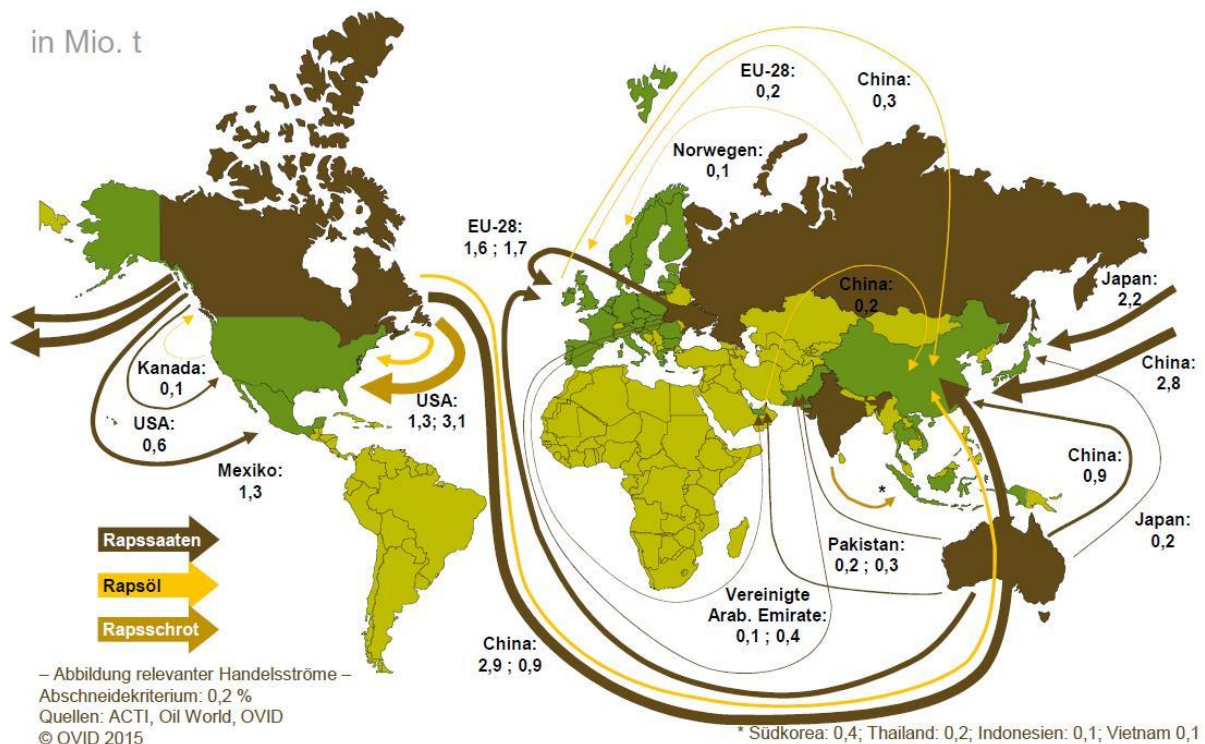
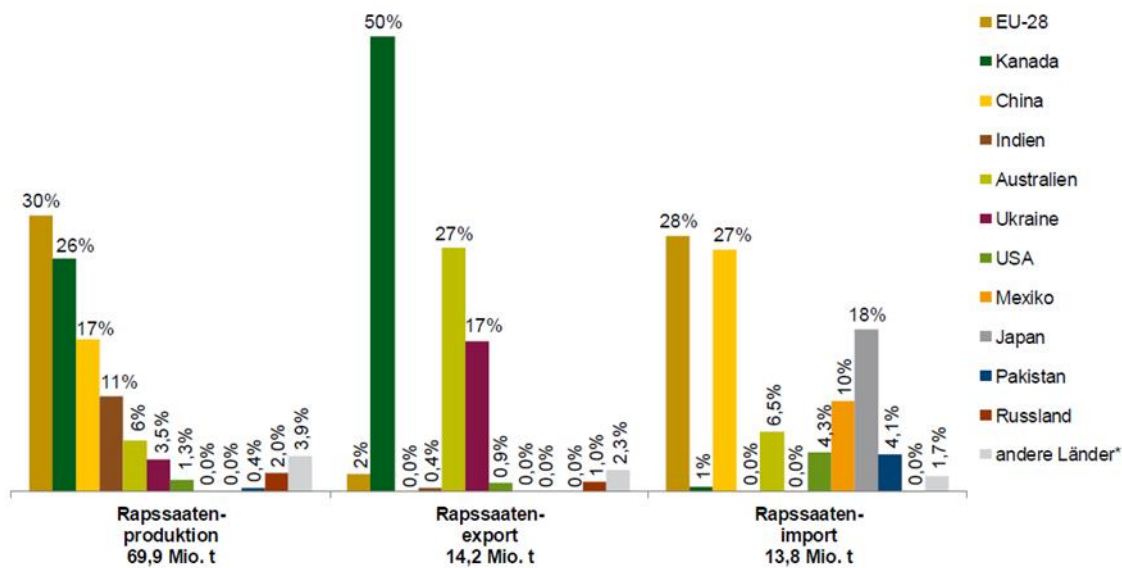


Abb. 1: Weltweite Handelsströme für Rapssaaten und der daraus hergestellten Produkte nach OVID (Bezugsjahr 2013). Der Warenstrom aus Kanada in die EU-Staaten fehlt. Graphikquelle: <http://www.ovid-verband.de/unsere-branchen/daten-und-grafiken/oelsaaten/>

Rapsproduktion und Warenströme in und innerhalb der EU

Die Rapsproduktion in der EU stieg vor allem seit der Einführung des Biokraftstoffquotengesetzes 2007 an (Abb. 3). Allerdings brachten die vergangenen Jahre schlechte Rapserten. Während die Importe aus Nicht-EU-Ländern nach dem Jahr 2000 zunächst sanken, was insbesondere auf die Nutzung transgener Sorten in den Hauptanbauländern (z.B. Kanada) zurückging, konnte mit der Zulassung transgener Sorten zur Verarbeitung als Futter- und Lebensmittel im Jahre 2007 (2005/635/EG) ein Anstieg der Rapsimporte verzeichnet werden. Dagegen spielen Rapsexporte aus der EU keine große Rolle, da die einheimische Rapssaat komplett genutzt wird. Dementsprechend hat sich die Verarbeitung von Rapssamen seit dem Jahre 2000 mehr als verdoppelt, und auch die weltweite Anbaufläche mit transgenem Raps hat sich im gleichen Zeitraum fast verdreifacht (Daten nach <http://www.isaaa.org/>).

Die Rapssaatenexporte außereuropäischer Länder wie Australien, Kanada, Kasachstan, Russland und der Ukraine in die EU lagen in den letzten drei Wirtschaftsjahren zwischen 3,4 und 3,8 Millionen Tonnen (Abb. 4). Während im Wirtschaftsjahr 2011/2012 noch 3,8 Millionen Tonnen Raps importiert wurden, ging der Rapsimport 2012/2013 auf 3,4 Millionen Tonnen zurück. Hauptexporteure waren Australien mit 2 Mio. Tonnen und die Ukraine mit 1,1 Mio. Tonnen. Die restlichen 0,3 Mio. Tonnen gingen auf Rapsexporte aus Kanada, Russland, Kasachstan und Argentinien zurück (EUROSTAT 2014). Im Wirtschaftsjahr 2013/2014 stieg der Rapsimport wieder leicht an.



© OVID 2014
Quelle: Oil World

Von dem weltweit erzeugten Rapssaaten (69,9 Mio. t)
werden ca. 20 % weltweit gehandelt.
* mit geringen Anteilen

Abb. 2: Rapssaatenproduktion, - export und –import konventioneller Rapssaat nach Ländern im Jahr 2013. Quelle: <http://www.ovid-verband.de/unsere-branchen/daten-und-grafiken/oelsaaten/>

Die Hauptimporteure der letzten drei Wirtschaftsjahre in der EU (Abb. 5) waren Belgien mit 1 Mio. Tonnen, die Niederlande mit 0,9 Mio. Tonnen, Frankreich mit 0,6 Mio. Tonnen, Deutschland mit 0,4 Mio. Tonnen, Polen mit 0,2 Mio. Tonnen und Portugal mit 0,1 Mio. Tonnen (EUROSTAT 2014). Deutschland importiert im Durchschnitt den größten Anteil Raps aus anderen EU-Staaten, gefolgt von den Niederlanden und Belgien.

Länder, welche Raps aus Nicht-EU Ländern, z.B. Kanada und Australien importieren, stellen generell eine mögliche Eintrittspforte für GV-Raps dar (REINER 2006). Diese Importe werden jedoch in diesen Ländern nicht unbedingt verarbeitet, sondern gegebenenfalls in andere EU-Länder weitergeleitet und tauchen bei diesen als Sekundärimporte oder „Gemeinschaftsware“ auf.

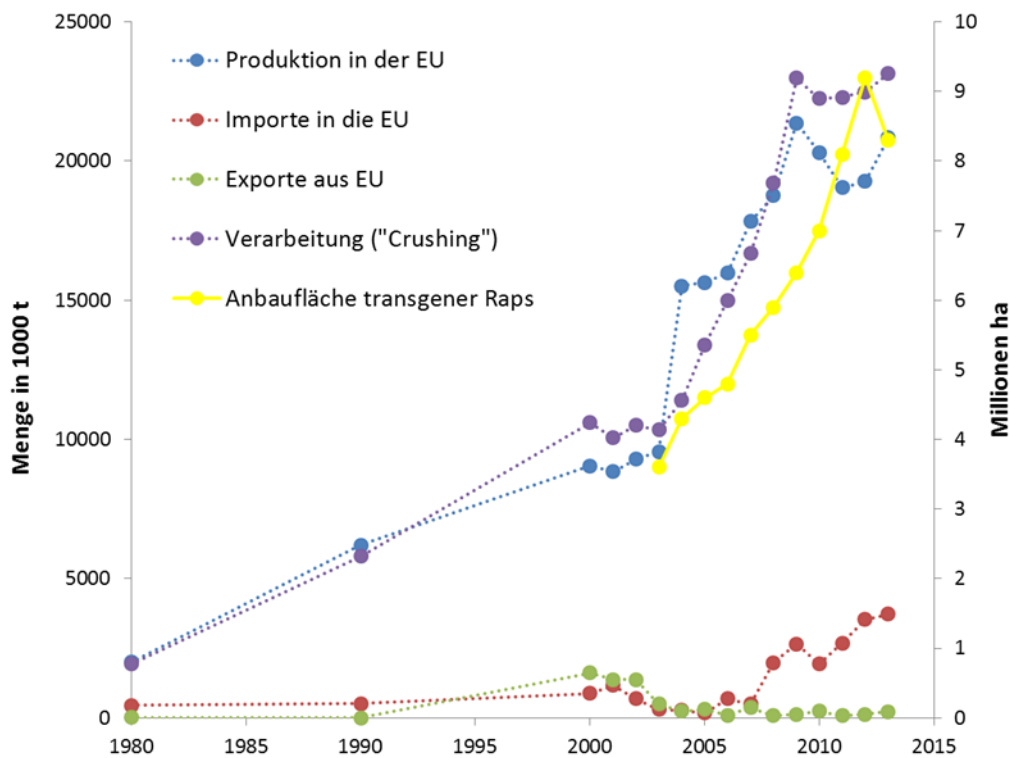


Abb. 3: Entwicklung der Rapsproduktion seit 1980 nach Daten von FEDIOL. Rapsproduktion, -import und -export sowie die Menge an verarbeitenden Raps in der EU sind in Tonnen angegeben. Die Anbaufläche transgenen Rapses bezieht sich auf den weltweiten Anbau, angegeben in Millionen Hektar. Zahlen zum GV-Raps lagen nur bezüglich der weltweiten Anbaufläche vor (<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/executivesummary/default.asp>).

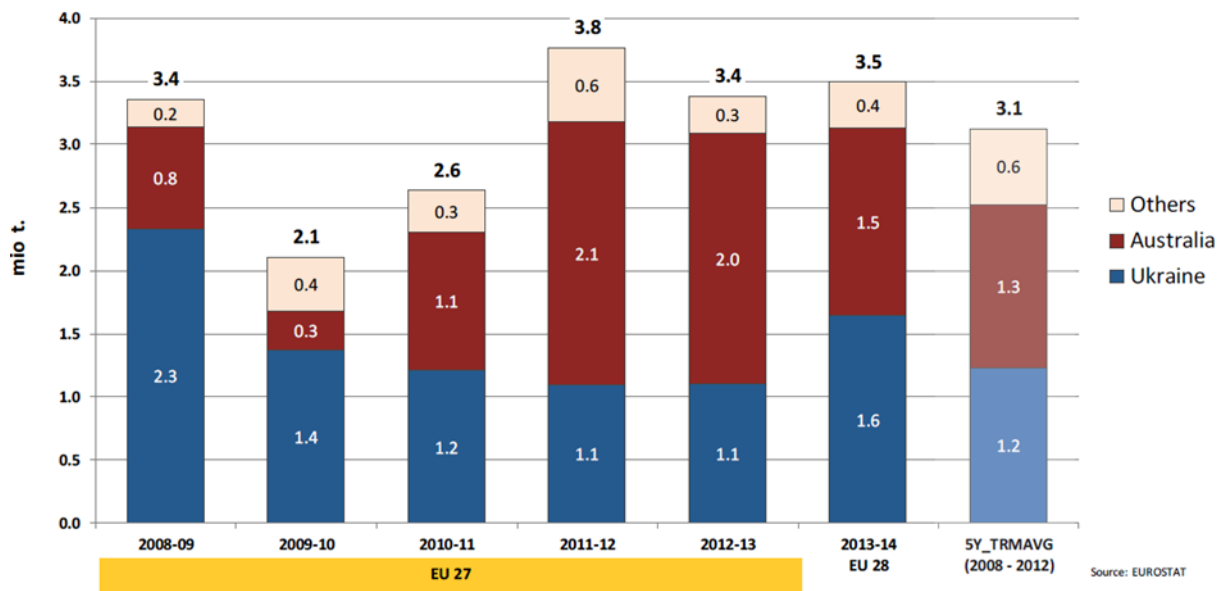


Abb.4: Rapssaatenimport in die EU und die Importrapssaat-Herkunftsländer der Wirtschaftsjahre 2008/2009 bis 2013/2014 in Mio. t. Das Wirtschaftsjahr 2013/2014 enthält nur Daten bis September. Zahlen speziell zum GV-Raps lagen nicht vor. Datenquelle: EUROSTAT.

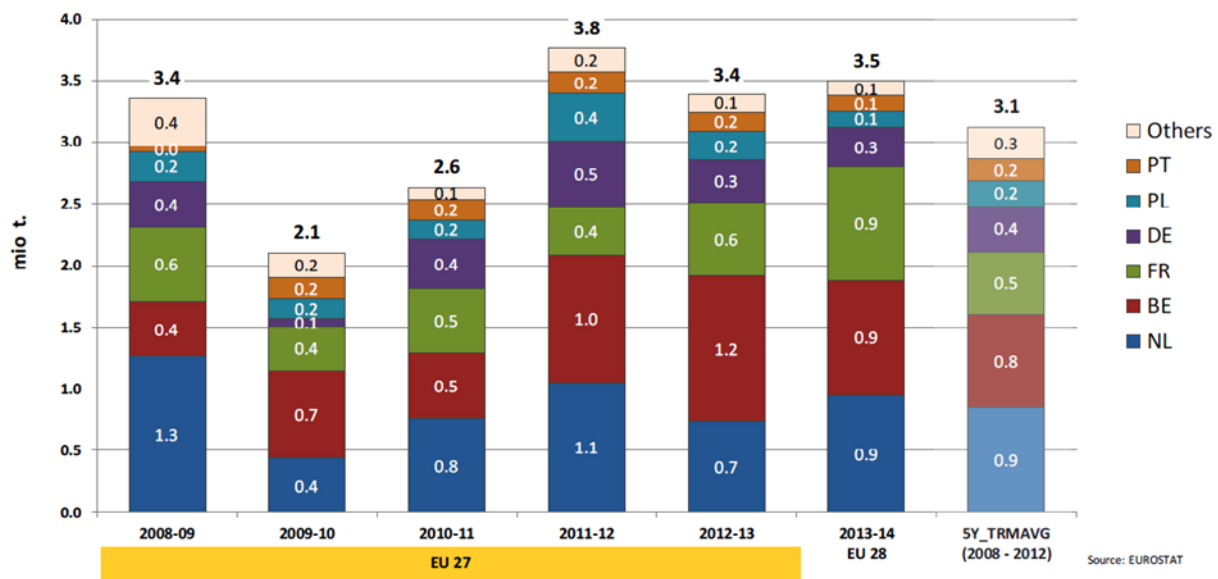


Abb.5: Rapssaatenimport in die EU nach einzelnen Mitgliedsstaaten in den Wirtschaftsjahren 2008/2009 bis 2013/2014 in Mio. t. Das Wirtschaftsjahr 2013/2014 enthält nur Daten bis September. Zahlen speziell zum GV-Raps lagen nicht vor. Datenquelle: EUROSTAT.

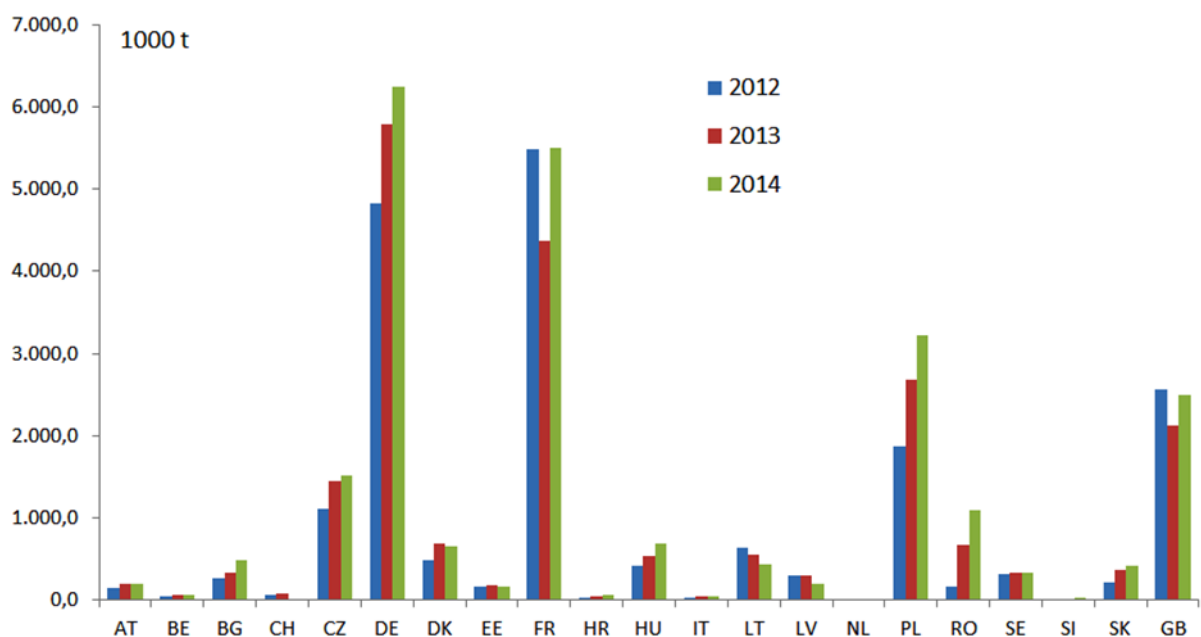


Abb. 6: Gentechnik-freie Rapsproduktion der Länder der EU während der letzten drei Wirtschaftsjahre (2012-2014) in 1000 t nach Daten von EUROSTAT (2015b).

Frankreich und Deutschland sind die Hauptproduzenten von Raps in der EU, gefolgt von Polen und Großbritannien (Abb. 6). In der EU wurden im Durchschnitt der letzten drei Wirtschaftsjahre 21,5 Mio. t Raps produziert, wovon 26% auf Deutschland und 23% auf Frankreich zurückgingen. 11% der Rapsproduktion erfolgten in Großbritannien und in Polen, dagegen machte die Rapsproduktion in Belgien und den Niederlanden nur <0,3% der gesamten EU-Rapsproduktion aus.

Belgien und die Niederlande agieren dagegen traditionell als Importeure von Agrarprodukten zu den ARA-Häfen. Sie importieren in ihre Überseehäfen den größten Anteil Raps aus Nicht-EU-Staaten wie z.B. aus Australien und aus der Ukraine. Das zeigt sich auch daran, dass beide Länder kaum eigenen Raps produzieren, aber dennoch große Mengen (Importtraps) in andere EU-Länder als „Gemeinschaftsware“ exportieren. Somit können diese Chargen als Sekundärimporte nach Deutschland und in andere Länder gelangen.

Belgien exportierte den größten Anteil Raps nach Frankreich und Rumänien, aber auch nach Litauen und in die Niederlande. Der Niederländische Rapsexport ging hauptsächlich nach Litauen und Rumänien, gefolgt von der Tschechischen Republik und Frankreich. Im Gegensatz zu Belgien und den Niederlanden exportieren Frankreich und Polen nur wenig Raps in andere EU-Länder. Deutschland empfing den größten Anteil an Rapssaat aus den Nachbarländern (Abb. 7) Frankreich (33%), den Niederlanden (16%) und Polen (11%). Frankreich ist traditionell der wichtigste Rapssaatexporteur für Deutschland mit > 1.000.000 Tonnen Raps innerhalb der letzten 3 Wirtschaftsjahre, dagegen exportierten die Niederlande > 500.000 Tonnen und Belgien > 200.000 Tonnen.

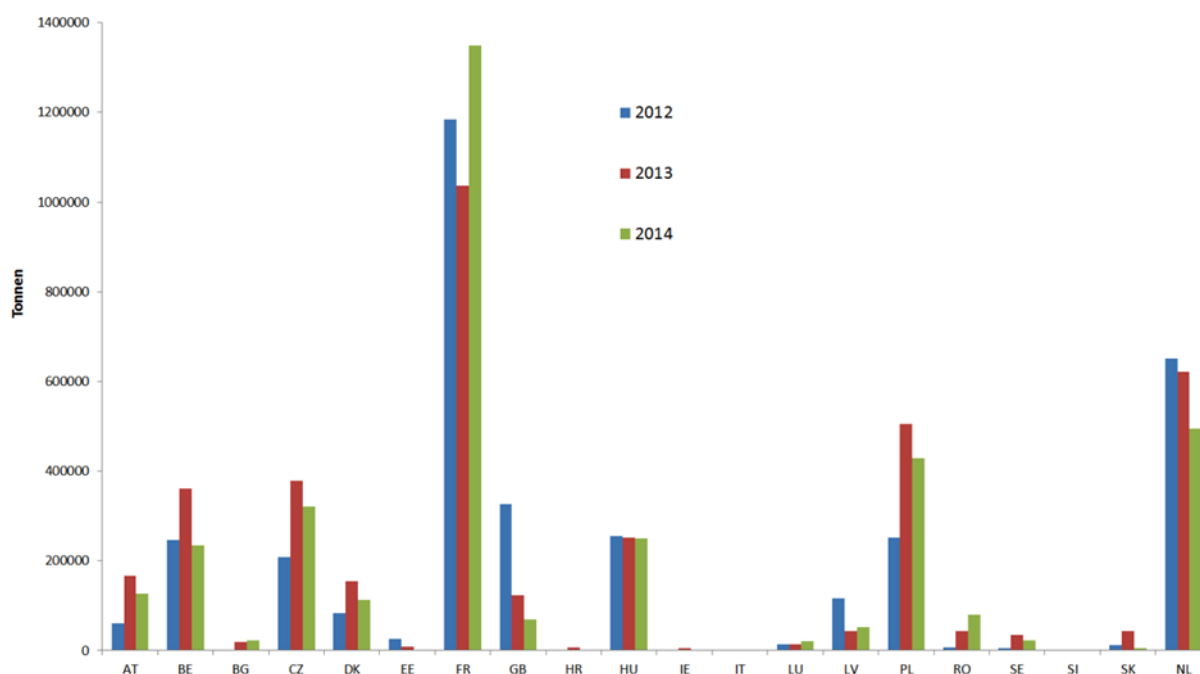


Abb. 7: Rapssaatexport einzelner Mitgliedsstaaten der EU nach Deutschland während der letzten drei Wirtschaftsjahre in Tonnen. Das Wirtschaftsjahr 2013/2014 enthält nur Daten bis November. Zahlen speziell zum GV-Raps lagen nicht vor. Daten von EUROSTAT (2015a)

Neben Frankreich war auch Australien mit ca. 237.000 t ein wichtiger Rapssaatlieferant für Deutschland (EUROSTAT 2015a). Australischer Raps könnte eine wichtige Quelle für die Kontamination von Rapssaat darstellen, da sich dort der Anbau von GV-Raps in den vergangenen Jahren stark ausgeweitet hat (BIOSICHERHEIT 2012). Frankreich erhält einen großen Teil der Rapseinfuhren aus Kanada, allerdings sind keine Informationen darüber verfügbar, wie viel der nach Frankreich (58.000 Tonnen) oder anderen EU-Staaten wie beispielsweise Portugal (> 30.000 Tonnen) aus Kanada importierten Rapssaat nach Deutschland weiter transportiert wurde. Laut EUROSTAT (2015) wurden im Durchschnitt der letzten drei Wirtschaftsjahre 14.542 Tonnen Raps aus Kanada nach Deutschland verschifft.

Der GV-Anteil des kanadischen Rapsanbaus belief sich im Jahre 2014 auf 95% und Australien hatte einen GV-Rapsanteil im Anbau von immerhin 14% (TRANSGEN 2015a). Neben diesen beiden Ländern könnte auch die Ukraine eine Quelle von GV-Raps sein, da dort GV-Raps illegal angebaut wird (BROOKES & BLUM 2012).

Im Jahre 2013 wurden in Deutschland über 6,5 Millionen Tonnen Raps verarbeitet. In diesem Jahr wurden rund 3,3 Millionen Tonnen Raps aus dem Ausland importiert. 77% dieser Menge kamen aus den EU-Ländern, 15% aus Australien und 4% aus der Ukraine (UFOP 2013 b).

Bedeutung der Rapsölproduktion

Die Deutsche Rapsölproduktion betrug im Jahr 2012/13 rund 3,8 Millionen Tonnen. Daten zur Ölmühlenproduktion im Zeitraum 2013/2014 liegen bisher noch nicht vor. Lediglich 266.000 t Rapssaat wurden im Jahr 2012 in den kleineren, dezentralen Ölmühlen gepresst (TFZ 2013). Dies entsprach 6% der deutschen Rapsernte. Des Weiteren bestätigen auch die Daten des BLE von 2012, dass ein Großteil an ausländischen Rapslieferungen (9% außereuropäisch, Hauptanteil aus Australien) in die deutsche Rapsölproduktion einfließt (UFOP 2013b). Aus den 8,5 Mio.t der zur Verarbeitung bestimmten Rapssaat stammten 5,2 Mio. t allein aus Deutschland und 2,4 Mio. t aus der EU (UFOP 2013a). Da 425.000 t dieser Menge aus den Niederlanden geliefert wurden und in diesem Land kaum Raps produziert wird, ist davon auszugehen, dass das aus den Niederlanden nach Deutschland gelieferte Material zum größten Teil außereuropäischen Ursprungs ist.

Informationen zu den Importdaten einzelner Ölmühlen sowie zu den Sekundärimportdaten anderer europäischer Länder sind nicht verfügbar. Auch die gezielte Nachfrage bei großen Konzernen ergab keinen vertieften Einblick. Selbst die Sekundärimporte wie z.B. Exportware aus den Niederlanden und Belgien sowie aus anderen Ländern der EU sind schwierig zu verfolgen, da sogenannte Intrastatmeldungen der Gemeinschaftsware erst ab einem Gesamthandelsvolumen von 250.000 € verpflichtend sind. Auch der Zoll stellt keine detaillierteren Informationen zu den einzelnen Importeuren zur Verfügung, da es sich bei der Rapssaat um ein Produkt zur Verarbeitung handelt.

Daten, die zu den allgemeinen Warenströmen Aufschluss geben könnten, werden von der EU veröffentlicht, aber auch von den Ölsaatzverbänden UFOP und FEDIOL. Es war festzustellen, dass die Daten oft voneinander abweichen und die Warenströme und Handelswege der Gemeinschaftsware nicht im Detail nachvollziehbar sind.

Informationen zu Transportwegen

Es ist davon auszugehen, dass der Weitertransport der an den Europäischen Überseehäfen angelandeten GV-Rapssaat vorwiegend über den Wasserweg erfolgt. Auch eine Nachfrage bei der Deutschen Bahn ergab, dass der Transport von Rapssamen mit der Bahn keine Rolle spielt. Dies widerspricht aber dem häufigen Vorkommen von Ruderalraps gerade an Gleisanlagen und –körpern (vgl. Abb. 9 und 10).

Die Wasserwege im europäischen Inland bestehen aus einem eng verknüpften Netz von Flüssen und Kanälen. Dadurch können Waren entlang verschiedener Routen transportiert werden. Insbesondere sind nicht nur die nördlichen Regionen Deutschlands und Frankreichs über ein solches Verkehrsnetz miteinander verbunden, sondern auch Belgien und die Niederlande sind ein Teil davon. Der Rhein-Main-Donau-Kanal verbindet die Kanalsysteme

im Norden über den Rhein und den Main mit der Donau. Weitere Häfen wie Constanza und Galati gewinnen an Bedeutung, da die umgebenden ukrainischen Häfen Remi und Ismail mit einem modernen Bahnnetzwerk verbunden sind, wo Raps im ländlichen Raum auch angebaut wird. Daher ist auch der Transport aus Osteuropa prinzipiell möglich. So ist insbesondere die Ukraine ein wichtiges Rapsanbau- und Rapsexportland, da es dort große Investitionen der Familie Cargill gibt. Entsprechend finden sich dort auch viele neue Ölmühlen. Belgien und die Niederlande beziehen große Mengen an Raps aus der Ukraine, und Deutschland importiert große Mengen Raps auch aus dem Osten, v.a. aus Ungarn (REINER 2007).

Außerdem könnten Binnen- und Außenhäfen auch Rapssaat aus Russland und über den Bosphorus und den Suezkanal erhalten oder sogar aus Indien, China oder Australien. Möglich sind auch Transporte aus Frankreich über die Mosel-Saar-Linie, die dann weiter über den Rhein transportiert werden könnten (REINER 2007). Folgende Häfen sind von Relevanz für den Transport von Nicht-EU-Rapssaaten (REINER 2006):

- Häfen der Nord- und der Ostsee
- ARA-Häfen am Rhein und der Maas (Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen)
- Französische Häfen (St. Nazaire)
- Häfen im Mittelmeergebiet (Genf, Ravenna, Triest)
- Häfen am Schwarzen Meer (Constanza, Galati)
- Häfen entlang der Donau

Die europäische Großschifffahrtsstraße, über welche der Großteil der Industriegüter und landwirtschaftlichen Waren inkl. der importierten Ölsaaten transportiert werden, reicht von der Rheinmündung in die Nordsee bis zur Donaumündung in das Schwarze Meer. Diese 3.500 km lange Großschifffahrtsstraße verbindet die Wasserwege im Norden über den Rhein und den Main mit der Donau. Trotz der möglichen Importhäfen am Schwarzen Meer und am Mittelmeer sowie entlang der Donau wird die dort ankommende Rapssaat wahrscheinlich direkt vor Ort verarbeitet, so dass nur kleinere Mengen intakter, keimfähiger Rapssamen über diese Transportwege nach Deutschland gelangen.

Die Hauptimportrouten der zur Verarbeitung gedachten Rapssaat führen in Deutschland über die Wasserwege zu den zentralen Ölmühlen vor allem entlang der Rheinschiene.

Informationen zu den Ölmühlen

Die vier in Deutschland tätigen Konzerne ADM, Bunge, Cargill und Dreyfus (ABCD Komplex) verfügen sowohl über ihre eigenen Schiffe, Anlandungsstellen als auch Lieferketten. Die Verzollung erfolgt meist direkt am Hafen in Rotterdam und Amsterdam (ARA-Häfen). ADM, Bunge und Cargill sind mit ihren Werken in Mainz, Mannheim und Spyck am Rhein vertreten. Außerdem befinden sich dort neben anderen Ölmühlen auch noch verschiedene Kraftfutterwerke. Dreyfuß Commodities in Wittenberg (Elbe) wird die meiste Rapssaat wahrscheinlich aus östlichen EU-Ländern beziehen.

Nach dem Rapssaatimport wird die meiste Ware schon im Hafen oder in der Nähe der Einfuhrhäfen direkt weiterverarbeitet, nur ein Teil wird per Schiff, LKW oder Bahn weitertransportiert (TAMIS & DE JONG 2010; SCHOENEGER & D'ANDREA 2012). Allerdings erweist sich der Transport mit Schiffen doch als rentabler. TAMIS & DE JONG (2010) zeigten für die Niederlande, dass die Rapssaat meistens noch am gleichen Ort verarbeitet wird, dabei liegen Eingang und Verarbeitung wenig entfernt voneinander.

Ölsaaten können sowohl in zentralen Ölmühlen (d.h. in industriellen Großanlagen) als auch in dezentralen Ölmühlen (d.h. in Kleinanlagen) verarbeitet werden. Die Großanlagen haben Verarbeitungskapazitäten von bis zu 4000 t Ölsaate pro Tag, während in den Kleinanlagen zwischen 0,5 und 25 t Ölsaate pro Tag verarbeitet werden kann. Unterschiede finden sich v.a. in der Prozesskette der Ölsaateverarbeitung. Die zentralen Ölmühlen erzeugen heißgepresste, mit Lösungsmittel extrahierte und raffinierte Pflanzenöle, wobei Extraktionsschrot anfällt. Die dezentralen Ölmühlen dagegen stellen zumeist durch schonende Pressung kaltgepresste Öle her. Dabei fällt neben dem Reinöl auch der Presskuchen an (TFZ 2009). Sowohl das Extraktionsschrot als auch der Presskuchen werden vor allem an Kraftfutterwerke weiterverkauft. Der Warenfluss vom Erzeuger bis hin zum Endverbraucher ist in Abbildung 8 dargestellt.

Die Abbildungen 9 a, b und c sowie 10 a und b geben die geographische Lage der deutschen zentralen und dezentralen Ölmühlen wieder.

Insbesondere Abbildung 9 c verdeutlicht, dass sich die zentralen Ölmühlen vorrangig an den Wasserwegen des Rheins befinden. Große Ölmühlen entlang des Rheins sind z.B. die Familienkonzerne Bunge in Mannheim und in Bruck, sowie die Familienkonzerne Cargill und ADM in Mainz. Bunge ist ein sehr wichtiger Verarbeiter und Exporteur in Kanada, betreibt aber auch viele weitere Standorte in Europa und Übersee.

Des Weiteren sind die Hauptanbauregionen für Raps in Deutschlands dargestellt. Der mit Raps bestellte Anteil landwirtschaftlicher Flächen ist im Osten Deutschlands am größten (Abb. 10a), dennoch befinden sich die meisten dezentralen Ölmühlen Deutschlands in Bayern und in Baden-Württemberg (Abb. 10b). Im Westen, Norden und Osten Deutschlands liegen aber viele Biodieselanlagen, die vermutlich einen nur geringen Anteil des importierten Rapses verarbeiten dürften.

Kleinere Ölmühlen im Inland versorgen sich normalerweise mit domestischen Rohstoffen, da sie ihre Produkte auch lokal vermarkten (EFSA, 2004). Große Einfuhren von Raps werden in der Regel in Silos entladen und *in situ* verarbeitet. Der Transport von zur Verarbeitung bestimmtem Importraps zu dezentralen Inland-Ölmühlen wird von den Verbänden der Raps verarbeitenden Industrien als ökonomisch zu ineffizient betrachtet. Nur unter extremen

Umständen bzw. Engpässen der Verfügbarkeit heimischer Ware würde ein Inlandtransport der Ware in Erwägung gezogen.

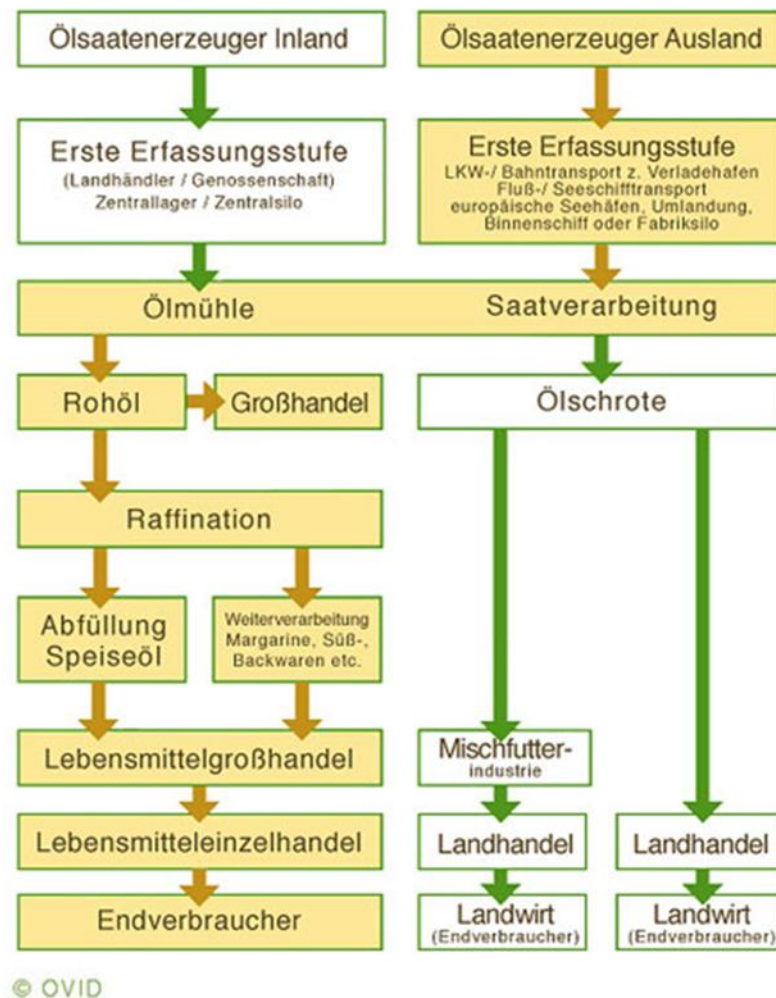


Abb. 8: Der Warenfluss – vom Erzeuger bis zum Endverbraucher (nach OVID)

Der Produktionsschwerpunkt Rapsölkraftstoff liegt laut TFZ (2013) bei 28% der Betriebe, nimmt wegen des Einbruchs des Biodieselmärkte aber an Bedeutung seit 2007 ab, während die Speiseölproduktion (30%), Futtererzeugung (31%) und die Umesterung von Öl sowie technische Öle (11%) als Hauptproduktion erfasst wurden. Im Jahr 2012 wurden in dezentralen Ölmöhlen 266.000 t Rapssaat gepresst (entspricht einer Hochrechnung auf 245 Betriebe), was lediglich 6% der deutschen Rapsernte entspricht. Davon wurden 90.400 t Rapsöl und 175.600 t Presskuchen produziert (TFZ 2013). Dieser Presskuchen wird ausschließlich als Futtermittel verwendet, und es werden von diesem 58% an Futtermittelwerke geliefert sowie 42% als Einzelfuttermittel abgesetzt (REMMELE 2009).

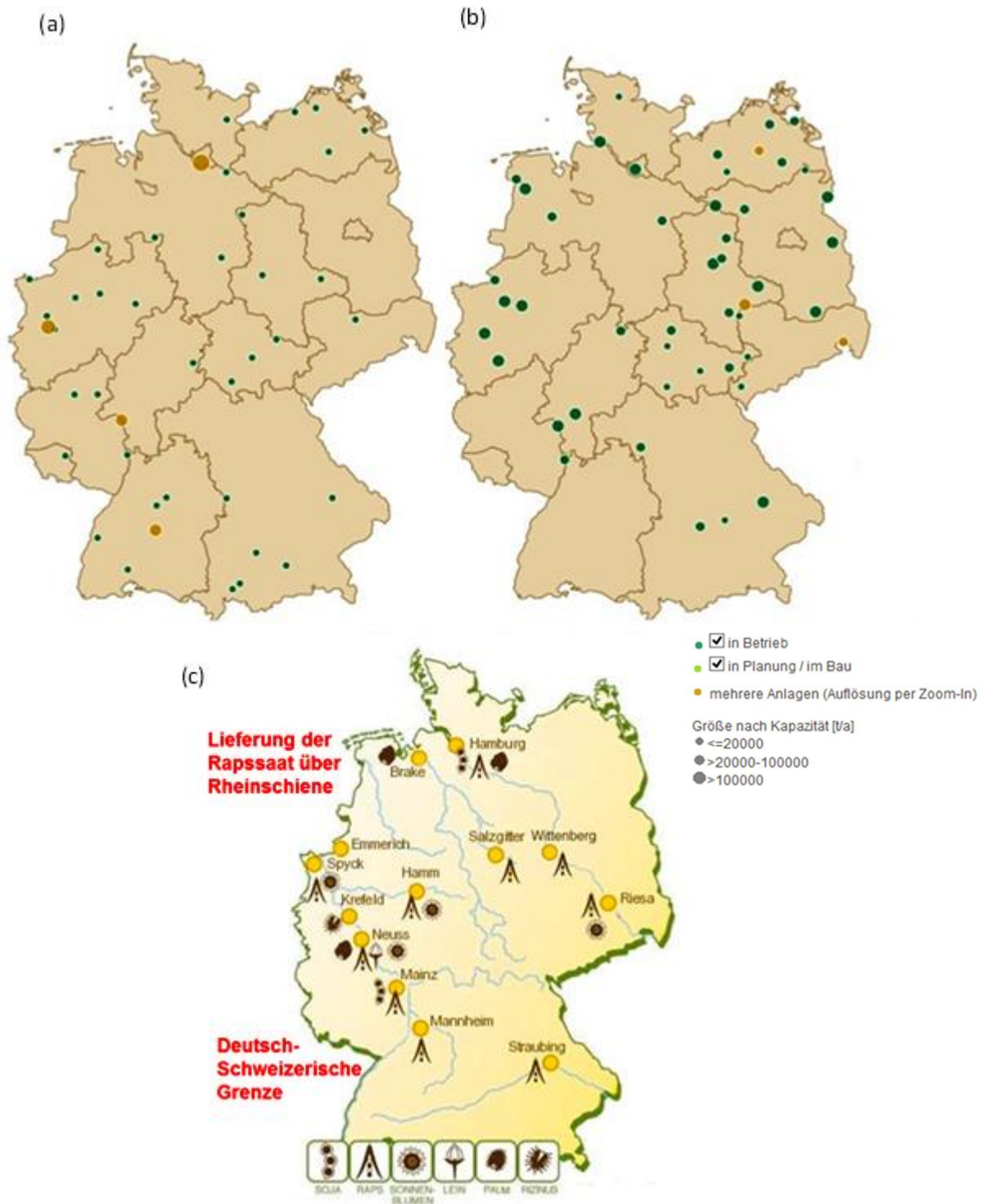


Abb. 9: (a) Lage der zentralen Ölmöhlen in Deutschland, (b) Lage der Biodiesel-Produktionsanlagen und (c) Standorte der OVID-Mitgliedsfirmen. Graphikquellen: a und b: <http://datenbank.fnr.de/karten/>, c: OVID.

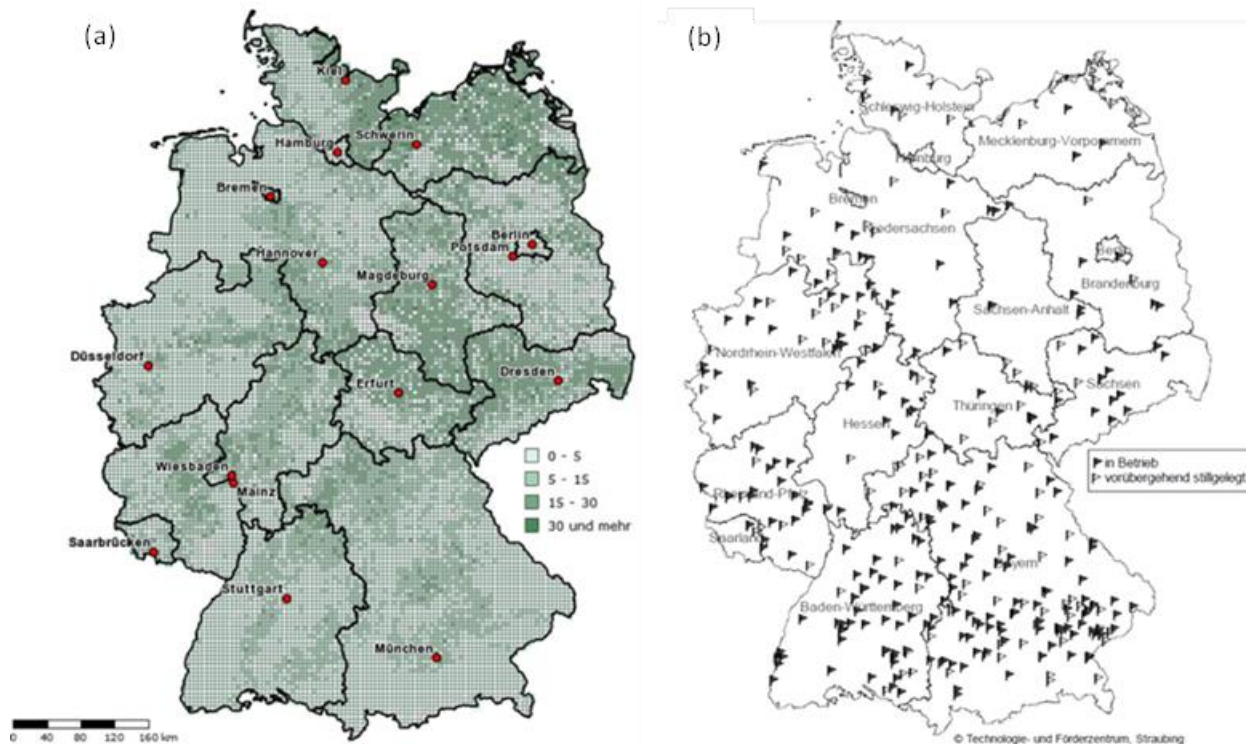


Abb. 10: (a) Rapsanteil an der landwirtschaftlichen genutzten Landfläche. Quelle: <http://www.atlas-agrarstatistik.nrw.de/> (b) Lage der dezentralen Ölmühlen in Deutschland. Quelle: TFZ & UFOP (2013)

Rapsschrot und Rapspresskuchen finden auch im Rinder- und Schweinefutter Verwendung. Eine wichtige GV-Rapsquelle könnte Rapsschrot sein. Es besteht die Möglichkeit, dass Samenanteile die Pressung unbeschadet überstehen und somit keimungsfähig bleiben. Informationen darüber, ob ein Risiko zur Ausbreitung von Ruderalraps aus unbeschädigten Rapskörnern besteht, gibt es zurzeit noch nicht.

Versuch der Beschaffung detaillierterer Daten zu Rapsimporten

Die Importeure beziehenden Ölmühlen verfügen über Informationen der Importmengen ihrer Waren und deren Herkunftsländer, jedoch sind diese Daten nicht frei zugänglich. Darüber hinaus sind auch die Erfahrungen mit Managementmaßnahmen zur Minimierung von Transport- und Ladeverlusten bzw. zur Beseitigung von aufgelaufenen Rapspflanzen auf den Firmengeländen der rapsverarbeitenden Industrie unzugänglich. Daher wurde ein Fragenkatalog zu den Importmengen transgener und nicht-transgener Rapssaat, den Containmentstrategien, den Transportwegen und Verladestationen sowie den Herbizidanwendungen erstellt. Insgesamt wurden 86 Firmen angeschrieben. Von den zentralen Ölmühlen antworteten nur die Betriebe Rau und Dreyfuß, ferner sieben dezentrale Ölmühlen sowie die EZG für nachwachsende Rohstoffe. Der Fragenkatalog befindet sich im Anhang 1 dieses Dokuments. Des Weiteren wurde der Fragenkatalog an die dezentralen Ölmühlen und an die Ölverbände OVID, UFOP und BDOEL verschickt.

Die wenigen Rückmeldungen der dezentralen Ölmühlen lassen sich darauf zurückführen, dass sich diese von dem Fragebogen nicht angesprochen fühlen. Die erhaltenen Antworten bestätigten allerdings die regionale Vermarktung der dort produzierten Ware (siehe REMMELE

2009). Rapspresskuchen werden meistens an Landwirte mit Viehhaltung in der näheren Umgebung veräußert. GV-Stichproben der zu verarbeitenden Rapssamen werden nicht durchgeführt, da die Ware entweder aus eigenem Anbau oder aus der Region stammt. Aufgrund der kurzen Wege innerhalb dieser kleinen Betriebe werden Samenverluste als weniger problematisch angesehen und es wurde dem Projektnehmer mitgeteilt, dass eventuell auflaufende Rapspflanzen meist manuell beseitigt werden.

Im Projektverlauf wurden durch die zentralen Ölmühlen keine oder nur sehr vage Auskünfte erteilt. Auskünfte werden nur an potentielle Kunden ausgegeben. Eine im Osten ansässige Firma teilte z. B. mit, dass sie Raps aus Tschechien und Polen beziehe. Die Firma importiert ca. 500.000 t pro Jahr. Rapsextraktionsschrote werden an die großen Tierfutterbetriebe veräußert.

Eine Firma bestätigte, dass die Samenverluste größtenteils beim LKW-Transport erfolgen. Die Verladung findet innerhalb des Betriebes statt, wobei sowohl bei der Verladung als auch beim innerbetrieblichen Transport Rapssamen verloren gehen. Rapspopulationen werden zwei- bis viermal im Jahr durch Jäten entfernt. Die betreffende Firma teilte mit, dass bei jeder Lieferung Stichproben gezogen werden, um den GV-Anteil ermitteln zu können.

Interessant sind auch die Daten der EZG für nachwachsende Rohstoffe. Die EZG zum Beispiel veräußert 35-40.000 t Raps im Jahr an die großen Ölmühlen. Dabei erfolgt der Warentransport nur zu 5% per Schiff und zu 95% per LKW. Rapssamen als Geflügelfutter werden nicht verkauft.

Infolge der geringen Rücklaufquote der Fragebögen bis zum Projektende konnten diese nicht zur Klärung der Frage herangezogen werden, welche Containmentstrategien tatsächlich von den Firmen angewendet werden.

2.2 Ausbreitungswege von GV-Raps

Nach dem Rapssaatimport wird die Ware schon im Hafen oder in der Nähe der Einfuhrhäfen weiterverarbeitet. Nur ein Teil wird per Schiff, LKW oder Bahn weitertransportiert (TAMIS & DE JONG, 2010; SCHOENENBERGER & D'ANDREA 2012). Die größten Verluste der Rapssaat erfolgen beim Abladen der Saat, beim Überlandtransport sowie infolge der Direktverfütterung von Rapssaat an Geflügel (TAMIS & DE JONG 2010). Weiterhin können Rapssamenverluste bei der Entsorgung von Saatgutreinigungsrückständen entstehen. Diese Samen könnten im Rahmen der Abfallbeseitigung in die Umwelt gelangen (TAMIS & DE JONG 2010). Nachfolgend werden potentielle Ausbreitungswege präsentiert, die nach dem Import, der Verarbeitung und der Nutzung über die Etablierung von Ruderalraps entscheiden. Diese Rapssamenverluste treten nicht nur in der Umgebung der zentralen Ölmühlen auf, sondern auch bei den Kraftfutterwerken. Dort werden neben Rapsschrot und Rapspresskuchen mitunter auch Rapssamen zur Tierfutterproduktion genutzt, die bei der Geflügelfütterung oder auch als Haustierfutter (Vögel) Verwendung finden.

Bedeutung der Nutzung von Raps als Alleinfutter und mögliche Ausbreitung von Raps über Vögel

Es ist davon auszugehen, dass intakte Rapssamen zur Herstellung von Vogelfutter in die EU eingeführt werden (vgl. SCHUTTELAAR 2009). Detaillierte Informationen zur Bedeutung der Direktverfütterung intakter Rapssamen und zu GV-Anteilen solcher Alleinfutter sind jedoch nicht verfügbar. In den Terminals, z.B. EBS in Rotterdam, wird eine breite Palette von Rohstoffen entladen und gelagert. Da eine bestimmte Menge des Produkts immer in den Silos und an Förderbändern verbleibt, kann eine Kontamination mit dem zuvor gehandhabten Produkt leicht auftreten. Von dort aus wird Raps per LKW zu den Tierfutterproduzenten transportiert, wo er in Silos überführt wird. Bei diesen Einrichtungen durchlaufen die Samen eine Vielzahl von Prozessen, insbesondere die Reinigung.

Ein wesentlicher Unterschied zum Ölpressverfahren ist, dass die Tierfuttermischung kein geschlossenes System ist, so dass sich Verluste in den verschiedenen Bearbeitungsstufen ergeben können (z. B. entlang von seitlich offenen Transport- oder Förderbändern). Reststoffe aus dem Reinigungsprozess werden oft im zweitklassigen Tierfutter verwendet. Aufgrund der zahlreichen Inhaltsstoffe in Mischfuttern müssen Produktionsleitungen häufig neu beladen und gereinigt werden. Die Abfälle landen zusammen mit regelmäßigen Verarbeitungsabfällen (erster und letzter Sack) im normalen Abfallstrom (bestimmt zur Verbrennung oder Deponierung).

Raps wird nur als Mast-Geflügelfuttermischung verfüttert, da Raps aufgrund des Erucasäuregehalts den Geschmack von Eiern negativ beeinflusst und daher keine Verwendung in der Legehennenfütterung findet. Laut AGRAVIS stammen Rapssamen zur Mastfütterung zum größten Teil aus Deutschland, allerdings wird bei Bedarf auch aus dem Ausland hinzugekauft (AGRAVIS, mündliche Mitteilung). Über reines Vogelfutter liegen keine Informationen vor. Vogelfutter ist ein interessanter Markt auch für außereuropäische Exporteure, allerdings werden die Exportmengen nicht separat von den Ölsaaten aufgeführt (CBI 2014c).

Rapssamen im Tierfutter können teilweise die Darmpassage überdauern und wieder auskeimen. So zeigte sich z.B. in einer australischen Fütterungsstudie mit Schafen, dass 1-

1,5% der ausgeschiedenen Canola-Samen wieder auskeimten (STANTON et al. 2003). Dasselbe wurde auch bei Hühnern bestätigt. Nach 12 Monaten keimten die Samen wieder aus, nachdem sie vorher mittels Gülle ausgebracht worden waren (MARTENS 2001). Dennoch kommt eine Verbreitung durch Tauben eher in Frage, da sich diese in der Nähe von Ölmühlen sowie Kraftfutterwerken aufhalten und dort Körner picken (vgl. auch Abb. 16). So haben TWIGG et al. (2009) in einer Studie gezeigt, dass samenfressende Vögel zur Verbreitung lebensfähiger Samen von Pflanzen beitragen können. In ihrer Studie wurden in einem Fütterungsversuch mit Canola und Wildkräutern die Samenvorlieben der Vögel, die Durchlaufzeit durch den Darm und die Lebensfähigkeit durchlaufender Samen bestimmt. Als Versuchstiere wurden u.a. auch verschiedene Taubenarten eingesetzt. Mittlere Zeiten der Samendurchlaufzeitpassage der in Gefangenschaft gehaltenen Vögel reichten von 0,5 bis 4,3 h für alle Tests von sowohl reinen Samen als auch kommerziellen Samenmischungen. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass diese Vogelarten potenziell Samen über moderate Distanzen verbreiten können. Tägliche Flugdistanzen dieser Vögel liegen zwischen 1 und 10 km (TWIGG et al., 2009). Hinzu kommt, dass die Rapssamen exozoochor verbreitet werden, indem sie z.B. an den Federn haften bleiben und somit in die Umwelt gelangen (SOERENSEN 1986).

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verbreitung durch Enten, da diese als Allesfresser auch Raps fressen. TWIGG et al. (2009) konnten zeigen, dass nach der Darmpassage die Keimfähigkeit der Rapssamen nur um 42% abgenommen hatte. Demzufolge wird ein großer Teil unverdaut wieder ausgeschieden. Diese unverdauten Samen könnten dann als Spülsamen wieder ans Ufer gelangen und dort erneut auskeimen. Weiterhin können Wasservögel wie z. B. Enten Samen nicht nur endozoochor, sondern auch exozoochor verbreiten, beispielsweise durch das Vorkommen von Samen im Schlamm, welcher an den Füßen des Vogels kleben bleibt (RIDLEY 1930). Dies wurde in einer Studie von BROCHET et al. (2010) bestätigt, überdies überstieg der endozoochore Samentransport den exozoochoren.

Dennoch wird der Anteil an keimfähigen Spülsamen auf diesem Wege als gering angenommen, da ein großer Teil der Rapssamen im Zuge des Verladens im Hafenbecken verloren gehen müsste. Ferner halten sich Enten vermutlich weniger in der Nähe der Umschlagsplätze auf, sondern in ruhigen Seitenarmen oder in der Nähe von Parkanlagen.

Verunreinigungen von Getreidelieferungen mit Raps

Eine weitere Quelle für die ungewollte Verbreitung von Rapssamen sind Kontaminationen von Getreidelieferungen mit Rapssamen als „blinden Passagieren“. So sind Verunreinigungen mit Raps sehr wohl bekannt, allerdings eher für Leinsamen (aus Kanada), Kanariensaat (aus Kanada), Hirse (aus USA) und auch Sojabohnenmehl (Mischfutter). Laut VAN DENDEREN et al. (2010) kann ein Liter an Leinsamen aus Kanada bis zu 700 Canola-Samen enthalten, d.h. 1m³ der Ware kann mit bis zu 700.000 Samen verunreinigt sein. Zu Weizenverunreinigungen mit Rapssamen gibt es in Deutschland keine Untersuchungen, aber die Schweizer Behörden prüfen gegenwärtig, ob die GV-Rapsfunde am Baseler Hafen und auf den Gleisen in Kleinhünigen aus mit Raps verunreinigten Weizenimporten stammen können. Aus der Eurostat-Statistik geht aber hervor, dass Deutschland wenig Weizen importiert und dass Kanadas Weizenexporte größtenteils nach Italien und Großbritannien gehen.

Zur Ausbreitungsbiologie von Ruderalraps

Die Samenausbreitung erfolgt mittels Autochorie, d.h. dass die Samen beim Öffnen der Schote auf den Boden fallen und sofort keimen (MENZEL 2006). Des Weiteren ist eine zoochore Samenverbreitung möglich, letztendlich nimmt auch die hemerochore Ausbreitung über weite Distanzen eine wichtige Stellung ein. Hierbei spielt die unbeabsichtigte Verschleppung durch den Transport eine große Rolle (HAEUPLER et al. 2004; MENZEL 2006; VON DER LIPPE & KOWARIK 2007 a & b).

Hinsichtlich der Bestäubungsbiologie ist *Brassica napus* selbstkompatibel und zur autonomen Bestäubung fähig (WILLIAMS et al. 1986; HAYTER & CRESSWELL 2006). Die Pollen werden über mehrere Wege verbreitet: durch Wind, durch Insekten und auch durch direkten Kontakt von Rapspflanzen untereinander (HÜSKEN & DIETZ-PFEILSTETTER 2007). Bei Windausbreitung können Distanzen von 360 m bis 1,5 km erreicht werden, ohne dass der Rapspollen Schaden nimmt (DOLEZEL et al. 2002; TIMMONS et al. 1995). Als Bestäuber kommen Bienen, Schwebfliegen und Käferarten in Frage. Raps stellt eine attraktive Futterpflanze für Bienen dar. Bei Flugdistanzen von Bienen von bis zu 5 km (RAMSAY et al., 1999) können Rapspollen entsprechend über diese Distanz verbreitet werden. Dies wird durch Befunde von THOMPSON et al. (1999) untermauert, die Auskreuzungen von Raps noch in Distanzen von 4 km fanden.

Aufgrund der hohen Fremdbefruchtungsneigung sowie der hohen Attraktivität für Bestäuberinsekten ist das Risiko einer Auskreuzung sehr hoch (AGES 2004). Daher sind auch Auskreuzungen mit nahen verwandten Arten von Raps wie andere *Brassica*-Arten oder auch Vertretern der Gattung *Sisymbrium* gut möglich (FÖRSTER et al. 1998). Dass diese Art von Genfluss in verwilderte Arten und auch in Wildarten stattfinden kann und dabei auch gentechnisch veränderte Eigenschaften des Genpools übertragen werden können, wurde in einer Studie von ELLING et al. (2009) bestätigt. Dort wurden insgesamt 113 *Brassica*-Populationen untersucht, darunter 78 verwilderte. Es konnte gezeigt werden, dass solche Populationen mehrere Jahre überdauern können, und mittels molekularer Untersuchungen konnte Genfluss sowohl zwischen angebauten Rapsorten und verwilderten Populationen als auch innerhalb der verwilderten Populationen nachgewiesen werden.

Raps ist eine der Hauptkulturen, für die transgene Sorten entwickelt worden sind. Als Ruderalraps kann die Art mitunter hohe Vermehrungs- und Ausbreitungsraten aufweisen. Ruderalrapspopulationen an Straßenrändern sind mittlerweile ein gewohntes Bild; ihr Vorkommen korreliert mit dem Transport von Samen durch LKWs (CRAWLEY & BROWN 1995; VON DER LIPPE & KOWARIK, 2007). Ihre Herkunft ist allerdings in der Regel unbekannt; der genetische Hintergrund von Ruderalrapspopulationen an Straßenrändern spiegelt in der Regel nicht die genetische Zusammensetzung der in dem betreffenden Jahr angebauten Rapsorten wider.

Das Überdauerungspotential von Rapssamen in der Samenbank ist mitunter im Vergleich mit den wilden verwandten Arten (*B. rapa* und *B. oleracea*) reduziert (HAILS et al. 1997; CHADDOEUF et al. 1998), wobei eine sekundäre Dormanz unter bestimmten Bedingungen erfolgen kann (HAILS et al. 1997; PEKRUN et al. 1998). Dennoch können Rapssamen auch außerhalb von bebauten Feldern mindestens 8-9 Jahre überdauern (PESEL et al. 2001). Daher darf angenommen werden, dass sich transgene Sorten in natürlichen oder naturnahen Lebensräumen verbreiten und dort bestehen bleiben können.

Informationen zur Ausbreitung von GV-Ruderalraps entlang von Verkehrswegen

Das Risiko der Persistenz von GV-Ruderalraps und dessen Auskreuzungspotential konnte in Mitteleuropa jüngst erstmalig von SCHULZE et al. (2014) nachgewiesen werden. In dieser Schweizer Studie hatten die Autoren in mehreren Jahren Funde des Events GT73 gemacht. Es wurden Blätter und Samen von Ruderalraps untersucht sowie deren Hybridisierungspartner und auch Raps-Hybride. GT73 konnte an den früheren Fundstellen bestätigt werden, außerdem wurden auch andere Events (RF3 und MS8XRF3) an fünf Beprobungsstandorten gefunden. Weiterhin konnten Auskreuzungen von GT73-Rapspflanzen in zwei nicht-GV Rapspflanzen festgestellt werden, aber keine Auskreuzungen in verwandte Wildarten. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass mehrjährige Studien über die Persistenz und das Auskreuzungspotential von GV-Rapspopulationen durchgeführt werden müssen. Dabei sollten die Transportwege und Umschlagplätze, die sich teilweise außerhalb der Betriebsgelände befinden, in das Monitoring integriert werden.

Nach einer Email-Korrespondenz mit der Bahn (DB, schriftliche Mitteilung) haben heutige Transporteinheiten inzwischen einen Dichtheitsgrad erreicht, der mögliche Verluste während des Transports nahezu ausschließt. Vor diesem Hintergrund ist ein möglicher Sameneintrag in den Gleiskörpern kaum zu erwarten. Außerdem sind bisher Schwierigkeiten bei der Bekämpfung von Rapspopulationen entlang von Gleisbetten mit eingesetzten Herbiziden nicht aufgetreten, d.h. eine Etablierung von unbekämpfbaren Ruderalrapspopulationen wurde bisher nicht beobachtet. Daher sieht die Bahn auch keinen Anlass, Studien zur Ausbreitung von herbizidresistenten Rapspopulationen entlang von Gleisbetten durchzuführen.

Dennoch wurde in der Schweiz GV-Raps auch entlang des Bahnschienenverkehrs gefunden (HECHT et al. 2014; SCHULZE et al. 2014). Insbesondere repräsentieren die Bahngleise ein ideales System für GV-Herbizid-resistente Pflanzen, um sich zu etablieren. Durch den selektiven Druck des regelmäßig eingesetzten Herbizids (Glyphosat wird sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland eingesetzt) haben diese Pflanzen gegebenenfalls einen Vorteil gegenüber konkurrierenden Arten. Verwilderungen von Kulturraps sowie die Etablierung von Raps-Ruderalpopulationen sind auf semi-natürlichen Habitaten möglich (PESEL et al. 2001).

Normalerweise gehören Kulturpflanzen wie Raps und Rüben zu schlecht konkurrierenden Arten und können nur bei ruderaler Störung mit anderen Unkräutern mithalten (HALL et al. 2005). Als weiteres Beispiel wurde auch in den Niederlanden Raps an Bahnhöfen (in Wageningen 2008 und 2009 sowie in Diemen und Woerden 2009), insbesondere am Bahnhof von Rotterdam, gefunden. Der Bahnhof in Rotterdam wird für internationalen Transport genutzt (TAMIS & DEJONG 2009).

Auch in Deutschland wird zur Bekämpfung von Unkraut vielfach Glyphosat eingesetzt. Laut Angaben des Referats für Verkehr in Tübingen (RP Tübingen, schriftliche Mitteilung) werden z.B. in Baden-Württemberg an den Straßen aber seit vielen Jahren keine Herbizide mehr verwendet (Ministeriumserlass). Insofern ist der selektive Konkurrenzdruck durch Herbizide auf deutschen Straßen im Gegensatz zur Bahn als gering einzuschätzen.

Es gibt aber Beispiele in den USA (SCHAFFER et al. 2011) und auch in Japan (SAJI et al. 2005), dass sich GV-Raps entlang von Transportrouten verbreiten kann. In den USA

beispielsweise wurden auf einer untersuchten Strecke von 5600 km 231 Pflanzen untersucht. 80% davon waren gentechnisch verändert. Da sich keine Anbauflächen in der Nähe befanden, gingen diese Rapsamen wahrscheinlich beim Ernte-Transport verloren (SCHAFER et al. 2011). In Japan konnte eine Studie belegen, dass sich transgener Raps nicht nur in der Nähe der Häfen Kahima, Chiba, Nagoya und Kobe ausgebreitet hatte, sondern auch entlang der Transportrouten (SAJI et al. 2005). Insgesamt konnten VON DER LIPPE & KOWARIK (2007, a & b) zeigen, dass Schüttverluste beim Transport ein wichtiger Motor für die Fernverbreitung von Nutzpflanzen sind. Die Samenverbreitung durch Fahrzeuge bietet damit einen möglichen Etablierungspfad für GV-Pflanzen wie Raps.

2.3 Typische Situationen der Ruderalrapsvorkommen

Nachfolgende Ausführungen und Abbildungen geben einen Eindruck darüber, in welchen Situationen Ruderalraps in städtischen und industriell geprägten Gebieten oftmals auftritt.

Ruderalrapspopulationen werden oft entlang von Gleisen des Schienengüterverkehrs gefunden (Abb. 11 und 12), aber auch in Uferböschungen von Hafengebieten. Dort können sich Rapspflanzen auch am Ufer oder im Spülsaum etablieren (Abb. 11).

Darüber hinaus können Ruderalrapspopulationen regelmäßig am Straßenrand, entlang von Leitplanken und an Verkehrskreiseln ausgemacht werden. Wie in Abbildung 13 sichtbar (linkes Bild), können sich Ruderalrapspopulationen z.B. gut entlang von Autobahnauffahrten ausbreiten. Weiterhin sind lineare Rapsvorkommen oft entlang z.B. von Strassenrändern (rechtes Bild) oder als gehäuftes Vorkommen z.B. an Verkehrskreiseln anzutreffen (Abb. 14).

Größere Ansammlungen von Ruderalrapspopulationen kommen in Hafengebieten in der Nähe von Umschlagsplätzen Rapsverarbeitender Betriebe vermehrt vor. Abbildung 15 zeigt die Verladung von Schüttgut. Im Falle von Raps könnten Samen leicht verloren gehen. Oft breiten sich sehr große Rapspopulationen aus (linkes Bild). Des Weiteren können in solchen Industriegebieten oft Tauben beobachtet werden, welche am Boden picken (Abb. 16). Dies bestätigt, dass Vögel verschüttetes Material fressen und zur Verbreitung von Ruderalraps beitragen können (Darmpassage nicht verdauter Samen und Anhaftungen im Gefieder, s.o.). Es kann darüber hinaus vermutet werden, dass Kleinsäuger verschüttetes Material als Nahrungsquelle nutzen und intakte Samen zu ihren Quartieren transportieren.



Abb. 11: Rapsvorkommen beim Schiffs- und Schienengütertransport. Rapspflanzen wachsen am Ufer (links) und im Gleisbett (rechts).



Abb. 12: Rapsvorkommen beim Schienengütertransport (links) und in der Nähe eines Flusses (rechts).



Abb. 13: Rapsvorkommen entlang einer Autobahnauffahrt (links) und einer Leitplanke (rechts).



Abb. 14: Rapsvorkommen an einem Kreislauf und auf einem Betriebsgelände.



Abb. 15: Umschlagsplatz in einem Hafengebiet, in dem mehrere rapsverarbeitende Betriebe angesiedelt sind. Ruderalrapspopulationen können sich entlang von Böschungen ausbreiten (rechts).



Abb. 16: Tauben auf den Anlagen einer Ölmühle (links) und beim Picken (rechts) in einem Industriegebiet.

3 Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Monitoringkonzepts

Bei der Entwicklung eines Monitoringkonzepts wurde auf die VDI-Richtlinie 4330 (Blatt 10 und Blatt 5) zurückgegriffen, in der methodische Grundlagen für das Monitoring dargestellt sind. Die Blätter stammen aus den Jahren 2011 und 2010 und es lagen keine Informationen vor, ob die Richtlinie bereits zum praktischen Einsatz gekommen war. Zunächst werden die Prinzipien der VDI-Richtlinie 4330 kurz angesprochen.

3.1 Vorgaben der VDI-Richtlinie 4330 (Blatt 10)

Zielstellung

In der VDI-Richtlinie 4330 (Blatt 10) wird eine standardisierte Vorgehensweise bei floristischen Kartierungen im Rahmen eines Monitorings der Umwelteinwirkungen von GVP vorgestellt. Ziel ist es, anhand der standardisierten Methode spontan auftretende GVP sowie deren wild wachsenden potenziellen Kreuzungspartner und Kreuzungsprodukte aus GVP und diesen Partnern zu erfassen und dabei eine hohe Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erreichen

Bestandteile

Bestandteile der VDI-Richtlinie 4330 (Blatt 10) sind Angaben zu den Kartierungsvorbereitungen, z.B. benötigte Materialien (GPS-Gerät, Artenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Erfassungsbögen, Fotoapparat, Maßband, Kompass, topographische Karten etc.). Ferner enthält sie Empfehlungen zum Zeitpunkt und zur Zeitskala der floristischen Kartierungen bzw. zu den Untersuchungsgebieten (Transport, Verarbeitung und Nutzung von GVP) und dort zu untersuchenden Flächen und Wegen. Dabei wird die nähere Umgebung der Verarbeitungs-, Lager-, Umschlags- oder Verbrauchsstätten des Standorts in mindestens zehn Zonen eingeteilt. Die einzelnen Zonen werden dann im Abstand von je 100 m auf einer Karte genauer abgegrenzt. Hauptzufahrts- und Hauptabfahrtswege (Straßen, Schienen- und Wasserwege) und deren Ränder werden innerhalb eines Umfelds von 1000 m um Verarbeitungs-, Lager-, Umschlag- oder Verbrauchsstätten als Untersuchungsgebiete abgegrenzt. Bei zu untersuchenden Straßen und Schienen werden sowohl der Weg als auch ein 3 m breiter Randstreifen erfasst. Bei Fließgewässern für die An- oder Ablieferung der Rapssaat wird das Umfeld bis zu einer Entfernung von mindestens 3000 m von der Verladestelle in Fließrichtung des Gewässers ausgedehnt. Des Weiteren sollen nach Möglichkeit auch Altarme in die Kartierung einbezogen werden. Nach der Einteilung werden diese Zonen systematisch auf das Vorkommen von GV-Pflanzen abgesucht.

Des Weiteren wird die Datenaufnahme allgemeiner Daten und floristischer Daten (Fundort, Individuenanzahl, Bio-/Vegetationstyp) beschrieben. Darüber hinaus wird auf die Auswertung der Kartierungsergebnisse hingewiesen (Kartendarstellung, Georeferenzsystem und Tabellenerfassung). Weiterhin werden die Dokumentation und Datenverwaltung (Daten sind nach Regeln einer relationalen Datenbank abzulegen, siehe ZEHNDER et al. (2005)) als auch die Qualitätssicherung (umfasst Kontrollen der Daten durch Plausibilitätsprüfungen durch einen Experten) beschrieben. Allgemeine Anforderungen an Datendokumentation und Datenverwaltung sind in Blatt 1 angegeben.

Die Richtlinie VDI 4330 Blatt 5 erläutert die Anforderungen an die Probennahme und die Aufarbeitung von Pflanzenmaterial für den molekularbiologischen Nachweis gentechnisch veränderter Nukleinsäuren. Dabei werden die Entnahme (Materialliste, Art der Beprobung (Sammel- oder Einzelproben), Probenkennzeichnung und -protokoll), der Transport und die Lagerung von Pflanzenmaterial sowie die Nukleinsäureextraktion beschrieben. Außerdem wird auf die Sicherheits- und Gesundheitsaspekte hingewiesen, die beim Umgang mit Pflanzenmaterial aufgrund eventueller Pestizidrückstände zu beachten sind, und welche Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind.

3.2 Eingesetzte Methoden

Im Vordergrund des Projekts stand zunächst die Konzept- und Methodenentwicklung des Monitorings. Nachdem die Haupttransportrouten grob aufgeklärt werden konnten (vgl. Kapitel 2), waren die nächsten Schritte die Lokalisierung von Untersuchungsgebieten und die Methodenentwicklung bzw. wie ein im Aufwand angemessenes, zielführendes Monitoring am besten vorgehen müsste.

3.2.1 Festlegung des Untersuchungsgebietes

Für das Monitoring wurde ein Ansatz gewählt, der den Fokus auf die Erfassung sogenannte Hotspots (Haupttransportrouten, Verlade- und Verarbeitungsstätten etc. und deren Umgebung) und nicht auf eine bundesweite Kartierung von Zufallsstichproben legt.

Aus der vorbereitenden Recherche ergab sich, dass die Haupttransportrouten von Raps über die Häfen am Rhein zu den zentralen Ölmühlen und den Kraftfutterwerken führen. Daher wurde der Fokus der Erprobung des Monitoringkonzepts auf den Rhein und auf die dort ansässigen Ölmühlen und Kraftfutterwerke gelegt. Neben dem Rhein wurden auch andere Nebenflüsse wie der Neckar und die Lippe in Pilotstudie aufgenommen. Aufgrund der bestehenden Verbreitungsmöglichkeiten von Rapssaaten und den GVO-Befunden in der Schweiz sollten bei einem Monitoring ein größerer Umkreis um Ölmühlen sowie Flächen in der Umgebung von Verarbeitungs-, Lager-, Umschlag- oder Verarbeitungsstätten einschließlich der Zu- und Abfahrtswege in Betracht gezogen werden.

Die Hauptumschlagplätze können mittels Google Earth sondiert werden und dienen als Grundlage für die weitere Ausgestaltung des Monitorings. Nach Festlegung der Standorte bzw. der Untersuchungsflächen kann eine genaue Standorterkundung inklusive einer floristischen Kartierung in Anlehnung an VDI 4330 (Blatt 10) erfolgen.

3.2.2 Zeitraum und Vorbereitung der Geländearbeiten

Die Kartierung der zu untersuchenden Taxa sollte möglichst zur Hauptblütezeit des Rapses erfolgen, wobei der unterschiedliche Blühbeginn in den unterschiedlichen Regionen in die Ablaufplanung einfließen muss. So beginnt Raps im langjährigen Mittel entlang der Rheinschiene zwischen dem Tag 100 (10. April) und dem Tag 120 (30. April) zu blühen (Abb. 17). Jahresspezifische Abweichungen von diesem Blühfenster, wie sie z.B. im Jahr 2014 infolge des milden Winters 2013/2014 auftraten und zu einem früheren Blühbeginn führten, müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

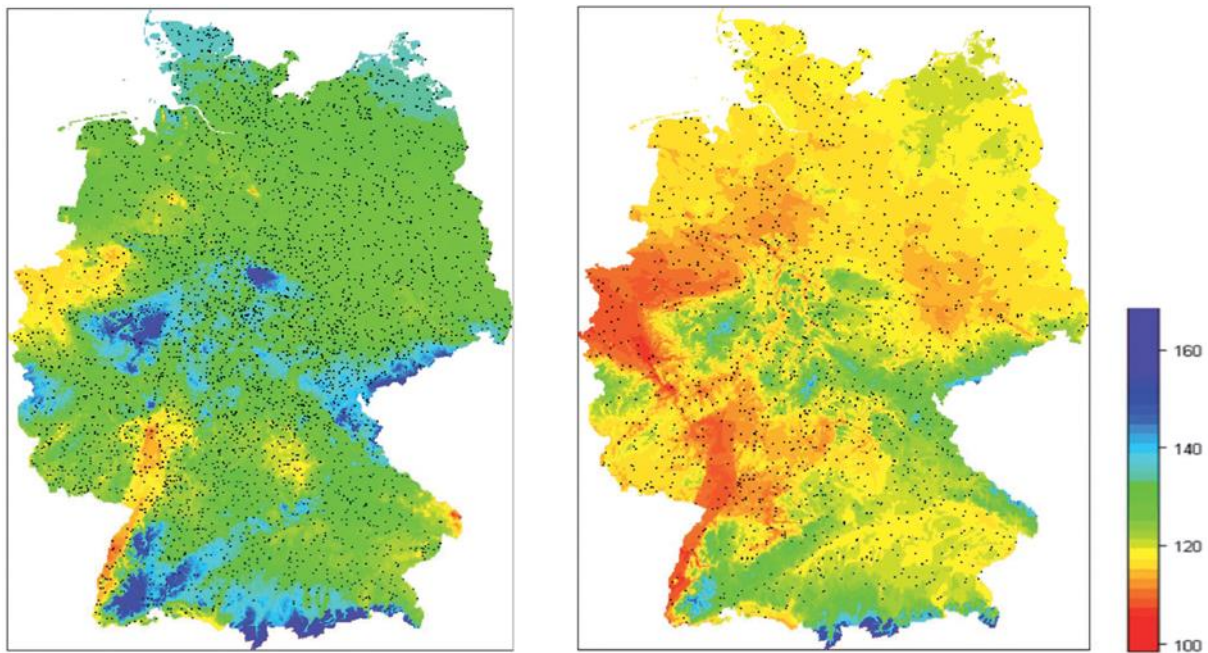


Abb. 17: Beginn der Blüte des Winterrapses in Deutschland während der WMO Klimanormalperiode 1961-1990 (links) im Vergleich zu dem wärmeren Jahrzehnt 1999-2008 (rechts). Daten nach der Historischen Phänologischen Datenbank (HPDB). Angabe: Tage seit Jahresbeginn 100 = 10. April (Quelle: FRANZARING et al. 2013).

Die anschließende Kartierung sollte folgendermaßen durchgeführt werden: Die entsprechenden Standorte werden zunächst per Recherche und/oder anhand von Luft- und Satellitenbildern ausfindig gemacht und entsprechend der Begehrbarkeit der Standorte genau überprüft. Bei jeder Beprobung sollte nach Möglichkeit ein Raum von bis zu 1 km Entfernung (Ost-West und Nord-Süd) vom Standort auf Ruderalrapspflanzen abgesucht werden. Dabei werden insbesondere die Transportwege zum Wasser sowie zu den Hauptverbindungsstraßen (z.B. zur Ölmühle) in Betracht gezogen. Nach der erfolgten Abgrenzung werden diese Standorte systematisch auf das Vorkommen von GV-Pflanzen abgesucht. Genehmigungen für das Betreten von gesonderten Flächen wie z.B. Hafengelände oder Bahngleise müssen im Vorfeld der Begehung eingeholt werden und zum Begehungstermin vorliegen.

Die Aufmerksamkeit bei der Kartierung und der Probennahme wird besonders auf das vermehrte Vorkommen und die Etablierung von Ruderalraps gerichtet, d.h. es sollten möglichst viele Sammelproben bei großem Vorkommen von Ruderalrapspopulationen gesammelt werden, aber auch Einzelproben von Individuen werden in das Monitoring aufgenommen.

Während der Kartierung sollten sowohl der Vegetationstyp als auch das Vorkommen der zu kartierenden Pflanzen aufgenommen werden. Die Fundorte werden auf vorbereiteten Karten mithilfe von Punkt-, Linien oder Flächensignaturen eingetragen. Die geschätzte Individuenzahl wird in einem Aufnahmebogen notiert. Die Bestimmung der Taxa wird nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands durchgeführt (ROTHMALER 2011), gegebenenfalls nach einer Referenzliteratur für besonders seltene Exemplare. Von im Gelände unbestimmbaren Pflanzen werden ggf. Herbarbelege gesammelt. Ein

Aufnahmebogen zur floristischen Kartierung der Ruderalrapspopulation ist in Abb. 18 dargestellt.

Der Aufnahmebogen besteht aus einem obligaten Teil A und einen fakultativen Teil B (Anhang 2). Der obligate Teil umfasst Angaben wie die Populationsgrößen, die Phänologie, die Nähe der Fundorte zu Rapsfeldern, die Größe der Individuen, das Vorkommen anderer Brassicaceen-Arten und den Vegetationstyp. Der optionale Teil umfasst weitere wichtige, aber nicht zwingend notwendige Informationen wie die Auflistung der vorkommenden Leitarten des Vegetationstyps sowie Störungen und andere Auffälligkeiten am Standort. Zur leichteren Bestimmung von Raps und dessen potentiellen Kreuzungspartnern erscheint es sinnvoll, einen Brassicaceen-Bestimmungsschlüssel bereitzustellen (Anhang 3). Der Bestimmungsschlüssel enthält wichtige Bestimmungsmerkmale sowie jeweils ein exemplarisches Foto der Art. Als eine sinnvolle weitere Ergänzung kommt auch der Smartphone-QR-Code von floraweb.de in Frage. Über diesen sind Daten zu den Pflanzenarten und deren Verbreitung etc. direkt im Gelände abrufbar. Des Weiteren sollte ein Vegetationsbestimmungsschlüssel für das Monitoring verwendet werden (Anhang 4). Als weiterführende Literatur zur Vegetationstypenbestimmung wird SCHUBERT et al. (2001) oder auch RIECKEN et al. (2003) empfohlen.

Aufnahmebogen zum Ruderalrapsscreening

Lfd. Nr.

Teil A:

Datum:	10.04.2014	R-Wert:	3415895,48
Bearbeiter:	Wedlich	H-Wert:	5727682,7
Ort:	Hamm	GPS Waypoint Nr.:	
Skizze im Anhang	Ja, auf google maps Ausdruck	Foto (Dateiname)	44

Beschreibung des Verkehrswegs (z.B. Name und Nummer)	Entfernung (m) des Rapsfundes vom Verkehrsweg
Strasstyp	Einfahrt zu Bröllo
Bahnlinie	4
Wasserweg	50

Beschreibung der aufgefundenen Rapspopulation	Länge/Größe der Beprobungsfläche (m /m ²)
Populationsabgrenzung	60 m
Zahl der Individuen	1 1 (< 1 Expl.) ☒ 2 2 (1-5 Expl.) 3 3 (6-25 Expl.) 4 4 (26-50 Expl.) 5 5 (51-100 Expl.) 6 6 (101-250 Expl.) 7 7 (251-500 Expl.) 8 8 (> 501 Expl.)
Phänologie	1 1 Keimling 4 4 Vollblüte 7 7 Vollreife 10 10 Samen komplett ausgefallen 2 2 Vorblüte 5 5 Blühende 8 8 Abreifend 11 11 Nachblüten ☒ 3 3 Blühbeginn ☒ 6 6 Schote noch grün 9 9 Einzelne aufgeplatzte Schoten
Mortalitätsfaktoren:	Senescent Infektionschlorosen (pathogen)
Höhe der Individuen (m)	0,08 Kleinere 0,3 Größere
Rapsfelder in der Nähe?	Ja ☒ Nein Entfernung vom Fundort (km)

Beschreibung der Probenahme	Wieviele Pflanzen wurden beprobt?	Nr.
(Nr. bestehend aus Lfd.-Nr. plus Folge nummer)	20	44
Andere Brassicaceen	☐ <i>Brassica campestris</i> ☐ <i>Brassica oleracea</i> ☐ <i>Brassica nigra</i> ☐ <i>Brassica rapa</i> ☐ <i>Diplotaxis muralis</i> ☐ <i>Diplotaxis tenuifolia</i> ☐ <i>Eruca sativa</i> ☐ <i>Erucastrum gallicum</i> ☐ <i>Hirschfeldia incana</i> ☐ <i>Raphanus raphanistrum</i> ☐ <i>Raphanus sativus</i> ☐ <i>Rapistrum rugosum</i> ☐ <i>Sinapis alba</i> ☐ <i>Sinapis arvensis</i> ☐ <i>Sisymbrium</i> ☐ Andere	☒ X, ankreuzen, wenn Probe für GV-screening genommen wurde

Vegetationstyp:	☒ 1 Ruderalgesellschaft 4 Wald- bzw. Gebüschsaum 2 Ackerrand 5 Wiesenrand 3 Gewässerrand 6 Anderer Typ, Kurzbeschreibung:	offen ☒ geschlossen
Bestandshöhe (m):	0,3	Bodenbedeckung (%): 70

Abb. 18: Beispiel eines ausgefüllten Kartierbogens für das Monitoring (Teil A)

3.2.3 Kartierung und Visualisierung

Zwecks einer späteren Dokumentation der Ergebnisse von Untersuchungen zum GV-Monitoring müssen die Orte, an denen Vegetationsaufnahmen und Probennahmen erfolgen, in mitgeführten Karten bzw. Luftbildern eingetragen werden. Von jeder Population werden zudem im Gelände zur nachfolgenden Dokumentation der Standorte mit einer GPS-Kamera georeferenzierte Bilder aufgenommen. Dies soll es ermöglichen, die Standorte bei einer zweiten Begehung wiederzufinden.

Sämtliche Begehungswege und Beobachtungen werden protokolliert und photographisch mit einer GPS-Kamera festgehalten und können später während der Kartenerstellung nachgetragen werden, sofern der Track nicht zuvor mit einem GPS-Gerät aufgenommen worden ist. Es sollten im Rahmen von GV-Ruderalraps-Monitoringstudien sowohl die Rapsfundstellen als auch die gesamte kartierte Fläche bzw. abgegangene Strecke während der Beprobung visualisiert werden, um so den Umfang des Monitoring pro Erfassung dokumentieren zu können.

3.2.4 Probennahme

Bei der Probennahme sollten zunächst Informationen zum Standort sowie zu der vorgefundenen Rapspopulation und der Begleitflora in dem zuvor vorgestellten floristischen Aufnahmebogen vermerkt (siehe 3.2.2) werden. Dazu gehören:

- Beschreibung des Fundortes (Name des Ortes; Bezeichnung der Straße, Mühle, Genossenschaft etc.; Lage im Hafengebiet, am Straßenrand etc.; Vorhandensein von Rapsfeldern in der Nähe (Teil A))
- Georeferenzierung (GPS-Verortung (Teil A))
- Fotodokumentation des Standortes (Teil A)
- Zustand der Pflanzen (Höhe, Krankheiten, Schädlingsbefall, Verschmutzungen, Entwicklungsstadium (Teil A))
- Vegetationstyp (Teil A) sowie bis zu sechs Leitarten der Gesellschaft (inklusive Bestandeshöhe, Bodenbedeckung, Störungen (Teil B))
- Probennummer und Sammeldatum (Teil A)
- Anzahl der Pflanzen in der vorgefundenen Population und Zahl der beprobten Pflanzen (Teil A)

Alle bei der Beprobung im Gelände aufgezeichneten Daten können später in ein Microsoft Excel Tabellenblatt übertragen werden. Die über GPS und GoogleEarth festgelegten bzw. ermittelten WGS84-Geodaten Koordinaten sollten einheitlich in Gauß-Krüger-Koordinaten (Bessel/DHDN) umgerechnet werden, da dieser Standard in Deutschland immer noch am meisten verbreitet ist.

Die Rapsfunde sollten an dem jeweiligen Standort nach Möglichkeit in kleinere, abgegrenzte Bestände unterteilt werden, welche als Populationen definiert werden. Dabei werden die Größe der Beprobungsfläche sowie natürliche Abgrenzungen wie Straßenkreuzungen oder Verkehrsinseln notiert. Es erscheint sinnvoll, Einzelblattproben zu nehmen. Pro

Rapspopulation sollten mindestens 10 Blätter von 10 Rapspflanzen gesammelt werden. Sind sehr große Populationen mit vielen Individuen vorhanden, kann die Probe auf 20 Rapspflanzen á 20 Blätter erweitert werden. Dabei werden von jeder beprobten Pflanze jeweils ein gesundes und voll entwickeltes Blatt entnommen. Die Blattproben jedes Fundortes werden zunächst in mit Probennummer und -datum gekennzeichneten PE-Beuteln für den Transport kühl gelagert und anschließend bei -20°C tiefgefroren.

3.2.5 Analyse der Rapsblätter

Ein den Geländearbeiten folgender GVO-Schnelltest stellt eine einfache und kostengünstige Alternative zur molekularbiologischen Analyse dar. Mit den GVO-Teststreifen Round Up Ready und Liberty Link können Rapspflanzen auf das Vorliegen von Herbizidtoleranzen getestet werden (FRANZARING et al. 2011).

Mit den Schnelltests erhaltene positive Ergebnisse sollten mit PCR basierten Methoden nach LAG (2006) überprüft sowie Rückstellproben des Materials für weitere Analysen tiefgefroren werden. Sie müssen in einem geeigneten Labor nach der amtlichen Methode (LAG 2006) durchgeführt werden. Für die Probekartierung wurde die Analyse des positiven Befundes zur Absicherung in einem zweiten unabhängigen Labor wiederholt. Falls die Befunde auch mit PCR verifiziert werden, müssen an den betreffenden Standorten im darauffolgenden Spätsommer/Herbstanfang sowohl Blatt- als auch Samenproben im Zuge einer zweiten Begehung gesammelt und ebenfalls auf eine gentechnisch bedingte Herbizidresistenz überprüft werden.

Laut YOSHIMURA et al. (2006) und KNISPEL et al. (2008) ist mit dem Schnell-Test ein eindeutiger Nachweis der betreffenden Herbizidresistenz möglich. Die Schnelltest-Methode basiert auf dem Nachweis der durch die HR-Gene in den Pflanzenblättern exprimierten Proteine (CP4 EPSPS bei Roundup Ready und PAT bei Liberty Link) mittels spezifischer Antikörper.

Die Blattproben können z.B. mithilfe von Schnelltests der Firma Eurofins GeneScan auf das Vorliegen einer Herbizidresistenz überprüft werden (GENESCAN 2007). Die Durchführung der Tests erfolgt nach der Anleitung von ROMER LABS (2012 a und b). Dazu wird aus dem Probenblatt jeweils ein Stück mit festgelegter Größe (0.5 cm²) entnommen und anschließend mittels Glaspipette in einem Eppendorfgefäß mit 0.5 ml destilliertem Wasser zerkleinert. Daraufhin werden die Teststreifen, jeweils für den RUR- und den LL-Test, in die Lösung gegeben. Von Standorten mit mehreren Blättern (> 1 Pflanze) werden zunächst Mischproben hergestellt, die jeweils mit einem Teststreifen überprüft werden. Bei einem positiven Ergebnis einer Mischprobe, müssen Tests mit allen Einzelblättern erfolgen, um feststellen zu können, wie viele der Pflanzen eines Standorts transgen sind. Besteht eine Probe nur aus einem Blatt, so wird es zweimal gefaltet und erst dann ausgestanzt, um so zu gewährleisten, dass genügend Probenmaterial vorhanden ist. Bei den größeren Rapspopulationen bestehend aus 20 Blattproben werden die Proben in zwei Teilproben A und B zu je 10 Blattproben nochmals unterteilt. Nach etwa 5-10 min. sind die Teststreifen vollständig mit Probenflüssigkeit durchsogen. Anhand der entstandenen Kontroll- bzw. Positivbalken kann dann bestimmt werden, ob der Teststreifen korrekt funktioniert bzw. das entsprechende Protein in der Lösung vorhanden ist. Zur Aufbewahrung werden die Teststreifen nach dem

Ablesen der Ergebnisse zunächst getrocknet und anschließend auf ein mit Probennummer, -ort und Datum gekennzeichnetes Datenblatt aufgebracht.

4 Erprobung des Rapsmonitorings

Nach der Entwicklung eines vorläufigen Monitoringkonzepts wurden dessen Praktikabilität getestet und erste Basisdaten erhoben. Im Rahmen dieser Pilotstudie wurde das Augenmerk auf die Rheinschiene gelegt (Abb. 11), da dort große Mengen an Importraps an die zentralen Ölmühlen geliefert und von dort auch umgelagert werden. Da das Projekt zeitlich begrenzt war, war eine Ausdehnung des Monitorings auf weitere Untersuchungsgebiete, z.B. die deutschen Überseehäfen, nicht möglich. Die Planung des Monitorings sowie die Durchführung der Probennahme und -analyse als auch die Auswertung erfolgten in Anlehnung an das in Kapitel 3 vorgestellte Monitoringkonzept.

Die Erhebungen begannen zur Rapsblütezeit im Frühjahr 2014, wobei der unterschiedliche Blühbeginn in den unterschiedlichen Regionen in die Ablaufplanung einfluss. Die Probennahme von Raps (*Brassica napus* L.) erfolgte von Ende April bis Ende Mai 2014, da die Pflanzen in dieser Zeit aufgrund der Blüte leichter auszumachen waren und ausreichend grünes Blattmaterial für die Probennahme vorhanden war. Insgesamt wurden 136 Rapsproben gesammelt. Es wurden zudem acht Proben des Kreuzblütlers Senfrauke (*Eruca sativa*) und eine Probe des Kreuzblütlers Senf (*Sinapis arvensis*) gesammelt.

Die Blattproben wurden Ende Mai bis Anfang Juli 2014 am Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim mithilfe von LL- und RUR- Schnelltests auf das Vorliegen einer Herbizidresistenz überprüft (GeneScan 2007). Zwischengelagerte positive Proben wurden durch die LUBW Karlsruhe und das LTZ Augustenberg mittels Real Time PCR auf das Vorliegen transgener Eigenschaften untersucht. Dazu wurden die Proben nach Absprache mit dem zuständigen Labor für die PCR-Analyse vorbereitet. Für die DNA-Extraktion wurden jeweils 50-100 mg Blattmaterial pro Blatt der positiven Proben in einzelne Eppendorfgeläße abgefüllt 14 Proben wurden für die LUBW und 14 weitere für die LTZ zur molekularbiologischen Analyse bereitgestellt. Diese Proben wurden am 07.07.2014 an die LUBW mit der Post verschickt.

Die Rohdaten der Kartierung (Koordinaten, georeferenzierten Fotos, aus Datenbögen zusammengestellte Tabellen und kmz-Dateien) und die Ergebnisse der Schnelltests (Digitalfotos von den Teststreifen) sind in einem Dateiordner abgelegt worden und sind den Anhängen A5, A6, A7 und A8 zu entnehmen.

4.1 Auswahl der Standorte entlang der Rheinschiene

In Anbetracht der möglichen Ausbreitungswege über Transportverluste (s.o.), erfolgte die Ruderalraps-Probennahme entlang verschiedener Verkehrswege entlang der Rheinschiene zwischen Wesel und Weil am Rhein, am Neckar bei Heilbronn sowie an der Lippe bei Hamm.

Nach ausführlicher Recherche der Warenströme nach Deutschland kann festgestellt werden, dass Transportverluste und damit die Etablierung von HR-Raps entlang von Transportwegen sowie Umschlagplätzen, etwa in Hafennähe, am wahrscheinlichsten sind. Deshalb wurden vor allem Hafen- und Industriegebiete sowie Bahnstreckenanlagen entlang des Rheins, der Lippe und des Neckars auf das Vorkommen von Ruderalraps überprüft. Die Standorte von Ölmühlen, Siloanlagen, Kraftfutterwerken, Biodieselproduktionsanlagen und Anlagen landwirtschaftlicher Genossenschaften wurden dabei besonders berücksichtigt, da vor allem

hier mit aus Importraps hervorgegangenen Ruderalrapspopulationen zu rechnen war. Daher wurden folgende Standorte (Abb. 19) ausgewählt:

- In Nordrhein-Westfalen die ADM Ölmühle Spyck, die Ölmühle Oleon bei Emmerich, das Raiffeisen-Kraftfutterwerk Rheinland GmbH in Wesel, die Ölmühle Brökelmann bei Hamm und mehrere Standorte am Neusser Hafen. Im Neusser Hafen wurde die Umgebung folgender Ölmühlen, Logistikunternehmen, Kraftfutterwerke sowie Biodieselproduktionsstätten vorselektiert: die Ölmühle Thywissen, die Produktionsstätten des Margarineherstellers Rau, die Kraftfutterwerke Agrifirm und Raiffeisen (RWZ Logistik Nord), die Ölmühle Sels, die Biodieselproduktionsstätte Rheinische Bioester und das Logistikunternehmen Zietschmann. Im gegenüber liegenden Düsseldorfer Hafen lag der Fokus auf der Tiernahrungsfirma Cremer GmbH und Co KG von Deuka.
- In Rheinland-Pfalz wurden die Ölmühlen ADM und Cargill in Mainz und in Hessen das RWZ-Kraftfutterwerk in Wiesbaden untersucht.
- In Baden-Württemberg wurden folgende Standorte betrachtet: die Ölmühle Bunge in Mannheim, die Kraftfutterwerke von Raiffeisen und Beweka in Heilbronn, das RWZ-Kraftfutterwerk in Kehl und der Bahnumschlagsplatz in Basel-Bad.
- Zusätzlich wurden aufgrund der häufig beobachteten Rapsausbreitung entlang der Autobahnen im April 2014 zwei Rastplätze angesteuert und ebenfalls in die Probennahme mitaufgenommen.

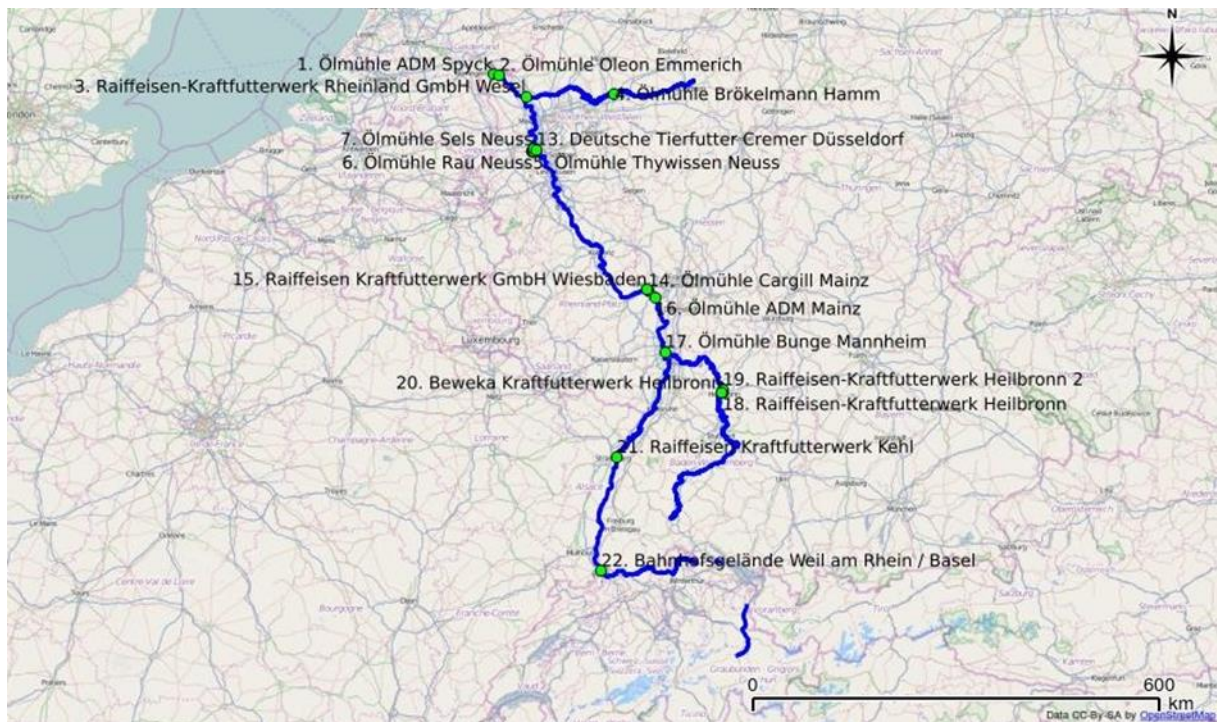


Abb. 19: Lage der Standorte entlang der Wasserverkehrswege. Der Rhein wurde in blau hervorgehoben. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.2 Probennahmeregionen

Mit der Beprobung wurde am Niederrhein begonnen, da der Raps dort infolge der niedrigen Höhenlage über NN und des atlantischen Klimas zuerst zu blühen beginnt. Je nach Praktikabilität wurde davon ein wenig abgewichen, wenn sich z.B. der eine oder andere Standort in der Nähe der Beprobungsfahrtroute befand. Mannheim wurde jedoch als erster Standort beprobt, da die Beprobung zusammen mit der LUBW stattfand. Nachfolgend werden die Probenahme und die Standorte der sechs Probennahmeregionen näher beschrieben. Nachstehende Tabelle zeigt an, wann welche Standorte beprobt wurden (Tab. 1).

Tab. 1: Daten der Probennahme an den einzelnen Standorten.

Beprobungsstandort	Datum
Spyck in Kleve	09.04.2014
Oleon in Emmerich	09.04.2014
RWZ in Wesel	08.04.2014
Brökelmann in Hamm	10.04.2014
Deutsche Tierfutter Cremer - Düsseldorfer Hafen/ Neusser Hafen	15.04.2014 und 16.04.2014
Cargill in Mainz	14.04.2014
RWZ in Wiesbaden	16.04.2014
ADM in Mainz	16.04.2014
Bunge in Mannheim	04.04.2014
RWK-Süd und Beweka in Heilbronn	24.04.2015
Raiffeisen in Kehl	23.04.2014
Weil am Rhein	21.05.2014

4.2.1 Niederrhein

Am Niederrhein wurden die ADM Ölmühle Spyck in Kleve und die Ölmühle Oleon in Emmerich betrachtet. Weiter südlich befindet sich in Wesel das RWZ-Kraftfutterwerk.

Standort Spyck - Ölmühle ADM

Rapspopulationen wurden vor allem hinter der Spyck Ölmühle von ADM am Flussufer gefunden. Dort legen auch die Transportschiffe an und ADM verfügt über einen Anlegesteg. Es wurden auch Rapspflanzen am hinteren Zugang zur Ölmühle gesehen, aber keine Proben genommen, da dieser Bereich zum Betriebsgelände gehört. Vermehrt konnten Rapspopulationen entlang der Zufahrtsstraße (Rheinstraße) am Seitenstreifen zur Ölmühle ausgemacht werden. Diese waren parallel zur Rheinstraße linear ausgebreitet. Vier Rapspopulationen wurden in einem Beprobungsumfang von je 20-25 m beprobt (Abb. 20).

Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Pflanzen mit z.T. grünen Schoten. Die Populationsgröße lag zwischen 6 und 50 Exemplaren, mit größeren Individuen von 1-1,2 m und kleineren von 0,3-0,8 m Wuchshöhe. Es handelte sich um einen Wiesenrand als Vegetationstyp mit einer Bestandeshöhe von 0,4-0,5 m und einer 100%igen Bodenbedeckung.



Abb. 20: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Kleve bei der ADM Spyck GmbH (grüner Punkt), dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Emmerich - Ölmühle Oleon

Das Betriebsgelände der Ölmühle von Oleon war von der Straße her nicht zugänglich und auch der Zugangsbereich zum Hafen war komplett abgeriegelt. Es konnte auch kein Rapsfund in der Nähe gemacht werden, aber es wurden sowohl am Bahnhof in Emmerich als auch neben den Gleisen des Transportgüterverkehrs, die zu Oleon führen, drei Rapspopulationen vorgefunden (Abb. 21). Die Rapspopulationen waren über 10-15 m linear ausgebreitet und hatten eine Individuenzahl von 1-25 Exemplaren. Die Mehrheit der Rapspopulation war in Vollblüte mit größeren Individuen von 0,5 m und kleineren von 0,3 m Wuchshöhe. Die vorgefundene Vegetation bestand an den drei Probennahmepunkten aus einer offenen Ruderalgesellschaft mit einer Bodenbedeckung von 20% und einer Bestandeshöhe von 0,5 m.

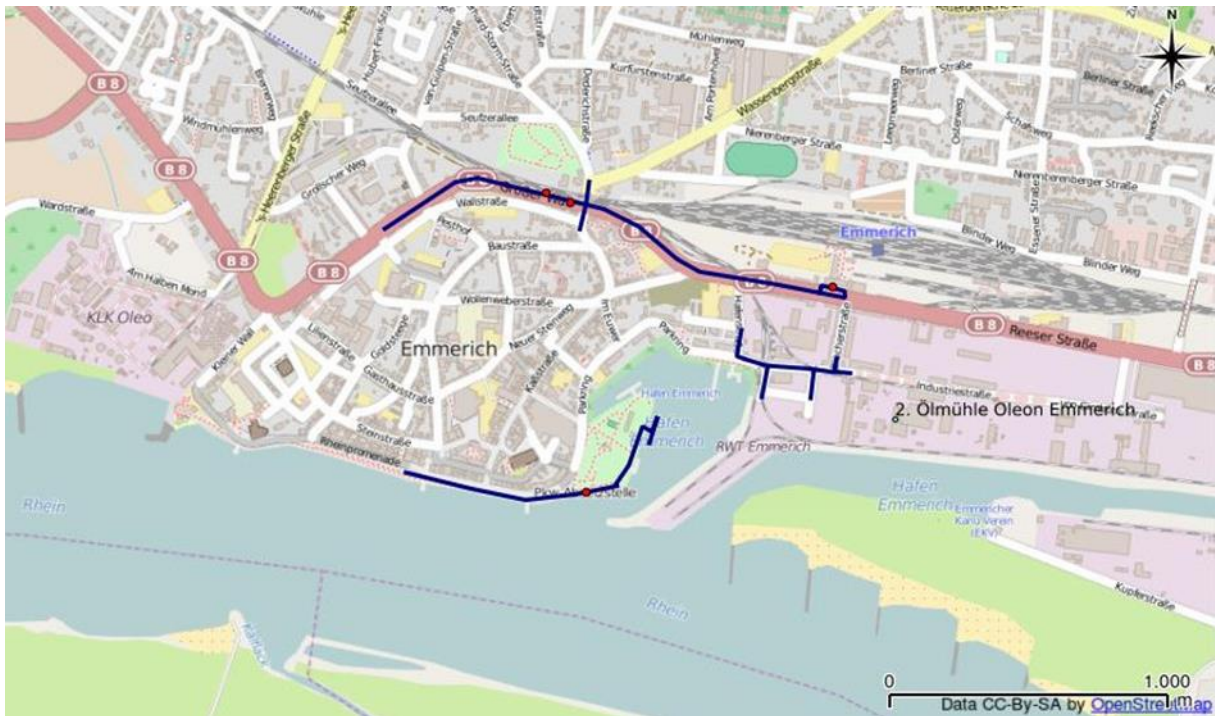


Abb. 21: Beprobungspunkte (in rot) inklusive Begehungstrack (in dunkelblau) in Emmerich bei der Oleon GmbH (grüner Punkt), dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Wesel - Raiffeisen Kraftfutterwerk

Das RWZ-Kraftfutterwerk war gut zugänglich. Rapspopulationen konnten an zwei Stellen in Wesel erfasst werden (Abb. 22). Eine Rapspopulation befand sich direkt in der Nähe des Kraftfutterwerks am Straßenrand der Zufahrtsstraße (Hafenstraße) mit einer ruderalen Begleitflora mit einer Höhe von 0,7 m. Die zweite Rapspopulation befand sich am Straßenrand zum Ortsausgang (Schillstraße). Hierbei handelte es sich um einen Gebüschsaum als begleitenden Vegetationstyp mit einer 100%igen Bodenbedeckung. Die Ausdehnung der Beprobungsflächen betrug jeweils ca. 60 m. Die Rapspopulationen waren linear ausgebreitet und hatten eine Individuenzahl von 1-5 Exemplaren. Die Mehrheit der Rapspopulationen war in Vollblüte mit größeren Individuen von 0,35-0,5 m und kleineren von 0,25-0,3 m Wuchshöhe.



Abb. 22: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Wesel beim RWZ Agrarzentrum (grüner Punkt), dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.2.2 Westfalen an der Lippe

Bei Hamm erreicht die Lippe das nördliche Ruhrgebiet und fließt über Lünen, Olfen, Datteln, Haltern Marl, Dorsten und Hünxe bis zur Mündung bei Wesel in den Rhein (BINNENSCHIFFE-RHEINRUHR 2014). Das Industriegebiet in Hamm findet Anschluss an die Lippe über den Datteln-Hamm-Kanal. Die Ölmühle Brökelmann verfügt sowohl über einen firmeneigenen Bahnanschluss als auch einen direkten Zugang zum Datteln-Hamm-Kanal. Die Ware von Brökelmann wird per LKW, Bahn sowie Container zu den jeweiligen Märkten und Verarbeitungsstätten transportiert (BRÖKELMANN 2014).

Standort Hamm bei Brökelmann am Datteln-Hamm-Kanal

Das Betriebsgelände der Ölmühle von Brökelmann war weder von der Straße noch von der Wasserseite des Kanals zugänglich. Es konnten von der nördlichen Uferseite allerdings blühende Rapspopulationen beobachtet werden. Insgesamt wurden 13 Rapspopulationen vorgefunden, die meisten in der Nähe der Hafenstraße. Drei Rapspopulationen wurden an dem Kreisel zur Hafenstraße kartiert, zwei weitere am Straßenrand der Radbodstraße, die über den Kanal zur A61 nach Kamen führt (Abb. 23).

Die Beprobungsflächen der Populationen hatten eine lineare Ausdehnung von 10-60 m. Die Pflanzen befanden sich im Blühbeginn. Die Populationsgrößen lagen zwischen 1 und 50 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,5-1,4 m und kleineren von 0,1-0,4 m Wuchshöhe. Es handelte sich jeweils um eine ruderal Begleitflora mit einer Bestandeshöhe von 0,1-0,4 m und einer Bodenbedeckung von 40-100%.

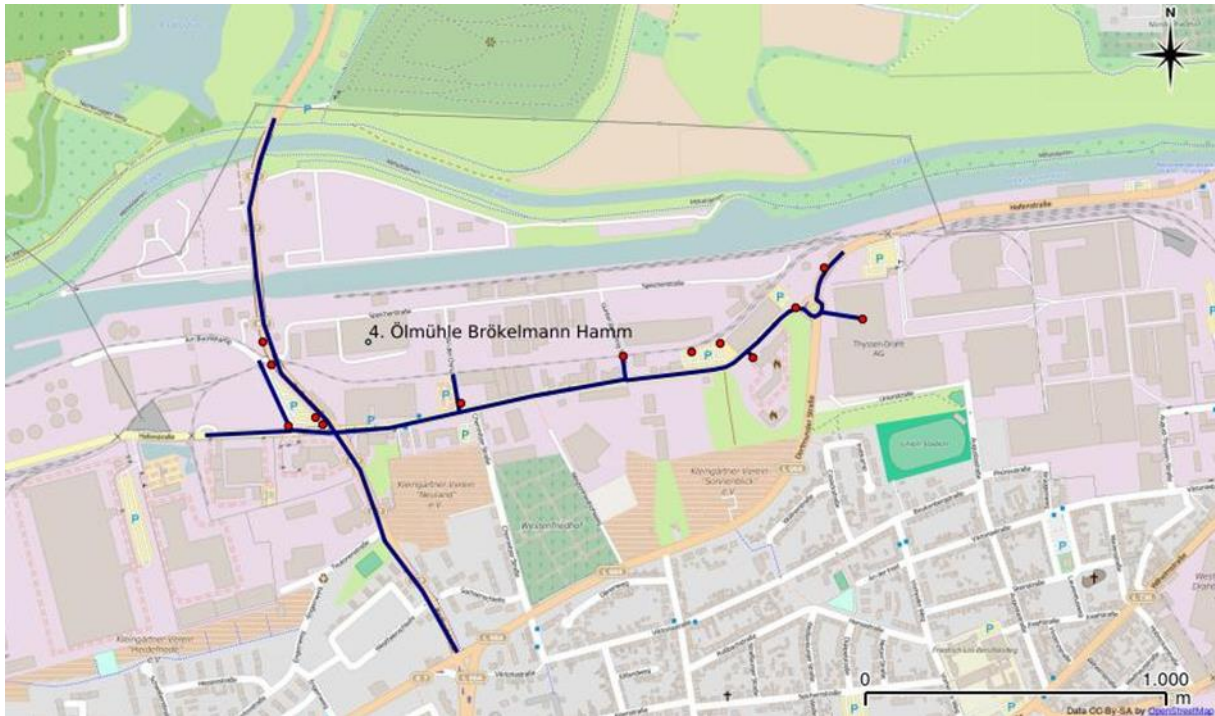


Abb. 23: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Hamm bei Brökelmann Co. Ölmühle GmbH & Co. dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.2.3 Rheinland

In das Industriegebiet des Neusser Hafens werden große Mengen an Importraps an die zentralen Ölmühlen über die Rheinschiene geliefert und von dort auch umgelagert. Dort sind nicht nur die Rapsölhersteller wie Rau, Thywissen und Sels vertreten, sondern auch die Kraftfutterwerke von Agravis und Raiffeisen sowie die Biodieselsproduktionsstätte Bioester. Diese verschiedenen Betriebe sind miteinander über ein Wasser- und Schienennetz verbunden. Deshalb wurden sämtliche Umschlagsplätze und angrenzende Hauptverbindungsstraßen dieser Betriebe im Neusser Hafen auf das Vorkommen von Ruderalraps überprüft (Abb. 24).

Standort Düsseldorfer Hafen - Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG Deuka

Das Kraftfutterwerk der Deuka befindet sich am Hafenbecken der Düssel (Abb.25). Bei der Standortbegehung wurden die Straßen um das Hafenbecken abgegangen. Es wurden vier Rapspopulationen gefunden: eine in direkter Nähe der Deuka, die drei anderen neben den Gleisen der Weizenmühlenstraße. Die Beprobungsflächen der Populationen erstreckten sich über 10-30 m. Die Pflanzen befanden sich im Blühbeginn. Die Populationsgrößen lagen zwischen 6 und 250 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,3-0,4 m und kleineren von 0,05-0,1 m Wuchshöhe. Es handelte sich jeweils um eine ruderal Begleitflora mit einer Bestandeshöhe von 0,1-0,3 m und einer Bodenbedeckung von 10-90%

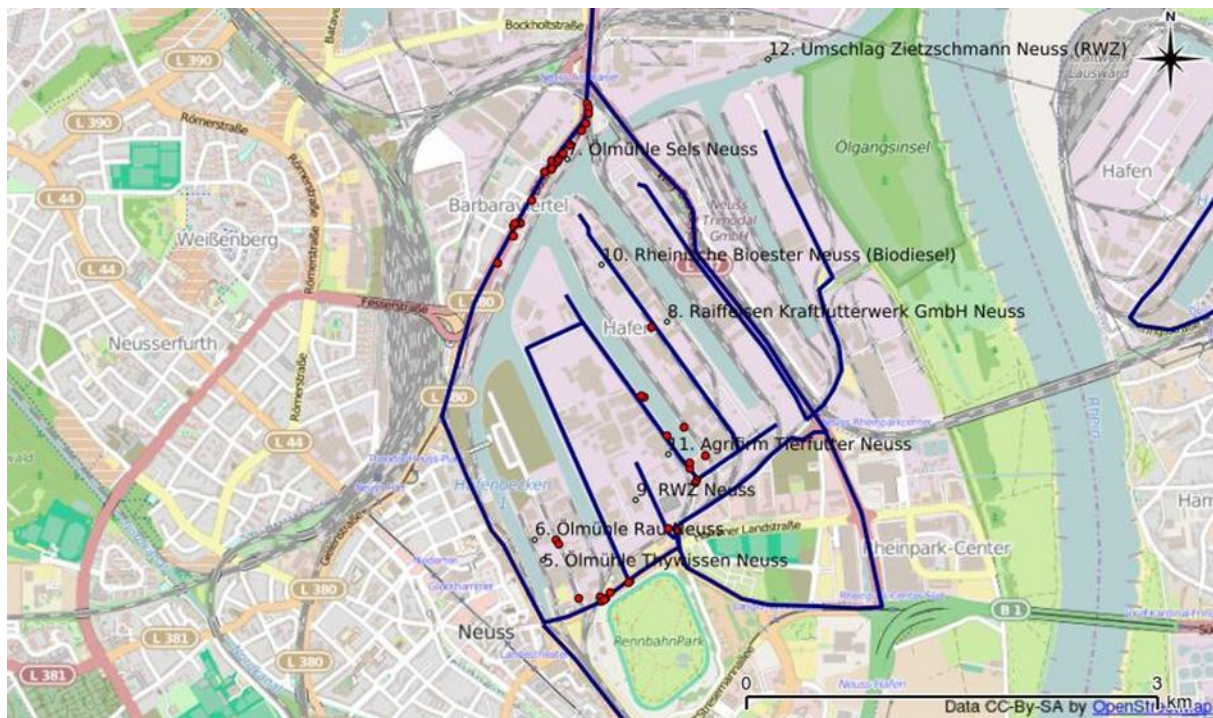


Abb. 24: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) am Neusser Hafen, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Neusser Hafenbecken 2 – Ölühle Rau und Thywissen

Am Hafenbecken 2 befinden sich die Ölühle Thywissen sowie die Rapssamen verarbeitenden Industriezweige von Walter Rau. Daher wurden dort neben der Industriestraße auch noch die ankreuzende Hammer Landstraße auf Rapspopulationen abgesucht. Insgesamt wurden 10 Rapspopulationen gefunden. Drei davon wuchsen entlang von Bahngleisen in der Industriestraße, die sieben anderen entlang der Hammer Landstraße. Die Beprobungsflächen erstreckten sich über eine Länge von 10-30 m, die Populationsgrößen lagen zwischen 6 und 50 Exemplaren mit größeren Individuen von 0,5-1,2 m und kleineren von 0,1-0,4 m Wuchshöhe. Die Mehrheit der Rapspopulation war in Vollblüte z.T. mit grünen Schoten. Während es sich im Hafenbecken um eine ruderal Begleitflora handelte, hatte der Vegetationstyp auf der Hammer Landstraße teilweise Wiesencharakter.

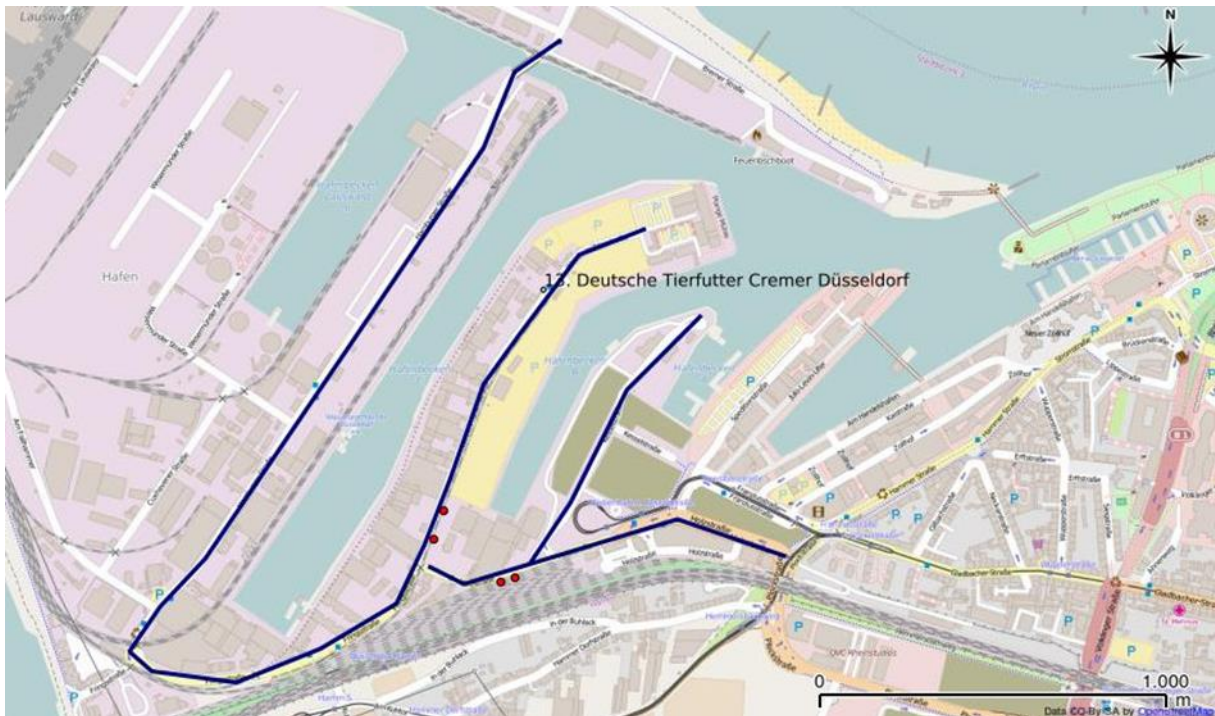


Abb. 25: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) im Düsseldorfer Hafen, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Neusser Hafenbecken 4 – Agrifirm und RWZ

Agrifirm befindet sich im Hafenbecken 4. Dort hatten sich Rapspopulationen weit ausgebreitet. Entsprechend des massenhaften Vorkommens von Ruderalraps an der Böschung wurden insgesamt neun Rapspopulationen beprobt mit Beprobungsflächen von 15-50 m². Die Uferböschung hatte teilweise Wiesencharakter, in den größten Bereichen aber auch Ruderalcharakter. Die Populationen hatten eine geschätzte Individuenzahl von 6 bis 250 Exemplaren mit größeren Individuen von 0,4-1,2 m und kleineren von 0,1-0,8 m Wuchshöhe. Die Mehrheit der Rapspflanzen befand sich in Vollblüte z.T. mit grünen Schoten.

Bei der RWZ wurde dagegen nur ein Rapsfund gemacht und neben dem Biodieselproduzenten Rheinische Bioester wurden keine Rapspflanzen gefunden. Zwei weitere Rapsfunde konnten an der Kreiselzufahrt zum Logistikzentrum der Raiffeisen lokalisiert werden.

Standort Neusser Hafenbecken – Ölmühle Sels und Zietzschmann

Auf der nördlichen Seite der vier Hafenbecken (entlang der Düsseldorfer Straße) sind die Ölmühle von Sels und das Logistikunternehmen von Zietzschmann vertreten. Die Ölmühle Sels ist über eine Förderbrücke mit der Rheinischen Bioester verbunden. Am Standort wurden 20 Rapspopulationen gefunden. Die Beprobungsflächen erstreckten sich über eine Länge von 10-50 m, und die Populationsgrößen lagen zwischen 6 und 500 Exemplaren mit größeren Individuen von 0,3-1 m und kleineren von 0,1-0,3 m Wuchshöhe. Die größten Rapspopulationen wurden neben dem Betriebsgelände von Sels entdeckt. Phänologisch befanden sich die Rapspopulationen noch im Blühbeginn und auch in Vollblüte mit z.T.

grünen Schoten. Die Begleifloren bestanden aus einer typischen Ruderalvegetation, teilweise mit Wiesencharakter (Bestandeshöhe 0,1-0,4 m, Bodenbedeckung 10-100%).

Mittelrhein

Die in Mainz und Wiesbaden beprobten Standorte befinden sich in unmittelbarer Nähe der Mündung des Mains in den Rhein, und damit an zwei der wichtigsten Wasserverkehrsstraßen Deutschlands. Der Containerhafen Mainz stellt eine Schnittstelle zwischen Binnenschifffahrt, Bahn- und Straßenverkehr dar. Das Hafengebiet umfasst eine Fläche von etwa 30 ha (LANDESHAUPTSTADT MAINZ 2014) und verfügt über eine gute Infrastruktur. An dieser Schnittstelle befinden sich die beiden Ölmühlen von Cargill und ADM in Mainz und das auf hessischer Seite liegende RWZ-Krafftutterwerk in Wiesbaden (Abb. 26).

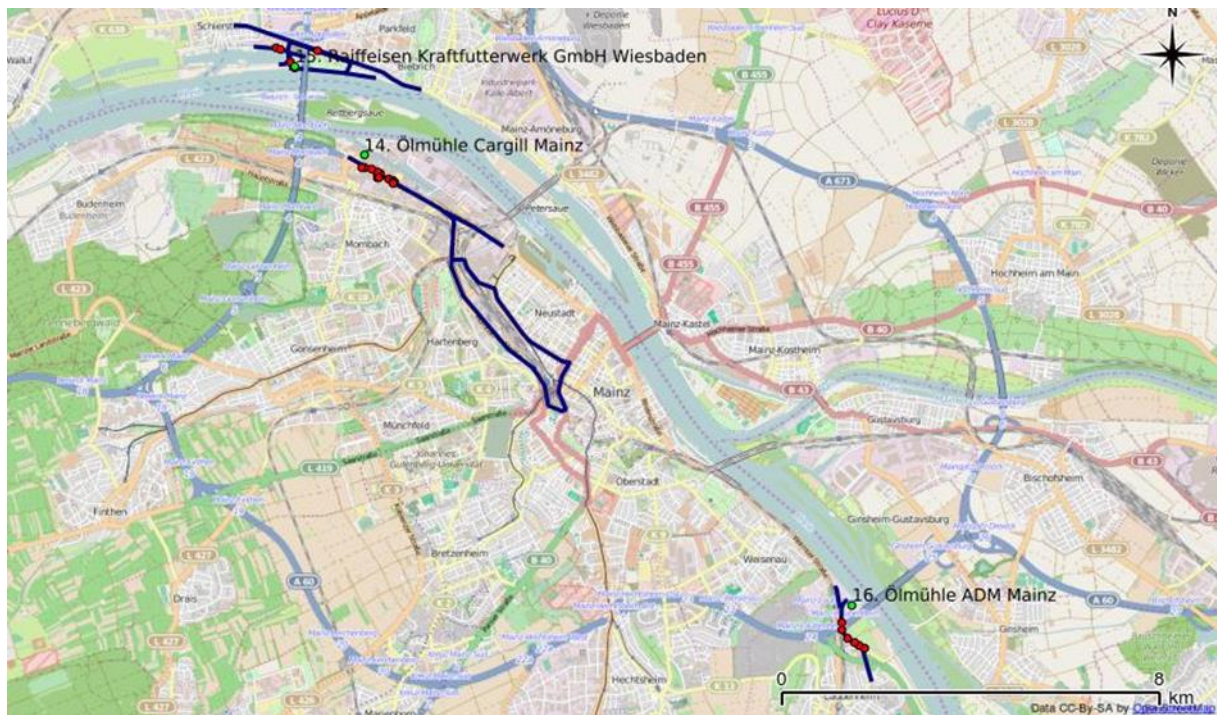


Abb. 26: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) am Mittelrhein, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Mainz - Ölmühle Cargill

Bei der Ölmühle Cargill im Norden von Mainz wurden 14 Rapspopulationen entlang der Rheinallee vorgefunden (Abb. 27). Das Betriebsgelände war nicht zugänglich und auch der Zugang zum Mainzer Hafen war von der Rheinallee aus nicht begehbar. Die lineare Ausdehnung der Populationen betrug zwischen 15-70 m. Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Populationen mit z.T. grünen und auch schon aufgeplatzten Schoten. Die Populationsgröße lag zwischen 6 und 100 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,6-1 m und kleineren von 0,2-0,4 m Wuchshöhe. Es handelte sich jeweils um eine ruderal Begleitflora entlang der Rheinallee mit einer Bestandeshöhe von 0,2-0,4 m und einer Bodenbedeckung von 80-100%. Am Ende der Rheinallee, dem Zugang zum

Wombacher Arm (Autobahnkreuz), veränderte sich die Begleitflora zu einem geschlossenen Gebüschsaum.

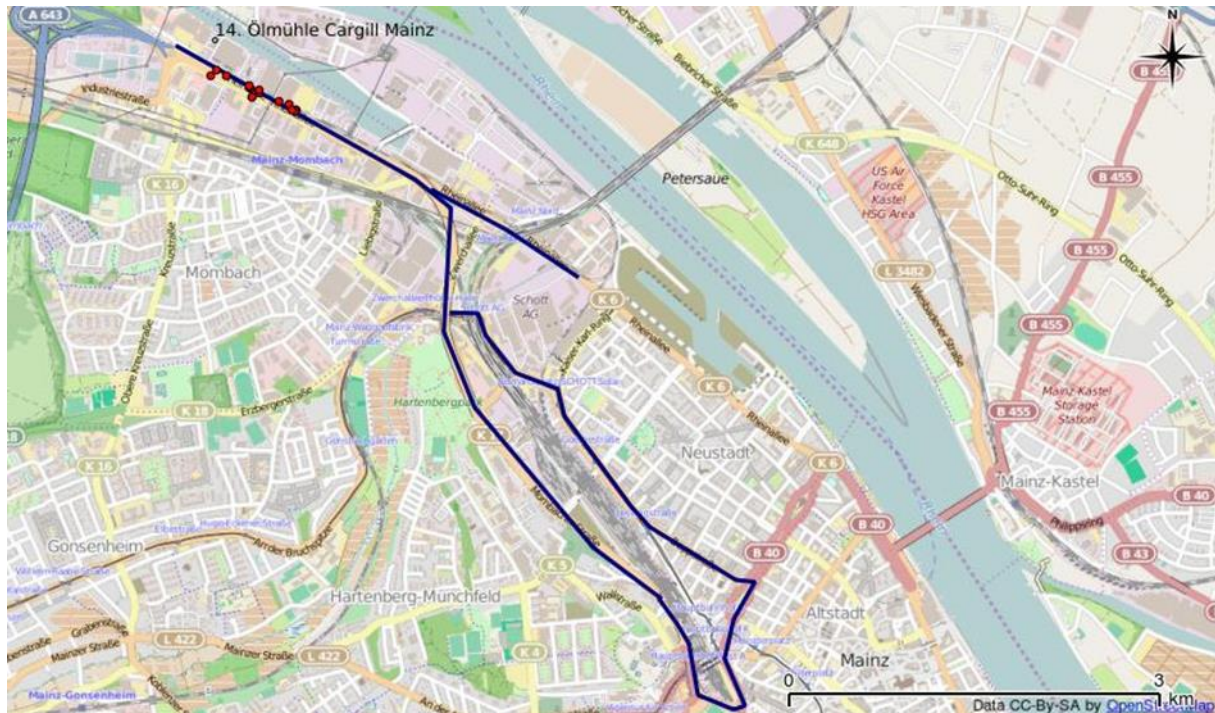


Abb. 27: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Mainz bei der Cargill GmbH (grüner Punkt), dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Wiesbaden - Kraftfutterwerk Raiffeisen

Rapspopulationen wurden in Wiesbaden vor allem neben dem RWZ-Kraftfutterwerk auf der Gehwegseite und hinter dem Betriebsgelände am Flussufer gefunden (Abb. 28). Dort legen auch die Transportschiffe an. Es wurden fünf Rapspopulationen vorgefunden. Die lineare Ausdehnung der Populationen betrug zwischen 15-70 m. Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Populationen mit z.T. grünen Schoten. Die Populationsgröße lag zwischen 1 und 50 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,8-1,4 m und kleineren von 0,4-0,6 m Wuchshöhe. Es handelte sich bei vier der Rapspopulationen um eine ruderal Begleitflora mit einer Bestandeshöhe von 0,4-0,5 m und einer Bodenbedeckung von 60-100%. Eine der Rapspopulationen befand sich am Rheinufer mit einer Gewässerrandvegetation (0,2 m Bestandshöhe, 95% Bodenbedeckung), ein weiterer Rapsfund konnte am Straßenrand der Rheingaustraße gemacht werden.

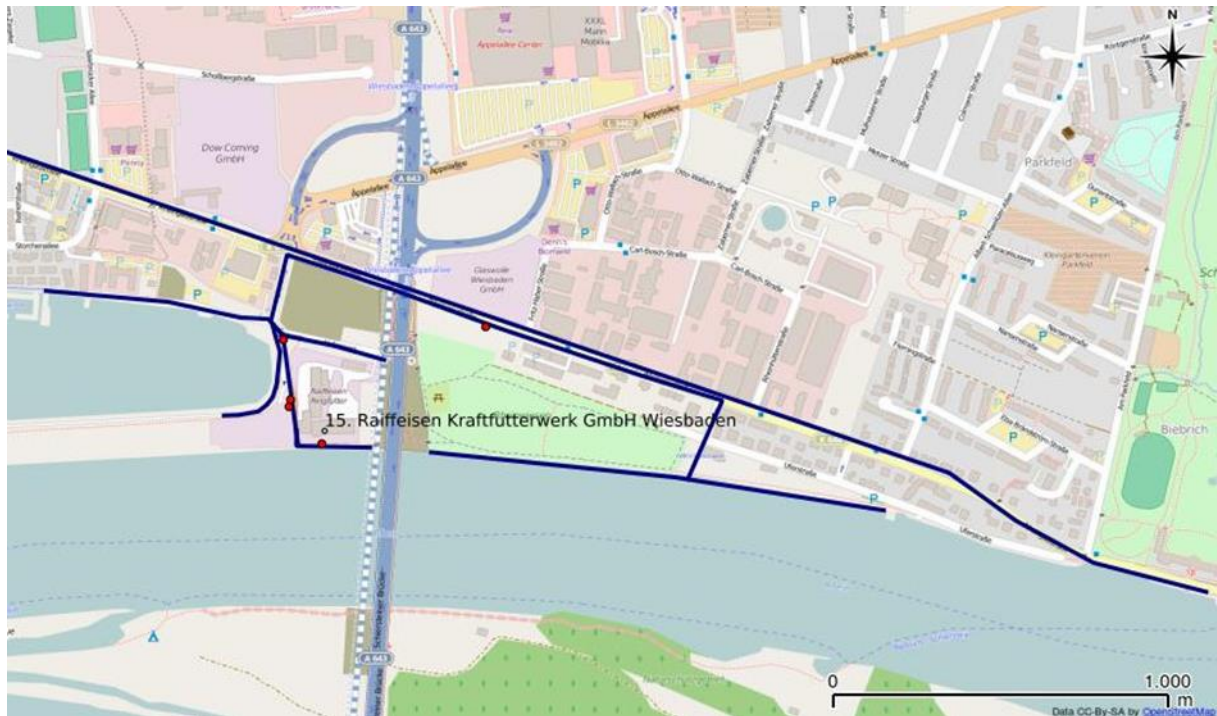


Abb. 28: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Wiesbaden bei der Raiffeisen Kraftfutterwerk GmbH, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGis 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Mainz - Ölmühle ADM

Bei der Ölmühle von ADM im Mainzer Süden wurden sechs Rapspopulationen entlang der Zugangsstraße (Dammweg) zur Ölmühle vorgefunden (Abb. 29). Das Betriebsgelände war nicht zugänglich, und auch der Zugang zum Mainzer Hafen war von ADM aus blockiert. Die lineare Ausdehnung der Populationen betrug zwischen 10-50 m. Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Populationen mit z.T. grünen und auch schon aufgeplatzten Schoten. Die Populationsgröße lag zwischen 6 und 25 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,6-1,2 m und kleineren von 0,3-0,8 m Wuchshöhe. Es lag jeweils eine Ruderalvegetation vor mit einer Bestandeshöhe von 0,2-0,6 m und einer Bodenbedeckung von 60-90%.

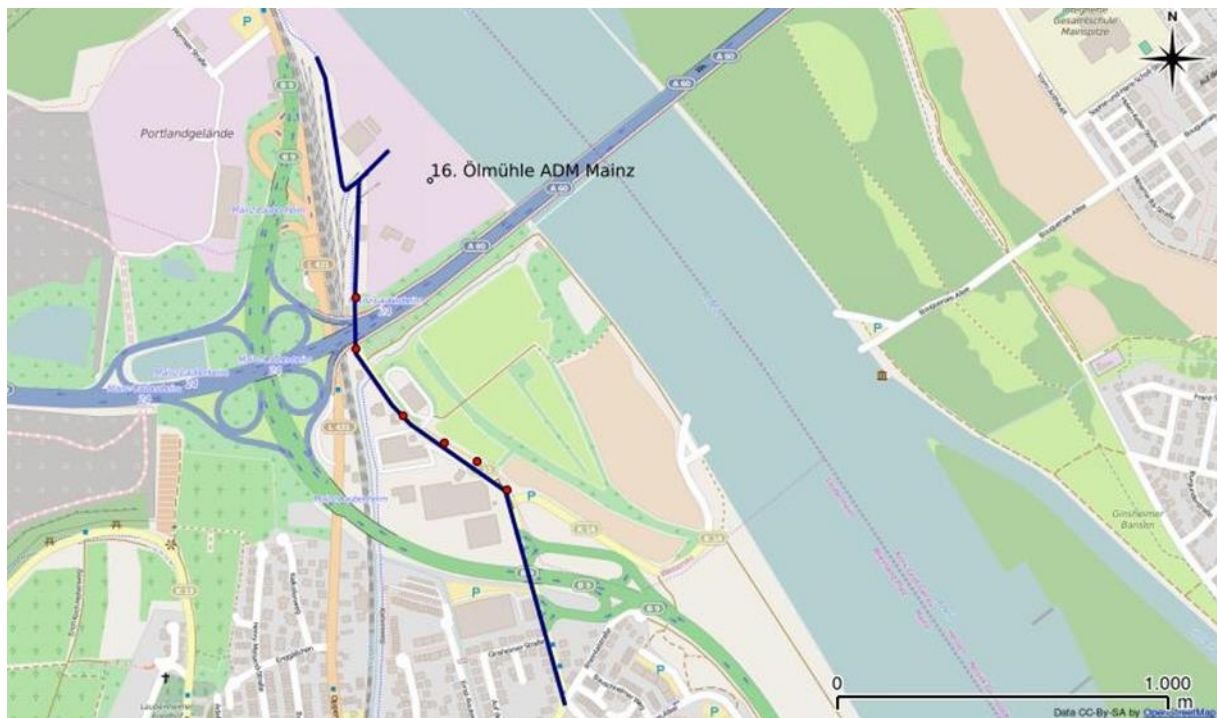


Abb.29: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Mainz bei der ADM Mainz GmbH, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.2.4 Rhein-Neckar-Raum

Der Mannheimer Zollhafen und der Heilbronner Hafen sind bedeutende Häfen im Rhein-Neckar-Gebiet. Diese Häfen sind Ausgangs- bzw. Endpunkte für Schiffstransporte zu oder von den großen deutschen, niederländischen und belgischen Seehäfen sowie den Industriezentren an Rhein und Ruhr. Am Mannheimer Hafen befindet sich die große Ölmühle von Bunge, am Heilbronner Hafen sind drei Futterkraftwerke vertreten: die Beweka und zwei weitere Kraftfutterwerke von RWK-Süd.

Standort Mannheim - Ölmühle Bunge

Die Begehung und Probennahme am Mannheimer Hafen erfolgte bei der Ölmühle Bunge am Bonadieshafen (Abb. 30). Elf Rapspopulationen wurden entlang von Bahngleisen gefunden, die um den Hafen herumführen. Es wurden teilweise sehr große Populationen mit einer Individuenzahl von bis zu 250 Exemplaren vorgefunden, aber auch kleinere mit nur 1-5 Individuen. Entsprechend wurden je nach Populationsgröße Strecken mit einer Ausdehnung von 30-200 m beprobt. Phänologisch befanden sich die Rapspopulationen noch im Blühbeginn oder auch in Vollblüte und z.T.in der Abreife. Die Begleitfloren bestanden aus einer typischen Ruderalvegetation.

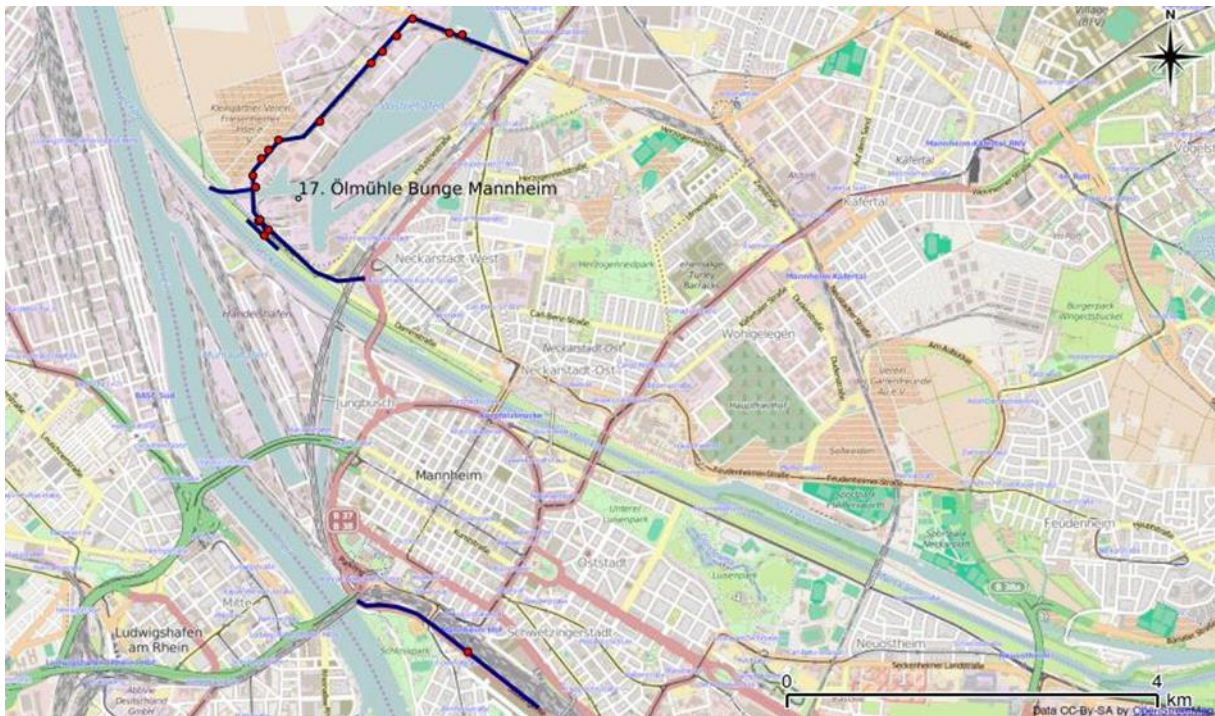


Abb. 30: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Mannheim bei der Bunge Deutschland GmbH, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Vier weitere Rapsfunde wurden nahe dem Wasserweg bzw. in der Uferböschung des Rheinhafens gemacht. Die lineare Ausdehnung der Beprobungsflächen betrug ca. 50-200 m, und die Populationsgrößen lagen zwischen 6 und 50 Exemplaren mit größeren Individuen von 1,2 m und kleineren von 0,8 m Wuchshöhe. Es kamen recht unterschiedliche Begleitfloren vor, meist handelte es sich um eine Uferböschung mit Wiesen- oder Grünlandcharakter. Nicht weit von der Kammerschleuse des Bonadieshafens konnte außerdem das Vorkommen von im Spülsaum eines vorherigen Hochwassers etablierten Ruderalrapses beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass mit dem Wasser transportierte Samen keimfähig bleiben und an anderer Stelle auflaufen können. Allerdings gab es keinen Zugang zu dieser Beprobungsstelle.

Standort Heilbronn – Kraftfutterwerke der Raiffeisen und Beweka

Am Heilbronner Hafen wurden sieben Rapspopulationen gefunden (Abb. 31). Vier davon wurden entlang der Hafenstraße bei Beweka lokalisiert. Die Rapspopulationen wiesen eine Größenordnung von 1-26 Exemplaren auf mit größeren Individuen von 0,5-0,7 m und kleineren von 0,2-0,4 m Wuchshöhe. Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Populationen mit z.T. grünen Schoten. Bei drei der Rapspopulationen lag jeweils eine Ruderalvegetation vor mit einer Bestandeshöhe von 0,2-0,7 m und einer Bodenbedeckung von 15-95%. Eine der Rapspopulationen mit 1-6 Individuen befand sich am Ufer des Neckars mit einer Gewässerrandvegetation (0,7 m Bestandshöhe, 70% Bodenbedeckung).

Zwei Rapspopulationen konnten in der Salzstraße bei Baywa in der Nähe von Gleisen des Güterverkehrs ausfindig gemacht werden, eine weitere entlang der Zufahrtsstraße zum RKW-Süd Kraftfutterwerk. Die Rapspopulationen waren in der Phänologie und der

Individuenzahl ähnlich der Rapspopulationen bei Beweka. Eine ruderale Begleitflora war ebenfalls ausgebildet.

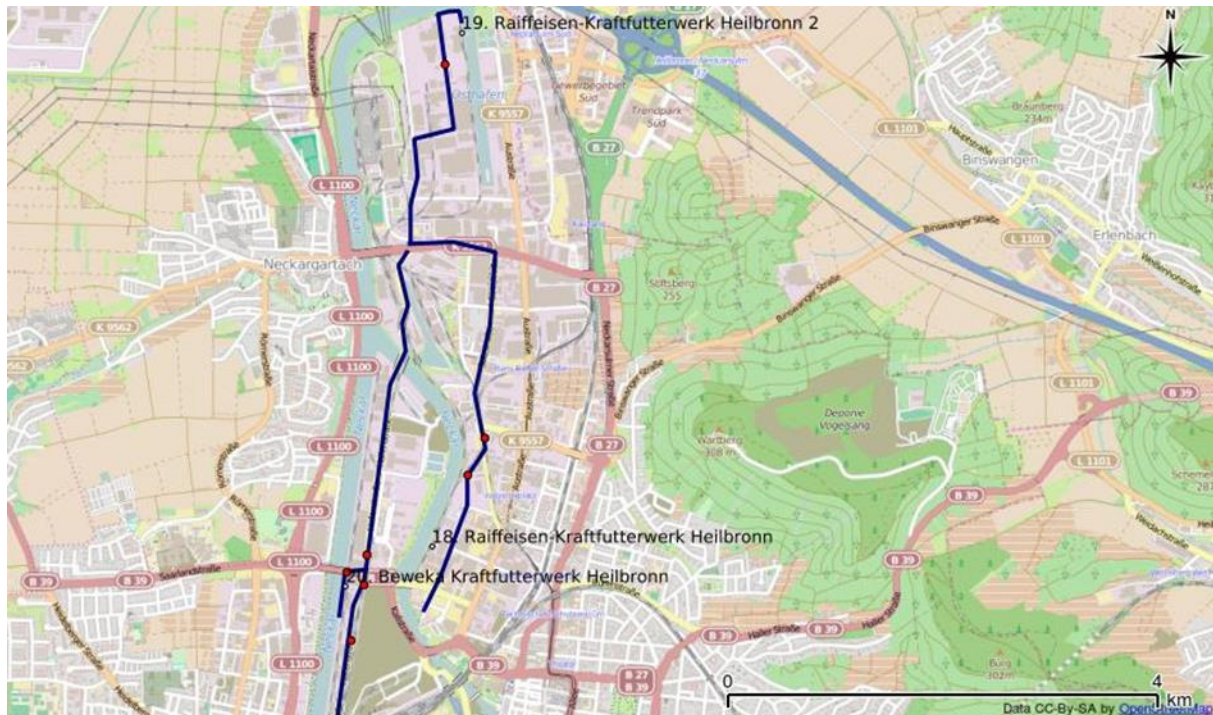


Abb. 31: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Heilbronn bei den Beweka und RWK-Süd Kraftfutterwerken, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.2.5 Hochrhein

Am Hochrhein befinden sich zwei wichtige Umschlagsplätze. Der Standort Kehl liegt an der leistungsfähigsten Wasserstraße Europas, in unmittelbarer Nachbarschaft zur französischen Metropole Straßburg und im Schnittpunkt wichtiger Verkehrswege für den internationalen Warenaustausch. Das Hafengebiet des Rheinhafens umfasst 320 ha mit drei Hafenbecken und 12 km Uferlänge, 42 km Gleisen und 16 km Straßen, und ist auch bevorzugter Industriestandort in der Region Südlicher Oberrhein (HAFENVERWALTUNG KEHL 2009). Weiter südlich, an der Schweizer Grenze, befindet sich der wichtige DB-Umschlagsbahnhof Basel/Rhein. Das Bahnareal erstreckt sich südlich des Bahnhofs Weil am Rhein und liegt im Grenzbereich des deutschen und schweizerischen Hoheitsgebiets (BADISCHE SEITEN 2014). Der Standort wurde in Erwägung gezogen, da im Baseler Hafengebiet, ca. 3 km entfernt, Erstfunde von transgenem Ruderalraps gemacht wurden.

Standort Kehl - Kraftfutterwerk Raiffeisen

Am Rheinhafen Kehl wurden während der Begehung die Ost-, West- und Hafenstraße auf Rapspopulationen abgesucht (Abb. 32). Fünf Rapsfunde konnten entlang von Bahngleisen in der Hafenstraße gemacht werden. Dort befindet sich auch das Logistikunternehmen von Raiffeisen. Neben den fünf Rapspopulationen gab es auch noch 2-3 sehr große Rapspflanzen, die vorher ausgerissen worden waren. Diese wurden aber nicht beprobt, da

sie bereits verwelkt waren. Phänologisch befanden sich die Rapspopulationen in der Vollblüte und z.T. in der Vollreife. Die Populationen hatten eine Individuenzahl von 1 bis 25 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,6-0,8 m und kleineren von 0,1-0,5 m Wuchshöhe. Die Begleitfloren bestanden aus einer typischen Ruderalvegetation.

In der Weststraße, die neben dem Rhein verläuft, befindet sich das RWZ Kraftfutterwerk. Es wurden drei Rapspopulationen entlang von Gleisen gefunden, und zwei weitere in direkter Nähe zum Kraftfutterwerk. Die lineare Ausdehnung der Populationen betrug jeweils 60 m. Es handelte sich um ausgewachsene, blühende Populationen mit z.T. grünen Schoten. Die Populationsgröße lag zwischen 1 und 25 Exemplaren, mit größeren Individuen von 0,35 m und kleineren von 0,1 m Wuchshöhe. Es handelte sich um eine ruderal Begleitflora mit einer Bestandeshöhe von 0,1-0,2 m und einer Bodenbedeckung von 15-30%.

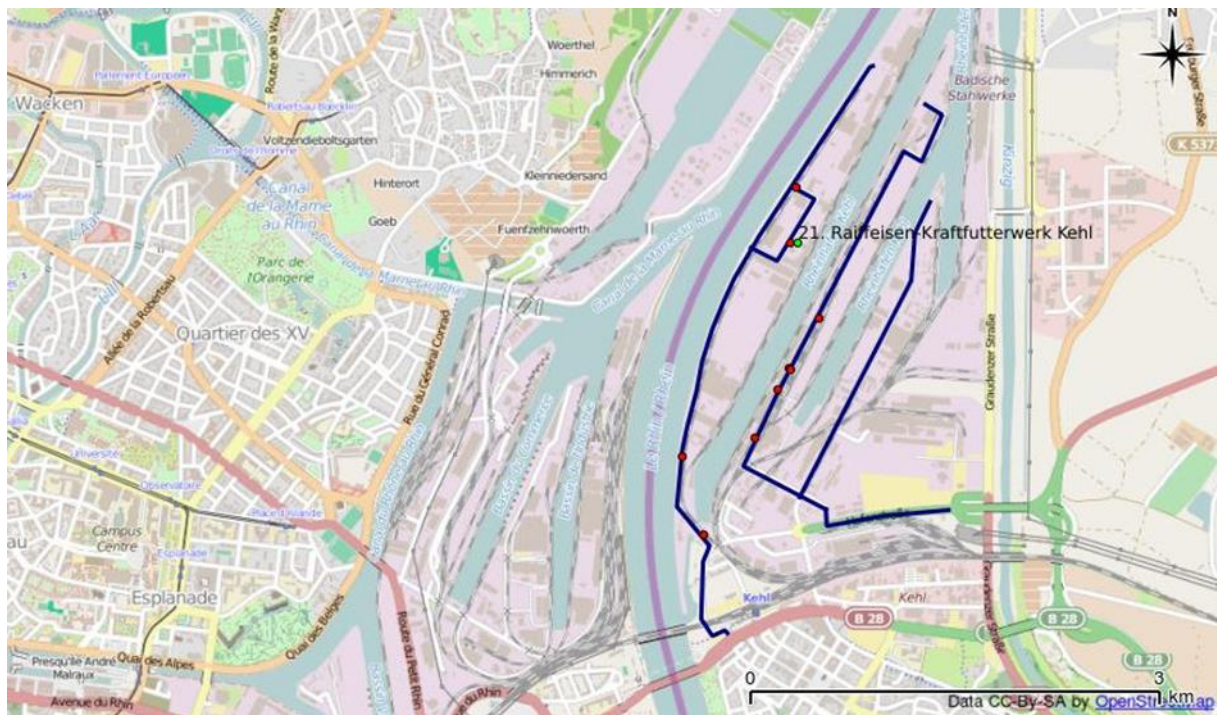


Abb. 32: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) in Kehl bei der Raiffeisen Kraftfutterwerk GmbH, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGis 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Standort Weil am Rhein am Umschlagsbahnhof

Die Beprobung des Umschlagbahnhofs verlief unter der Aufsicht eines Sicherheitsbeauftragten des Wach- und Sicherheitsdienstes Eisenmann GmbH. Mehrere Gleise wurden abgegangen und auf Rapspopulationen abgesucht (Abb. 33). Auf dem Gelände wurden jedoch keine Rapspflanzen gefunden. Stattdessen wurde eine andere Brassicaceen-Art, nämlich Senf (*Sinapis arvensis*), in die Probenahme mit aufgenommen. Der Senf hatte eine Wuchshöhe von 1,4 m und wuchs inmitten einer sehr artenreichen Ruderalvegetation. Außerhalb des Bahnhofsgeländes wurde ein Rapsfund bei Rhenus Logistics am Rhein gemacht. Die Beprobungsstrecke entlang einer Straße umfasste 5 m mit einer Populationsgröße von 6-25 Exemplaren. Die Individuen hatten eine Wuchshöhe von 0,1-0,2 m und wiesen neben Vollblüten schon Abreifungsmerkmale auf. Es handelte sich um

eine ruderale Begleitflora mit einer Bestandeshöhe von 0,5 m und einer Bodenbedeckung von 60%.

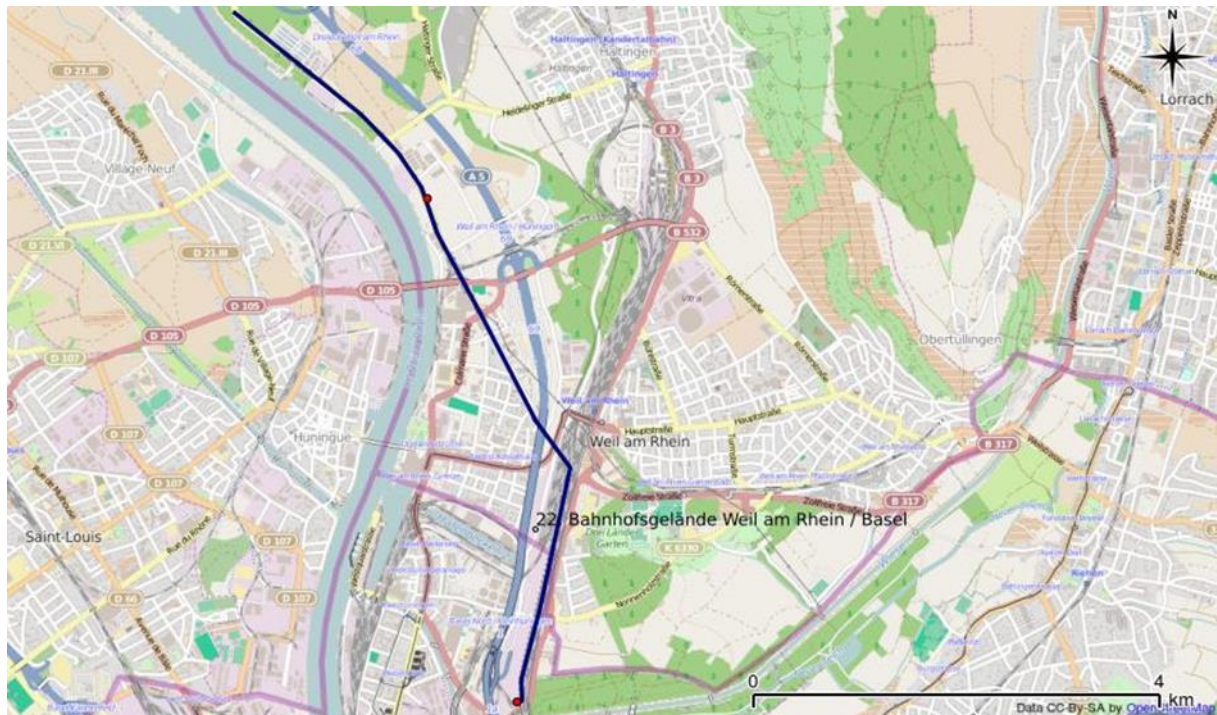


Abb. 33: Beprobungsstandorte (rote Punkte) inklusive Begehungsspur (Track in dunkelblau) am Umschlagsbahnhof Weil am Rhein, dargestellt mit dem Straßen-, Schienen- und Wasserverkehrsnetz. Erstellt in QGis 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

4.3 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Populationsgrößen der ersten Kartierung beschrieben sowie die Ergebnisse aus den Schnelltests und PCR-Analysen präsentiert. Anschließend folgt eine zweite Kartierung samt Beprobung, die nach einem positiven Fund zusätzlich durchgeführt wurde.

Histogramm der Populationsgrößen

Aus der Häufigkeitsverteilung der Rapspopulationsgrößen aller Standorte (Abb. 34) zeichnet sich folgendes Bild ab: Am häufigsten kamen Rapspopulationen in der Größenordnung von 6-25 Individuen vor. Diese machten ca. 50 % aus. 20% der Ruderalrapspopulationen bestanden aus 26-50 Individuen. Am dritthäufigsten wurden Rapspopulationen mit 1-5 Pflanzen mit einer Häufigkeit von 10% vorgefunden. Sehr große Populationen waren nur selten vertreten. Rapspopulationsgrößen von mehr als 500 Individuen wurden nicht gefunden.

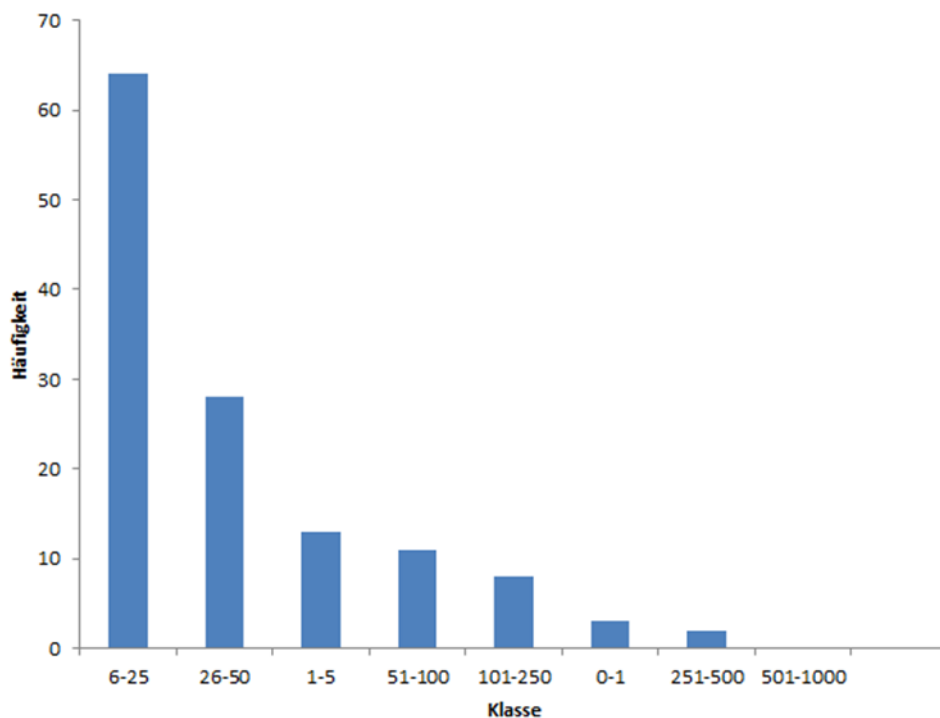


Abb. 34: Häufigkeit der vorgefundenen Rapspopulationsgrößen von allen Standorten.

Der Vergleich der Beprobungsregionen ergab, dass in allen Gebieten Populationsgrößen von 6-25 Individuen am häufigsten waren. Die größte Population wurde bei Sels am Neusser Hafen gefunden. Populationsgrößen von 101-250 Rapspflanzen wurden nur im Rheinland und am Rhein-Neckar-Raum gefunden. Darüber hinaus zeigten diese Beprobungsregionen die meisten unterschiedlichen Populationsgrößen an Rapspflanzen. Einzelne Rapspflanzen wurden in allen Regionen außer an der Lippe gefunden.

Schnelltests und PCR

Die RUR und LL-Schnelltests funktionierten bei allen Proben einwandfrei, denn bei jeder Probe war die obere Kontrolllinie gut zu erkennen. Von den überprüften 136 Proben erwies sich nur eine Probe als eindeutig positiv (Probe Nr. 75). Die entsprechende Probe sprach auf den RUR-Test (blauer Teststreifen, siehe Abb. 35) an. Da es sich bei der Probe um eine Mischprobe handelte, wurden alle zehn Blätter erneut getestet, um feststellen zu können, wie viele Pflanzen dieser Mischprobe transgen waren. Der wiederholte Test schlug nur bei einem Blatt an. Die rötliche Färbung des Positivbalkens konnte somit das Vorliegen einer Glyphosatoleranz bei einer von zehn getesteten Pflanzen andeuten, was in einer Nachuntersuchung dieser Probe mittels PCR überprüft wurde. Diese Untersuchung wurde in der LUBW und der LTZ Augustenberg nach der Methode LAG (2006) durchgeführt.

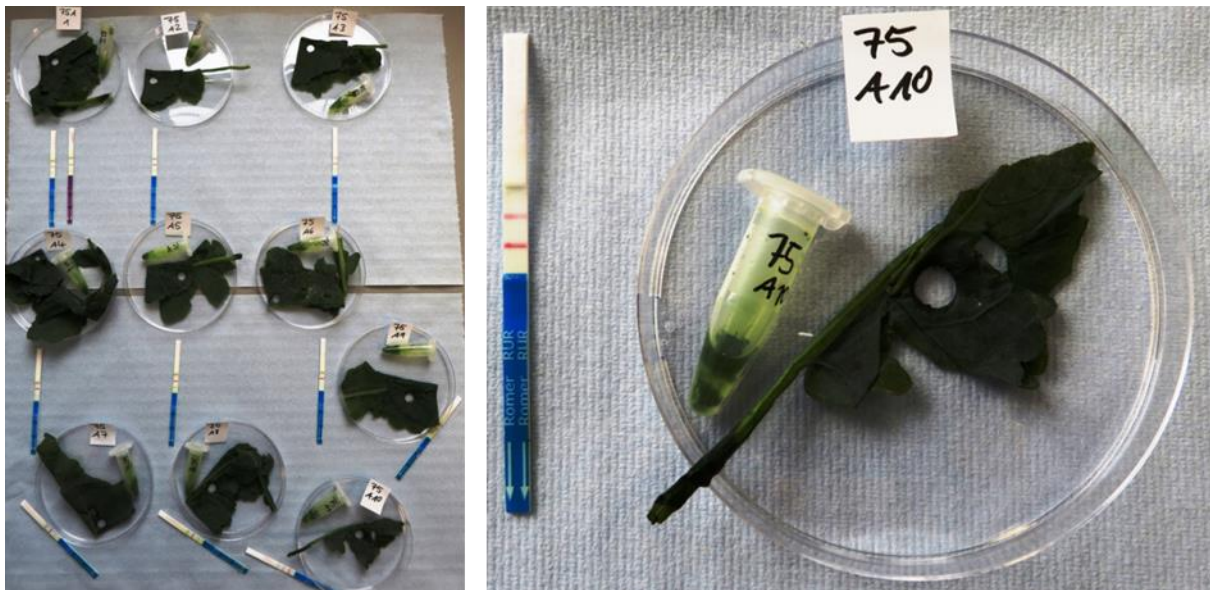


Abb. 35: RUR-Einzelblatt-Tests (A1-A10) der Probe 75A (links). RUR-positiv getestetes Blatt 75A10 (rechts).

Des Weiteren konnte bei den Proben 132 und 133 eine nicht eindeutige rötliche Färbung des LL-Teststreifens (lila Teststreifen) beobachtet werden (Abb. 36). Eine erneute Testung kam zu demselben Ergebnis. Da hier eine Glufosinattoleranz gegeben sein konnte, wurden diese zwei Proben ebenfalls an die LUBW und die LTZ zur PCR-Kontrolle überstellt.

Die Pflanze der Probe Nr. 75 wurde an Bahngleisen bei den vorderen Hafenbecken von Neuss gefunden (nahe der Hammer Landstraße). Der Verdacht einer gentechnisch bedingten Herbizidtoleranz wurde durch die PCR-Analysen zweier unabhängiger Labore (LUBW und LTZ) bestätigt. Es konnte eine Doppelbande bei 494kb, dieselbe wie bei der mitgelaufenen Positivkontrolle, nachgewiesen werden (Abb. 37). Bei den Proben 132 und 133 hingegen konnte eine Glufosinattoleranz durch die PCR-Kontrolle nicht nachgewiesen werden.

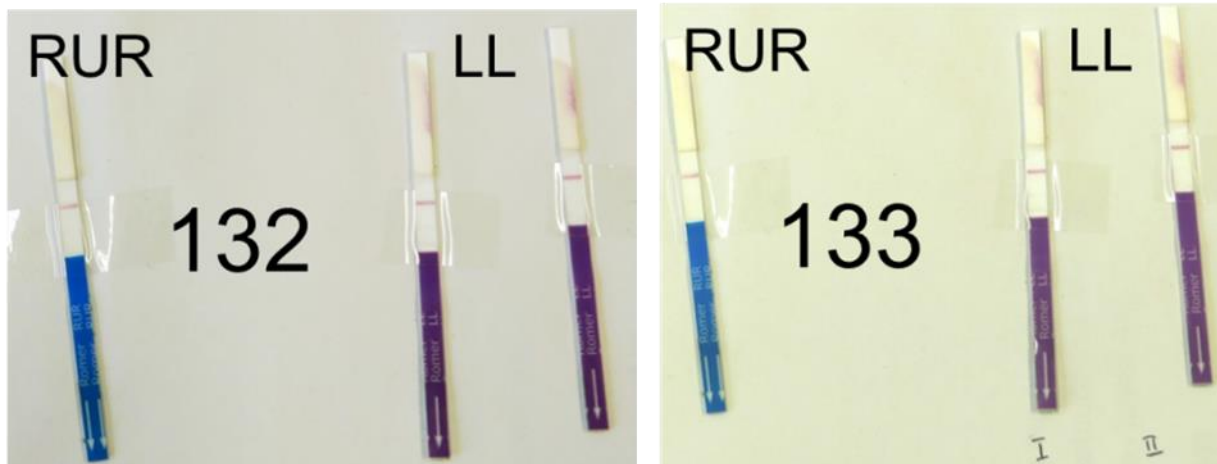


Abb. 36: RUR (linkes Teststäbchen) und LL-Tests (rechte Teststäbchen) der Mischproben 132 und 133. Da der LL-Teststreifen beim ersten Test undeutlich war, wurde mit einem zweiten Teststäbchen die Probe erneut überprüft.

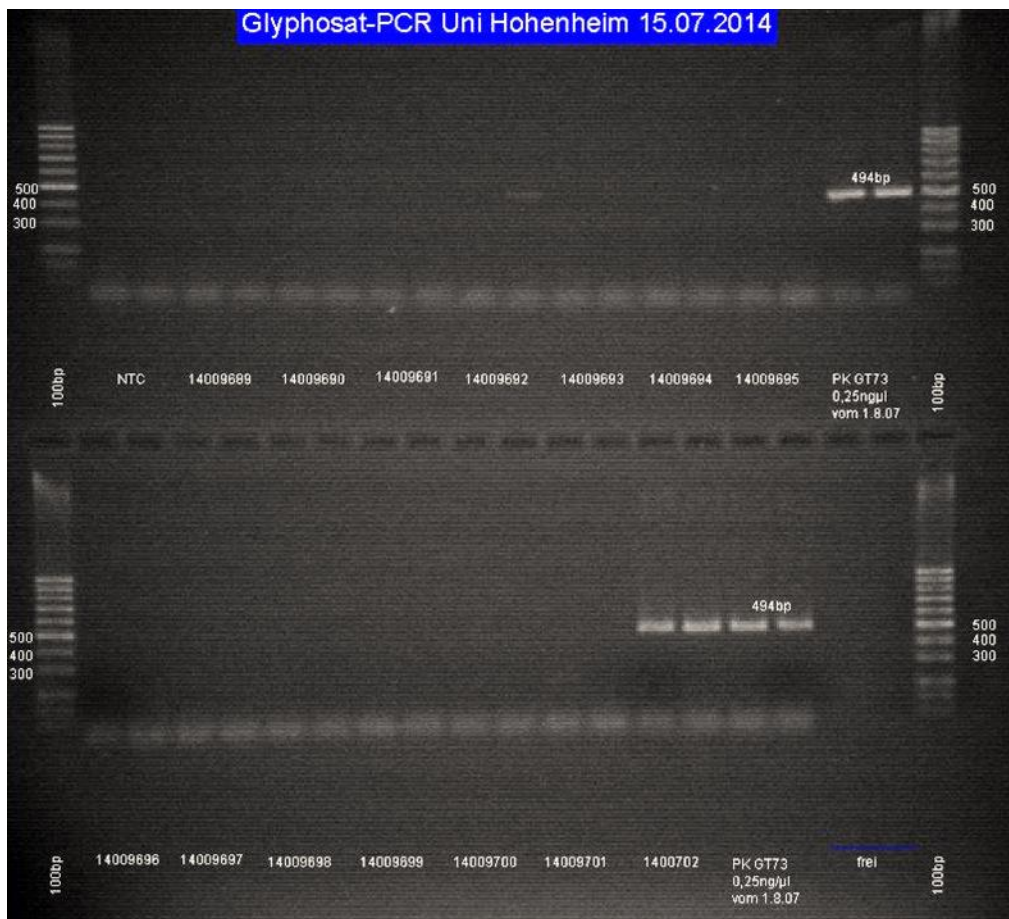


Abb. 37: Positiver Glyphosat-Nachweis der Probe 75A_10. Die Legende zeigt die korrespondierenden Probennummern der in der PCR mitgelaufenen Proben.

Zweite Begehung und Beprobung

Infolge des Fundes eines transgenen Ruderalrapses (GT73 Event) im Neusser Hafen wurde eine erneute Probennahme Ende Juli 2014 durchgeführt. Abb. 38 zeigt die bei der Zweitbegehung beprobten Standorte.

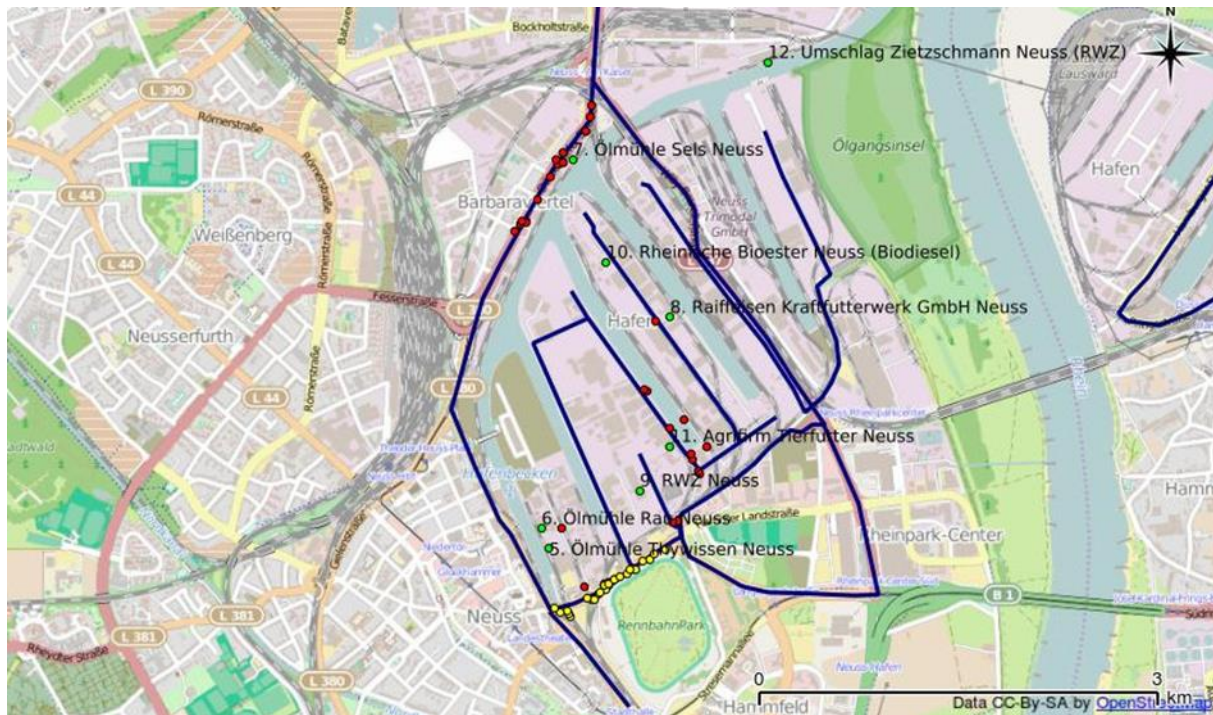


Abb. 38: Erste (rote Punkte) und zweite Probennahme (gelbe Punkte) im Neusser Hafenbecken. Erstellt in QGIS 2.2.0 mit Openstreetmaps als Kartengrundlage.

Es wurden sowohl Blatt- als auch Samenproben von *B. napus* gesammelt. Die Ruderalrapsfunde wurden photographisch festgehalten und die neuen Standorte floristisch kartiert. Es wurde versucht, den vorherigen Fundort des transgenen Ruderalrapses nochmals zu beproben. Allerdings waren zu jenem Beprobungszeitpunkt alle Pflanzen vorher beseitigt worden. Daher konnte keine weitere Probe entnommen werden.

Bei der Kartierung sowie Probennahme entlang der Hammer Landstraße fanden sich sowohl recht junge und auch ältere, z.T. beschädigte Rapspflanzen im vegetativen Stadium mit bereits abgereiften Schoten. Die am häufigsten vorkommenden Rapspopulationen wiesen eine Größenordnung von 6-25 Exemplaren auf. Es gab nur einige wenige größere Populationen sowie einzelne Rapspflanzen. Der Vegetationstyp entsprach im Wesentlichen demjenigen der ersten Begehung.

Mit den Blattproben wurde verfahren wie bei der ersten Probenanalyse (siehe 3.2.5). Die Samenproben hingegen wurden getrocknet aufbewahrt. Um die Samen auf eventuelle Herbizidresistenzen zu testen, wurde wie folgt vorgegangen: Da nur wenig Probenmaterial vorhanden war, musste die Analyse nach dem Einzelkornbestimmungsverfahren für ein Maiskorn (ROMER LABS 2012 a und b) durchgeführt werden. Entsprechend dem Tausendkorn- bzw. Einzelkorngewicht von Raps wurden Rapssamen mit einem Mindestgewicht von 0,24 g pro Probe verwendet. Des Weiteren wurden separate

Samenproben als Rückstellproben eingewogen und in Eppendorfgefäßen aufbewahrt. Die Samen zur Analyse wurden anschließend gemörsert, in runde Eppendorfgefäße eingewogen und mit 750 µl Aqua dest. aufgefüllt. Die Proben wurden 3-5 min stehen gelassen und zwischendurch homogenisiert. Die so entstandene Lösung wurde wie zuvor mit beiden Teststreifen für RUR und LL getestet (siehe 3.2.5). Es wurden insgesamt 20 Rapsblattproben, 8 Rapssamenproben und 2 Senfblattproben, die während der zweiten Beprobung gesammelt worden waren, auf die Herbizidtoleranzen RUR und LL mit dem GVO-Schnelltest überprüft. Alle Proben waren ohne positiven Befund.

5 Erfahrungen und weitergehende Empfehlungen für das Monitoring

Im folgenden Kapitel werden die Erfahrungen, die während der Pilotstudie gemacht wurden in Empfehlungen zusammengefasst. Weiterhin werden Empfehlungen zur Überarbeitung der VDI Richtlinie 4330 (Blatt 10 und Blatt 5) dargelegt.

5.1 Standortlokalisierung und floristische Kartierung

Die Umschlagsgebiete für Raps wie Häfen und Bahngleise liegen zumeist in Industriegebieten, und oft sind Teile davon nur begrenzt bzw. gar nicht zugänglich. Betretungserlaubnisse sollten daher rechtzeitig vor der Probennahme eingeholt werden. Unter Umständen ist auch mit zusätzlichen Kosten zu rechnen, da z.B. bei der Betretung von Bahngeländen für einen Sicherheitsdienst aufgekommen werden muss.

Eine strikte Zoneneinteilung von Beprobungsstandorten, wie sie in VDI-Richtlinie 4330 vorgesehen ist, ist nicht immer praktikabel und sinnvoll. Das Vorkommen von Rapspopulationen ist räumlich sehr variabel und kann nicht zu a priori definierten Zonen zugeordnet werden. Es ist daher notwendig, die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und auch der einzelnen Rapspopulationen vor Ort festzulegen. Dennoch ist es sinnvoll, nach der Voraberkundung der Hauptumschlagsplätze für Rapssaat einen Umkreis von jeweils 1 km in eine mitgeführte Karte einzuzeichnen. Innerhalb dieses Umkreises sollten dann Straßen, Flussarme und Bahngleise auf Rapspopulationen abgesucht werden.

Es empfiehlt sich, bei der Lokalisierung der Rapspopulationen (Begehung) ein GPS-Gerät mitzuführen, um so den Track der bei der Probennahme abgegangenen Strecke aufzunehmen. Georeferenzierte Fotos sollten sowohl von den Beprobungsstellen als auch von der Umgebung gemacht werden. Dadurch wird es leichter, den Fundort bei einer etwaigen zweiten Begehung wiederzufinden.

Es sollte aufgrund der frühen Blütezeit des Rapses im April mit der Begehung begonnen werden, in Frühjahren nach einem milden Winter auch schon früher. Im Jahr 2014 blühte der Raps schon im März. Zeitliche und räumliche Unterschiede im Blühverhalten des Rapses sollten bei der Ablaufplanung des Monitorings berücksichtigt werden.

Da Ruderalraps mitunter ein langes Blühfenster hat und neue Populationen auch noch nach der ersten Blühphase blühen können, bietet es sich an, eine zweite Kartierung durchzuführen. Bei einer häufigeren Begehung und Probennahme (z.B. 3 bis 4-mal pro Saison) können Veränderungen der Populationsgröße und der Vitalität der Bestände erfasst werden. So führten beispielsweise SCHULZE et al. (2014) an den Standorten St. Johann und Baseler Hafen eine siebenmalige Beprobung durch. Die größte Anzahl an Proben hatten sie im April und Mai gesammelt und zu diesem Zeitpunkt auch die größten Populationen verzeichnet. Während im Baseler Hafen Anfang Juli noch große Mengen an Rapspflanzen gefunden worden waren, waren in St. Johann nur noch wenige Pflanzen auffindbar. Gründe hierfür können das manuelle Entfernen von Pflanzen oder der Einsatz von Herbiziden sein.

Im Sommer bzw. nach der Abreife und dem Absterben der Rapspflanzen können in der Regel keine Proben genommen werden. Erst nach dem Wiederauflaufen von Jungpflanzen im Spätsommer und Herbst können weitere Probennahmen erfolgen.

Je nach zur Verfügung stehender Zeit empfiehlt es sich bei mehreren Probennahmen pro Saison, gezielt Standorte auszuwählen, an denen die Ausbreitung des Rapses groß war. In jedem Fall muss ein Standort, an dem GV-Raps gefunden wurde, in derselben Saison nochmals beprobt werden.

Als ein wenig problematisch sind die unterschiedlichen Vegetationsstadien des Rapses vor allem im Zuge einer erneuten Beprobung anzusehen. Für die GVO-Schnelltests sollten, wenn möglich, nur vollentwickelte gesunde Blätter verwendet werden. Dies ist im Hochsommer nicht immer möglich, da die Blätter dann seneszent werden und die neu aufgelaufenen Rapspflanzen nur wenig Blattmaterial entwickelt haben. Es bietet sich aber in solchen Fällen an, statt der Blätter abgereifte Rapssamen zu sammeln.

5.2 Probennahme und Analyse.

Es empfiehlt sich, schon vor Ort mit einem Eppendorf-Gefäß Blattproben auszusteichen. Die Probe kann dann sogar gleich vor Ort mit dem GVO-Schnelltest auf Herbizidresistenzen getestet werden, da zur Testdurchführung nur Wasser und ein Spatel zum Zerkleinern benötigt werden. Alternativ kann das Blattmaterial zunächst gekühlt in dem Eppendorf-Gefäß aufbewahrt und anschließend bei -20 °C eingefroren werden. Das Material braucht vor der Analyse nicht gesäubert werden, da das Testergebnis durch evtl. anhaftende Stäube nicht beeinträchtigt wird. Frisches Blattmaterial ist gefrorenem sowohl beim GVO-Schnelltest als auch bei der PCR-Analyse vorzuziehen. Ganze eingefrorene Blätter können schnell brechen und aufgetaute Blätter sind schwieriger auszustanzen.

5.3 Kartenerstellung und Datenhaltung

Standorte lassen sich in der Regel gut mit Hilfe von Internet-Plattformen wie GoogleEarth® vorselektieren. Dies ermöglicht es, nicht nur die Standorte, sondern auch den zu untersuchenden Radius festzulegen. Zur späteren Visualisierung der georeferenzierten Fotos und Tracks eignet sich z.B. das Freeware Programm Geosetter. Die Koordinaten der Beprobungsstandorte können mit diesem Programm auch in eine KMZ-Datei für GoogleEarth® umgewandelt werden. Die so gewonnenen KMZ-Daten können in GoogleEarth in KML-Dateien umgewandelt und so z.B. direkt in QGIS geladen und dort verwendet werden. Für die Freeware QGIS stehen im Netz gut erklärte „Tutorials“ zur Verfügung.

Der Aufnahme- bzw. Kartierbogen soll für die Probennahme so gestaltet werden, dass langfristige Erhebungen auf den gleichen Flächen erfolgen können (Langzeitmonitoring). Dies soll zudem eine gute Grundlage für die Datenhaltung in einer geeigneten Datenbank (DB) bilden. Daher sollten die Daten bestimmten Qualitätsstandards genügen (vgl. DBF-Bericht von RÖMBKE et al. 2014). Es sollte dabei auch der Vergleich von Flächen und mehrjährigen Daten möglich sein. Folglich sollte ein Konzept für ein praktikables Datenbank-Modell durch die Fachbehörden entwickelt werden. Es sollten geographische Informationssysteme verwendet werden, die konform mit ArcGIS sind, damit die wichtigen Informationen in einer Geo-Database hinterlegt werden können.

Für ein Ruderalraps-Langzeitmonitoring sind folgende Angaben unerlässlich:

- Koordinaten der Fundstelle
- Populationsgröße
- Beprobungsfläche
- Anzahl der beprobten Individuen
- Vorkommen anderer Brassicaceen-Arten
- Vorkommen von Rapsfeldern nahe des Fundes

Ergänzend sind die Beschreibung der Verkehrswege, das Blühstadium, und die Vitalität der Rapspflanzen interessant. Auch der Vegetationstyp ist ein wichtiges Kriterium, da es sich bei den Ruderalraps-Standorten nicht automatisch um ruderalisierte Flächen, sondern mitunter um naturschutzrelevante Biotoptypen handeln kann.

5.4 Warenströme und Maßnahmen zu Ladeverlusten

Die Warenströme, Liefer- und Verbreitungsketten von Rapssamen und den enthaltenen GV-Anteilen müssen insgesamt transparenter gemacht werden, damit das erprobte Monitoring unter den nationalen Bedingungen zum Import und Verarbeitung transgenen Rapses zielgerichtet durchgeführt werden kann. Nur bei Vorliegen von detaillierten Informationen zu den Verarbeitungsstätten (zentrale Ölmühlen) kann eine im Aufwand angemessene Beprobung sinnvoll gestaltet werden. Von besonderem Interesse sind Informationen darüber, welche Betriebe Direktimporte aus GV-Anbauländern beziehen und wohin EU-Sekundärimporte (vgl. Kapitel 2.1) geliefert werden. Da die Rückmeldungen in Bezug auf den Fragenkatalog und auch auf telefonische Nachfragen bei den großen Ölmühlen gering waren, müssten ggf. die Behörden detailliertere Informationen über die Rapslieferungen einfordern. Auch Kraftfutterwerke, die unverarbeitete Rapssamen in ihren Futtermischungen verwenden, müssten Informationen zur Nutzung der aus Kanada und Australien importierten Ware bereitstellen. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, wenn Informationen zu den angewendeten Containment- und Managementstrategien, sowie die Erfahrungen die mit ihnen gemacht werden, zur Verfügung gestellt werden.

5.5 Vorschläge zur Anpassung der VDI-Richtlinie und Aufwand des Monitorings

1. Die Richtlinie schlägt eine Zoneneinteilung von mindestens 10 Zonen in einem Abstand von je 100m um die Verarbeitungs-, Lager-, Umschlag- und Verbrauchsstätten von GV-Pflanzen vor.
Anstelle einer strikten Zoneneinteilung ist es sinnvoller, im Rahmen einer vorab erfolgten Fernerkundung mittels GoogleEarth oder anderen Anwendungen einen Radius von 1 km um Hauptumschlagsplätze und Ölmühlen einzugrenzen. Innerhalb dieses definierten Umkreises sollten dann Straßen, Flussarme und Bahngleise auf Rapspopulationen abgesucht und die Probennahmestandorte vor Ort festgelegt werden. Aufgrund der räumlichen Variabilität der Ruderalrapspopulationen ist eine a priori in Zonen definierte Zuordnung schwer realisierbar. Außerdem kann die

Beurteilung der Zugänglichkeit von Beprobungsstandorten nur vor Ort erfolgen. Dagegen ist eine Erweiterung des Untersuchungsgebiets der Hauptzufahrts- und -abfahrtswege der Verbrauchsstätten auf 2 km und auf 3 km von der Verladestelle in Fließrichtung des Gewässers durchaus sinnvoll. Es wird auch empfohlen, beim Monitoring ein GPS-Gerät mitzuführen, um von der abgegangenen Strecke einen Track aufzuzeichnen.

2. Der vorgeschlagene Kartierbogen in der VDI-RL sieht eine genaue Ortserfassung des GVP-Fundes, die Anzahl der Individuen, den Vegetationstyp und die vorhandenen Taxa (Kreuzungspartner von Raps) vor.

Die Informationsanforderungen der VDI-RL an den Kartierbogen lassen sich in für das Monitoring unbedingt zwingend nötige Informationen und in darüber hinaus durchaus wertvolle, aber nicht zwingende erforderliche Informationen einteilen.

Demnach wird ein modularer Aufbau des Kartierbogens in zwei Teile vorgeschlagen (s. Anhang A2) mit einer Mindestanforderung und einem optionalen Teil. Der obligate Teil beinhaltet Angaben zu den Populationsgrößen, der Phänologie, der Nähe der Fundorte zu Rapsfeldern, der Größe der Individuen, dem Vorkommen anderer Brassicaceen-Arten und des Vegetationstyps. Dagegen umfasst der optionale Teil die Beschreibung der an einem Standort gefundenen Leitarten des vorgefundenen Vegetationstyps. Als Unterstützung für die Bestimmung wurde ein vereinfachter Vegetationsbestimmungsschlüssel erstellt sowie ein Brassicaceen-Bestimmungsschlüssel.

In der Richtlinie wird davon ausgegangen, dass die Kartierung von einer erfahrenen VegetationskundlerIn durchgeführt wird. Das gilt insbesondere für die Brassicaceen-Bestimmung, die trotz Bestimmungshilfe anspruchsvoll ist. Daher scheint es ratsam, mit der Bestimmung und Kartierung der mit Raps hybridisierbaren Brassicaceen bis zur entsprechenden Nachuntersuchung zu warten. Dies sollte erst erfolgen, falls nach einem ersten Monitoring eine oder mehrere transgene Pflanzen gefunden wurden. Sämtliche Funde von Ruderalraps sind photographisch festzuhalten.

3. Bezüglich der Zahl der zu beprobenden Rapspflanzen sieht die VDI-RL die Entnahme von Einzelpflanzen aber auch von Sammelproben aus mehreren Individuen vor.

Für das Monitoring von GV-Ruderalraps bieten sich beide Ansätze der Beprobung an. Im Gegensatz zur VDI-RL ist es zu befürworten, die entnommenen Einzel- oder auch Sammelblattproben bereits im Gelände mit einem Schnelltest zu testen. Je nach Anzahl der zu testenden Proben ist aber eine spätere Testdurchführung sinnvoller. Die im beschrifteten Eppendorfgefäß gesammelten Proben müssen gekühlt und anschließend eingefroren werden.

4. Die VDI-RL empfiehlt die Kartierung zum Zeitpunkt der Hauptblütezeit.

Es wird demgegenüber vorgeschlagen, mehrfach im Jahr zu Kartieren und Proben zu nehmen, da Ruderalraps ein langes Blühfenster hat und neue Populationen auch noch nach der ersten Blühphase blühen können. Die bevorzugten Zeiten sind aber das Frühjahr und der Spätsommer (vgl. SCHULZE et al, 2014). Blattprobennahmen im Hochsommer sind nicht möglich, da die meisten Rapspflanzen abgestorben sind oder sich im seneszenten Zustand befinden. Alternativ bietet sich an, Rapssamen zu sammeln und nach dem Sommer aufgegangene Jungpflanzen zu beprobieren. Solche sind aber nicht immer leicht auszumachen, da sie in der unteren Krautschicht aufgehen.

Kosten und Zeitaufwand des Monitorings

Zur Durchführung eines Monitorings ist mit folgendem Zeitaufwand und Materialkosten zu rechnen:

Tab. 2: Auflistung der benötigten Arbeitskraftstunden und Materialkosten des Monitorings.

Arbeitskraftstunden	Monitoringschritte
Bis zu 4-5 h	An- und Abfahrt, je nach Entfernung
10-30 min	Lokalisieren von Standorten, Ablaufen und Absuchen auf Ruderalraps, pro Standort
5-10 min	Vorbereitung der Probennahme
15 min pro Standort	Standortkartierung (1 Person mit botanischen Kenntnissen, 2 Bögen werden ausgefüllt)
10 min pro Standort	Probennahme (inklusive Probe ausstechen - mehrmalig), Protokollierung und Aufbewahrung
20 min	Labor: Prüfung der Proben, Probenanalyse pro Blatt- oder Samenprobe
30-40 min pro Standort	Berichterstellung, Datenübertragung
2 Tage = ca.16h	Σ pro Untersuchungsgebiet mit mehreren Standorten
Materialien	
Schnelltests	50 Teststreifen für je ein Set von RUR und LL: ca. €200
PCR-Analyse	pro Fund ohne Validierung: : ca. €73 (negativer Fund)

Raumbezug des Monitorings von Ruderalraps

Im hier vorgestellten Monitoringkonzept wird ein Hotspot-Ansatz vorgeschlagen, der in der Erprobungsphase des Projektes Anwendung fand und sich zum Monitoring der zur Verarbeitung genutzten Rapssaat gut eignete. Die Ausweitung der Untersuchungen auf regionale und überregionale Programme mit Flächen-repräsentativen Stichproben (z.B. im Rahmen der High Nature Value Farmland- oder Grünland-Indikatoren) erscheint erst dann sinnvoll, wenn das Vorkommen transgener Ruderalrapspflanzen an mehreren Stellen dokumentiert wurde. Da bislang lediglich eine transgene Pflanze (im Neusser Hafen) gefunden wurde, ist es momentan nicht sinnvoll, flächenhafte Untersuchungen auf das Gesamtgebiet der Bundesrepublik auszudehnen. In jedem Fall sollten aber jährlich durch die Bundesländer koordinierte Hotspot-Untersuchungen vor allem im Bereich der großen, Raps importierenden Ölmühlen durchgeführt werden.

In den Nachbarländern Österreich und den Niederlanden wird die allgemeine Ausbreitung von Ruderalraps in der Landschaft untersucht, obwohl dort noch kein transgener Raps gefunden worden ist. In der Schweiz, einem Land, in dem die Problematik seit dem Fund transgener Rapspflanzen zur Realität geworden ist, werden gegenwärtig Strategien für das GV-Monitoring entwickelt, die bereits einen flächenhaften Ansatz enthalten (BAFU, schriftliche Mitteilung). Konkret ist dabei folgendes vorgesehen:

- ein Monitoring entlang von Bahngleisen. Dabei werden zufällig über das ganze Land verteilt, 30 x 1 km Gleis-Abschnitte pro Jahr auf Raps untersucht. Bezogen auf die Länge des deutschen Eisenbahnschienennetzes (ca. 42 000 km), welches 8,6-mal größer als die Schweiz (ca. 4900 km) ist, müssten in der Bundesrepublik entsprechend 258 Gleisabschnitte untersucht werden.
- ein Monitoring von Hotspots. Hier sollen Umschlagplätze von Saaten, Cargo-Plätze der Bahn, Getreidemühlen, Universitäten (als Nutzer gentechnisch veränderter Pflanzen) und Vogelfutterstellen inspiziert werden.

Ferner ist in der Schweiz ein Monitoring entlang von Straßen in Entwicklung. Der Schweizerische Ansatz soll eine statistisch repräsentative Abdeckung aller Naturräume ermöglichen. In einem großen Land wie Deutschland wären sehr viele Probennahmestandorte notwendig, um alle Naturräume abzudecken.

Übertragbarkeit des Monitoringkonzepts auf andere Kulturpflanzen

Das erstellte Monitoringkonzept für Ruderalraps lässt sich prinzipiell auch auf andere Ölsaaten wie Leinsaat, Senfsaat und Sojabohnen übertragen. Nachfolgend werden diese drei Ölsaaten angesprochen, da sie wie Raps Verwendung in der Lebensmittel- und Tierfutterindustrie finden und prinzipiell ähnliche Transportwege anzunehmen sind.

Sojabohne

In Europa werden nicht genug Futtermittel für Nutztiere erzeugt. Es werden zu wenige eiweißreiche Futterpflanzen angebaut und daher fehlt es vor allem an eiweißreichen Futtermitteln. Um den Bedarf an Soja als Tierfutter zu decken, werden jährlich 35 Millionen Tonnen Sojarohstoffe vorwiegend aus Nord- und Südamerika in die EU importiert. In vielen Sojaexportländern wie den USA, Argentinien, Paraguay und auch in Brasilien hat sich der GV-Sojabohnenanbau zwischenzeitlich durchgesetzt. Nicht transgene Sojabohnen werden

zwar mittlerweile auch in Europa angebaut und auch die Sojaflächen haben in den letzten Jahren zugenommen, dennoch wären, um die Sojaimporte vollständig zu ersetzen, allein in Deutschland zusätzlich 2,0 - 2,5 Millionen Hektar Ackerfläche erforderlich. Deutschland baute im Jahre 2014 etwa 10.000 Hektar an. Daher enthält zugekauftes Mischfutter meist GV-Sojabohnen (TRANSGEN 2015b). Laut einer Pressemitteilung des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. kann GV-Freiheit im Legehennenfutter der deutschen Eierwirtschaft nicht mehr gewährleistet werden (ZDG 2014). Dies geht auf GV-kontaminierte Sojaimporte aus Brasilien zurück.

Aufgrund der großen Importmengen aus dem außereuropäischen Ausland kämen auch in diesem Fall die Rheinschiene und die dort ansässigen Ölmühlen und Kraftfutterwerke und deren Umgebung als potentielle „stepping stones“ der Ausbreitung von GV-Ruderalsoja in Frage. Viele Ölmühlen wie Bunge, ADM und Cargill verwerten neben Raps auch Sojabohnen.

Da die importierten Sojabohnen ein feucht-warmes Klima benötigen und nicht kälteresistent sind, ist die Überlebenswahrscheinlichkeit von Ruderalsoja trotz eventueller Auskeimung eher gering. Laut FLORAWEB gibt es keine synanthropen Vorkommen von *Glycine max* L. in Deutschland. Bei Soja findet vorwiegend Selbstbefruchtung statt, da die Pollen meist bei geschlossenen Blüten ausgeschüttet werden. Daher ist eine Kreuzung zwischen Kultur- und Wildarten selten. Es gibt Studien aus Japan (FUJITA et al. 1997), die das Ausmaß der Fremdbestäubungen von Wildsojabohnen (*G. soja*) untersucht haben. Sie fanden Auskreuzungsraten von 9-19% bei vier Populationen und konnten auch häufige Besuche von Bestäubungsinsekten wie Holz- und Honigbienen beobachten. YOSHIMURA (2011) studierte insbesondere die Pollenverbreitung von Sojabohnen im Feld und in einem Windtunnel. Es zeigte sich, dass sich nur wenig Flugpollen im und um das Sojabohnenfeld herum ausbreitete und dass die Ausbreitung auf einen kleinen Bereich begrenzt war. Sie folgerten, dass windvermittelte Blütenbestäubung vernachlässigbar sei. Allerdings gibt es in Mitteleuropa keine Wildsojabohnen oder Sojabohnenverwandte Arten, mit denen eine Auskreuzung stattfinden könnte. Daher wäre eine Mitkartierung von Glycine-Vorkommen wenig sinnvoll. Es sollte aber im Falle eines Sojamonitorings protokolliert werden, ob Sojabohnen in der Nähe angebaut werden, da die Sojabohnen in der natürlichen Samenbank des Bodens den Winter überstehen und dann eventuell mit GV-freien Sojabohnen hybridisieren könnten. Des Weiteren neigt die Sojabohne nicht zur Verunkrautung. Sie ist in natürlichen Habitaten nicht-invasiv (Beispiel Anbau in Kanada) und verfügt über keine ausgeprägte Konkurrenz gegenüber den Getreidearten (CFIA 2015).

Leinsaat

Leinsaat findet vor allem in der Lebensmittelbranche Verwendung aufgrund des hohen Nährwerts und ihres hohen Anteils an Ballaststoffen und Öl. Die wichtigsten Produzenten sind Russland, China, Kasachstan und Argentinien. Belgien ist in der EU der Hauptimporteur von Leinsaat mit einem Anteil von 58%, Deutschland importierte 2013 17% (CBI, 2014 a). GV-Lein ist nur in Kanada, Kolumbien und den USA, nicht aber in der EU zugelassen (TRANSGEN 2014a). Die größten Leinsaatzulieferer waren in 2013 Russland mit 32% und Kanada mit 21%. Bei kanadischer Importleinsaat wurde 2009 nicht zugelassene GV-Leinsaat entdeckt. Seitdem fielen die Leinsaatexporte des Landes in die EU von 41% auf 21%.

Deutschland stellt mit 41% die größte Importdestination der EU an Leinsaat dar (CBI, 2014a), was auf die große Backwaren- und Süßwarenindustrie zurückgeht.

Leinsaat wird nur in wenigen zentralen Ölmühlen verarbeitet, z.B. von Thywissen. Das aus Leinsaat gewonnene Öl wird zur Herstellung von Farben und Lacken sowie Linoleum verwendet und auch in der Kosmetik- und Pharmaindustrie verarbeitet.

Das Konzept für ein Ruderalleinmonitoring müsste hier entsprechend angepasst werden, da die Backwaren- und Süßwarenindustrie die Leinsamen direkt verwenden und daher die Ware gleich am Umschlagplatz des Hafens für den Weitertransport per Bahn oder LKW zu Silos oder den Händlern vorbereitet wird. Neben den Umschlagplätzen müssten die Transportwege genauer auf Ladeverluste untersucht werden. Lein, *Linum usitatissimum* L., ist zwar eine Kulturart, aber Kreuzungen mit den Wildarten *L. perenne* und *L. catharticum* sind möglich wenn auch unwahrscheinlich, da bei Lein vorwiegend Selbstbefruchtung stattfindet. Fremdbefruchtung durch Insekten beträgt 5% und Windbestäubung kommt aufgrund des recht schweren und klebrigen Pollens nicht zustande (FERA 2010). Genaustausch zwischen Leinpflanzen wurde von JHALA & HALL (2010) untersucht. Die Genaustauschrate betrug nur 1,85% bei einem Abstand von 0,1 m und nahm bei einer Distanz von 1 m auf 0,9% ab. Natürliche Auskreuzungen in einem Rahmen von 0-5% wurden von DILLMANN (1938) berichtet.

Letztendlich stellen Auskreuzungen damit eine geringe Gefahrenquelle dar, dennoch sind Kontaminationen mit GV-Leinsaat möglich. *L. perenne* ist in Deutschland gefährdet und existiert nur in der kollinen Höhenstufe und dort hauptsächlich auf Trockenrasen. *L. catharticum* ist als teilweise gefährdet eingestuft und kommt als Pionierpflanze auf kalkreichen Böden vor. Das schließt eine Hybridisierung mit *L. perenne* weitgehend aus, und auch die Wahrscheinlichkeit einer Auskreuzung in *L. catharticum* ist als eher gering einzuschätzen.

Senfsaat

2011 wurden weltweit etwa 588.900 Tonnen Senfkörner geerntet. Wichtige Anbauländer sind Nepal, Kanada, die Ukraine und Russland. Europas Senfsaatversorgung wird mit 16.000 t von der Ukraine dominiert. Deutschland ist der Hauptexporteur mit einem Anteil von 46% der EU-Senfexporte. Frankreich produziert viele verschiedene Senfsorten (*Brassica juncea*, *B. carinata*, *Sinapis alba*) und importiert daher wenig Senf aus anderen Ländern. Dagegen wurden in 2013 31% der EU-Importe nach Deutschland eingeführt. Die Niederlande agierten wie auch bei Raps als bedeutender Handelsknotenpunkt (CBI 2014b).

Es gibt keine Zulassungen für gentechnisch veränderten Senf in der EU, aber Belgien, USA, Kanada, Indien und Australien führen Freilandversuche mit GV-Senf durch (TRANSGEN 2014b). Vorerst ist mit einer kommerziellen Nutzung von GV-Senf nicht zu rechnen. Daher ist hier ein Monitoringkonzept bis auf weiteres nicht notwendig. Dennoch bietet sich dieses Monitoring für zukünftige Zwecke an, insbesondere da die Senfsaaten als Brassicaceen-Arten mit Raps verwandt sind und es hier Auskreuzungen geben kann. Senfkörner werden jedoch eher von dezentralen Ölmühlen zu Senf verarbeitet. Da es viele kleinere dezentrale Mühlen in Deutschland gibt, wird es schwer, den Transportstrom der Senfsaat zu verfolgen. Das Senföl kann wie Rapsöl zur Herstellung von industriell genutzten Ölen (Schmier- und Motorenöle, Grundstoff für Linoleum, Reinigungsmittel und Kunststoffe) und Kraftstoffen

genutzt werden. Des Weiteren müsste der Warentransport aus der Ukraine und Russland mitbedacht werden.

6 Leitfaden des Monitoringkonzepts

Im folgenden Dokument wird ein Leitfaden zum Monitoring von gentechnisch verändertem Ruderalraps (GV-Ruderalraps) vorgestellt, der sich an der VDI Richtlinie 4330 (Blatt 5 und Blatt 10) orientiert.

Das Verfahren gliedert sich auf in eine Vorplanung, in welcher Warenströme und Hotspots möglicher Vorkommen von GV-Ruderalraps erfasst werden und in praktische Arbeiten, die den Nachweis solcher ermöglichen. Abbildung 41 gibt einen Überblick über die Arbeitsschritte der Planung des Monitorings (Vorarbeiten) und über die Geländearbeiten bzw. die Dokumentation (Monitoring).

Der Leitfaden sieht folgenden konkreten Ablauf vor: in den ersten beiden Arbeitsschritten müssen die Warenströme erfasst und die Umschlagpunkte sowie die direkten Nutzer der importierenden Rapssaat lokalisiert werden. Idealerweise sollten hier Informationen von behördlicher Seite (z. B. Zollämter und Landesämter) sowie der Rapssaaten importierenden Betriebe zu den Mengen der zur Verarbeitung zugelassenen GV-Rapssaat bereitgestellt werden. Nur so kann ein zielgerichtetes und im Aufwand angemessenes Monitoring an bestimmten Hotspots erfolgen.

Nachdem lokalisiert worden ist, an welchen Standorten die importierte Rapssaat genutzt wird, sollten diese mit Hilfe von Geodatenbanken zu Verkehrswegen und Produktionsstätten erfasst werden. Das Einholen von Genehmigungen (Betretungserlaubnisse) sollte schon zu diesem Zeitpunkt erfolgen. Nach dem die Basisinformationen zusammengestellt worden sind, wird in einem dritten Arbeitsschritt in Absprache mit dem jeweiligen Auftraggeber (Landesämter, Bundesbehörden) ein Beprobungsplan erstellt.

Nachfolgend werden die einzelnen Arbeitsschritte im Detail erläutert:

1. Erfassen der Warenströme

Im Vorfeld müssen zunächst die möglichen Ausbreitungswege von GV-Raps bei Import und Verarbeitung eingeschätzt werden. Dazu müssen die Haupttransportrouten von Raps aufgeklärt werden, um die Hauptumschlagpunkte der Rapsverarbeitung lokalisieren zu können. Ein wichtiger Ansatzpunkt ist dabei, die jährlichen öffentlichen Statistiken zu Rapsimporten aus GV-Anbauländern zu sichten, um so auch Sekundärimporte von z.B. aus Kanada stammenden Raps aus anderen EU-Ländern erfassen zu können. Von besonderem Interesse sind Informationen darüber, welche Betriebe Direktimporte von Raps aus GV-Anbauländern beziehen und wohin EU-Sekundärimporte geliefert werden. Daten zum Rapsimport können bei den Datenbanken EUROSTAT und FAOSTAT abgefragt werden. Weitere interessante Quellen zu Daten der Rapsverarbeitenden Industrie finden sich bei FEDIOL, OVID und UFOP. Es ist wünschenswert, detaillierte Informationen von behördlicher Seite und den Importeuren zu erhalten. Solche Informationen sind in der Regel öffentlich nicht zugänglich, für ein zielgerichtetes Monitoring aber unerlässlich.

1. Warenströme erfassen

Sichtung der jährlichen Öffentlichen Statistiken (EUROSTAT, FEDIOL) zu Rapsimporten aus GV-Anbauländern in die EU und Deutschland

0,4 Mio Tonnen aus Australien in die Überseehäfen Deutschlands

2 Mio Tonnen aus nicht EU-Ländern nach Belgien und NL

0,3 Mio Tonnen aus Kanada (vorwiegend nach Frankreich)

Probleme: keine Angaben zu GV-Anteilen, Sekundärimporten (Gemeinschaftsware) und den Importeuren



2. Lokalisierung der Warenumschriftspunkte und Nutzer der importierten Rapssaat

Kartierung und Aufbau von GIS und Datenbanken

(Google Earth, Geodaten zu Verkehrswegen, Produktionsstätten)

Hotspots von Import-raps: Hafengebiete mit Ölmühlen, Biodieselanlagen und Kraftfutterwerken

Genehmigungen zum Betreten von Hafen- und Gleisanlagen einholen

Probleme: Ohne behördliche Anordnung können Firmengelände in der Regel nicht betreten werden



3. Beprobungsplan erstellen

Feinplanung und Zeitplanung

(Google Earth, Zeitplan und Reihenfolge gemäß Phänologie)

Kartierungsunterlagen und Aufnahmebögen vorbereiten

Vorauswahl von Probenahmeflächen, Untersuchungsgebiete abgrenzen

Beprobung sollte im Frühjahr zur Hauptblütezeit erfolgen. Blühenster von Raps in etwa 1 Monat.

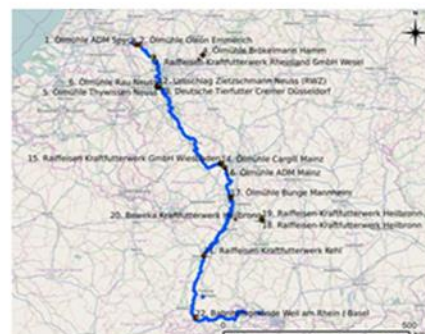
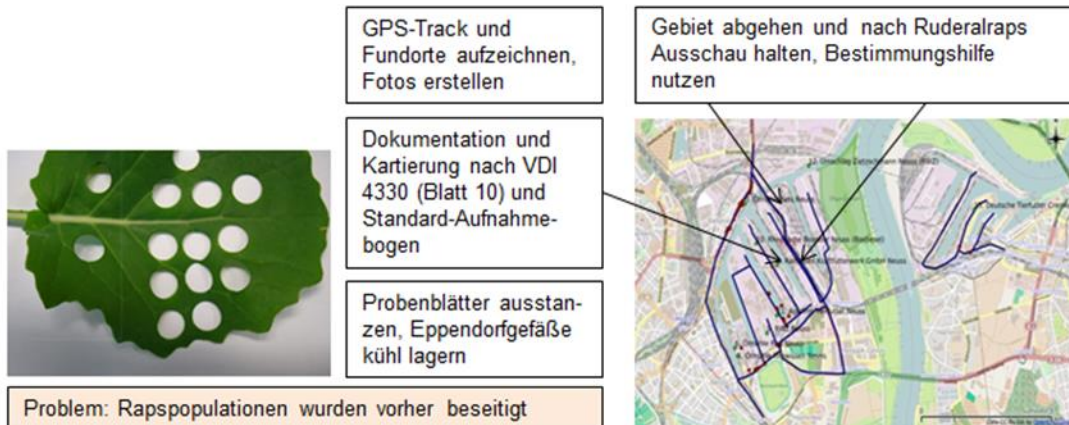


Abb.39: Leitfaden zum Monitoring von GV-Ruderalraps: Vorarbeiten

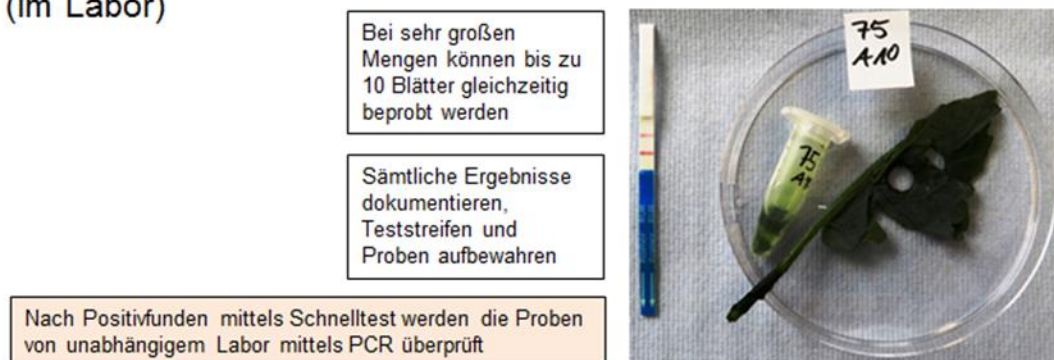
4. Probennahme im Untersuchungsgebiet

Ruderalrapsscreening



5. Überprüfung, ob transgene Eigenschaften vorliegen

Schnelltests und bei Positivfund PCR (im Labor)



6. Bericht erstellen

Dokumentation

Abb. 39 (Fortsetzung): Leitfaden zum Monitoring von GV-Ruderalraps: Monitoring

2. Lokalisierung der Warenumschlagspunkte und Nutzer der importierten Rapssaat

Die Hauptumschlagspunkte der Rapssaat sind meist Häfen, Bahnhöfe (auch stillgelegte Gleise), Verbindungsstraßen zur Autobahn sowie die Zu- und Abfahrtswege zu den zentralen und dezentralen Ölmühlen, den Kraftfuttermittelwerken und Biodiesel-Produktionsanlagen sowie Ruderalflächen in deren näheren Umgebung. Insbesondere befinden sich zentrale Ölmühlen sowie Kraftfuttermittelwerke oft im Einzugsgebiet des Schiffsverkehrs mit Anbindung an den Schienenverkehr. Daher müssen vorrangig die Transportwege zum Wasser sowie zu den Hauptverbindungsstraßen (z.B. zur Ölmühle) in Betracht gezogen werden. Weiterhin sollte bei der Durchführung des Rapsmonitorings ein größerer Umkreis um Ölmühlen sowie Flächen in der Umgebung von Verarbeitungs-, Lager-, Umschlag- oder Verbrauchsstätten einschließlich der Zu- und Abfahrtswege berücksichtigt werden.

3. Beprobungsplan erstellen

Nach der Positionsbestimmung der Warenumschlagspunkte der importierten Rapssaat müssen nachfolgend die Verkehrswege und Produktionsstätten geographisch (z. B. mit Hilfe von Geodatenbanken) erfasst werden. Die entsprechenden Standorte werden zunächst per Recherche und/oder anhand von Luft- und Satellitenbildern ausfindig gemacht und entsprechend der Begehrbarkeit der Standorte genau überprüft. Zur Vorselektierung der Beprobungsstandorte eignen sich Plattformen wie GoogleEarth®, die auch zur Eingrenzung des benötigten Untersuchungsradius genutzt werden können.

Bei der Erstellung des Beprobungsplans müssen zeitliche und räumliche Unterschiede im Blühverhalten des Rapses bei der Ablaufplanung des Monitorings berücksichtigt werden. Daher sollte aufgrund der frühen Blütezeit des Rapses im April mit der Begehung begonnen werden, in Frühjahr nach einem milden Winter auch schon früher. Weiterhin ist zu beachten, dass Ruderalraps mitunter ein langes Blühfenster hat und neue Populationen auch nach der ersten Blühphase noch blühen können. Infolgedessen sollte ein zweiter Monitoringdurchlauf in der Planung mitbedacht werden.

Im Anschluss der Ablaufplanung müssen die benötigten Materialien für die Geländearbeiten zusammengestellt werden. Benötigt werden eine GPS-Kamera zur Fotodokumentation der Rapsvorkommen, ein GPS zur Trackaufnahme, Kartierunterlagen, Aufnahmebögen zur floristischen Kartierung, Probensammelgefäße (Eppendorfgefäße sowie Plastikbeutel mit Verschluss), Handschuhe, Schnelltests (Round Up Ready und Liberty Link mit einem Spatel zur Blattzerkleinerung sowie Wasser), Referenzliteratur (ROTHMALER 2011; SCHUBERT et al., 2001) und Kühlutensilien für den Transport der Proben.

Für die anschließende Kartierung steht ein Aufnahmebogen zur Verfügung. Dieser floristische Kartierbogen ist modular aufgebaut. Er besteht aus zwei Teilen: einem obligaten (Teil A) und einem optionalen Teil (Teil B). Der obligate Teil beinhaltet die Angaben zu den Populationsgrößen, der Phänologie, der Nähe der Fundorte zu Rapsfeldern, der Größe der Individuen, dem Vorkommen anderer Brassicaceen-Arten und dem Vegetationstyp. Dagegen umfasst der optionale Teil die Beschreibung der an einem Standort gefundenen Leitarten des vorgefundenen Vegetationstyps. Der fakultative Teil B wird nicht ausgefüllt, wenn es sich um ein orientierendes Monitoring handelt und das Fachwissen für eine eindeutige Bestimmung der Leitarten fehlt. Der obligate Teil A ist für eine Datenerfassung von Ruderalraps unabdingbar.

Weiterhin steht ein vereinfachter Brassicaceen-Bestimmungsschlüssel zur Verfügung, um die Unterscheidung zwischen *Brassica napus* und anderer Brassicaceen als mögliche Kreuzungspartner zu erleichtern. Der Bestimmungsschlüssel enthält wichtige Bestimmungsmerkmale sowie jeweils ein exemplarisches Foto der Art. Um ein Verwechseln von Raps mit anderen Brassicaceen schon im Vorfeld zu vermeiden, wird empfohlen, diesen während der obligaten Kartierung (Kartierbogen A) mitzuführen. Dagegen sollte erst nach einem positiven transgenen Rapsfund die Bestimmung und Kartierung der mit Raps hybridisierbaren Brassicaceen erfolgen. Sollte nach einem positiven GV-Rapsfund eine zweite Begehung erfolgen, ist der Bestimmungsschlüssel unabdingbar, um andere Kreuzungspartner zu identifizieren und diese beproben zu können. Die Kreuzungspartner sollten zur Sicherheit von einer ExpertIn bestimmt werden. Daneben liegt ein vereinfachter Vegetationsbestimmungsschlüssel vor, der Hinweise auf den vorherrschenden Vegetationstyp in ruralen Gebieten geben kann. Weitere Hinweise zur Vegetationstypbestimmung sind bei SCHUBERT et al. (2001) aufgeführt. Als eine sinnvolle weitere Ergänzung kommt auch der Smartphone-QR-Code von floraweb.de in Frage. Über diesen sind Daten zu den Pflanzenarten und deren Verbreitung etc. direkt im Gelände abrufbar.

Zu beachten ist auch, dass viele dieser Flächen nur begrenzt zugänglich sind. Betretungserlaubnisse müssen daher rechtzeitig vor der Probennahme eingeholt werden, die eventuell mit zusätzlichen Kosten (z. B. die Beauftragung eines privaten Sicherheitsdiensts) verbunden sind.

4. Probennahme im Untersuchungsgebiet

Das Monitoring von Ruderalraps erfolgt als Hotspot-Monitoring, d.h. dass bei der Kartierung und der Probennahme die Aufmerksamkeit besonders auf das vermehrte Vorkommen und die Etablierung von Ruderalraps gerichtet wird. Diesbezüglich werden möglichst viele Proben bei großem Vorkommen gesammelt, aber auch Individuen werden in das Monitoring aufgenommen.

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes sowie der einzelnen Rapspopulationen wird vor Ort festgelegt. Das Vorkommen von Rapspopulationen ist räumlich sehr variabel und lässt sich nicht in a priori definierte Zonen einordnen. Zuerst wird eine Voraberkundung der Hauptumschlagsplätze für Rapssaat in einen Umkreis von jeweils 1 km z. B. mit Hilfe von GoogleEarth® durchgeführt. Das so eingegrenzte Untersuchungsgebiet sollte dann in eine mitgeführte Karte eingezeichnet werden. Bei jeder Beprobung wird ein Raum von bis zu 1 km Entfernung (Ost-West und Nord-Süd) vom Standort auf Ruderalrapspflanzen abgesucht. Innerhalb dieses Umkreises werden dann speziell Straßen, Flussarme und Bahngleise angesteuert und so Beprobungsstandorte vor Ort ausgewählt. Bei Umschlagsplätzen wie z. B. den Übersee- und Binnenhäfen ist außerdem eine Erweiterung des Untersuchungsgebiets der Hauptzufahrts- und -abfahrtswege der Verbrauchsstätten bis zu 3 km von der Verladestelle in Fließrichtung des Gewässers anzuraten. Die Rapsfunde werden an dem jeweiligen Standort in kleinere, abgegrenzte Bestände unterteilt. Dabei werden die Größe der Beprobungsfläche sowie natürliche Abgrenzungen wie Straßenkreuzungen oder Verkehrsinseln notiert. Weitere wichtige Angaben sind: Beschreibung des Fundortes, Georeferenzierung, Zustand der Pflanzen, Anzahl der Pflanzen in der vorgefundenen Population, Zahl der beprobten Pflanzen, Probennummer und Sammeldatum.

Bei einer häufigeren Kartierung und Probennahme, z.B. 3- bis 4-mal pro Saison, können Veränderungen z.B. bei der Populationsgröße und der Vitalität der Bestände mitkartiert werden. Blattprobennahmen im Hochsommer Juli-August sollten möglichst vermieden werden, da die meisten Rapspflanzen abgestorben sind oder sich im seneszenten Zustand befinden. Alternativ bietet es sich an, Rapssamen zu sammeln.

5. Überprüfung transgener Eigenschaften

Nach der floristischen Ansprache der Standorte werden von jeder Rapspopulation auf Individuenebene Blattproben entnommen, die anschließend mit GVO Schnelltests für Raps auf das Vorliegen von Herbizidresistenzen überprüft werden. Außerdem können auch Kreuzungspartner gesammelt werden. Es werden möglichst pro Rapspopulation mindestens 10 Blätter von 10 Rapspflanzen gesammelt. Dabei werden von jeder beprobten Pflanze jeweils ein gesundes und voll entwickeltes Blatt entnommen. Bei großen Rapspopulationen können jeweils die Blätter von bis zu 20 Individuen gepoolt werden.

Dabei empfiehlt es sich, schon vor Ort mit einem Eppendorf-Gefäß Blattproben auszustechen. Die Probe kann dann sogar gleich vor Ort mit dem GVO-Schnelltest auf Herbizidresistenzen getestet werden. Zur Testdurchführung im Feld werden dazu Wasser und ein Spatel zum Zerkleinern benötigt. Bei der Schnelltestdurchführung wird aus dem Probenblatt jeweils ein Stück mit festgelegter Größe (ca. 0,5 cm²) entnommen und anschließend mittels Glaspipette in einem Eppendorfgefäß mit 0,5 ml destilliertem Wasser zerkleinert. Daraufhin werden die Teststreifen, jeweils für den RUR (Round Up Ready)- und den LL (Liberty Link)-Test, in die Lösung gegeben. Von Standorten mit mehreren Blättern (> 1 Pflanze) werden zunächst Mischproben hergestellt, die jeweils mit einem Teststreifen überprüft werden. Bei einer Einzelblattprobe wird das Blatt zweimal gefaltet und erst dann ausgestanzt, um so zu gewährleisten, dass genügend Probenmaterial vorhanden ist.

Bei einem positiven Ergebnis einer Mischprobe sollten zur Kontrolle alle Einzelblätter einzeln getestet werden. Außerdem ist es auf diese Weise möglich, den transgenen Anteil der Probe zu ermitteln. Anhand der entstandenen Kontroll- bzw. Positivbalken des Schnelltest kann dann die einwandfreie Funktionstüchtigkeit der Teststreifen bestimmt werden, und ob das entsprechende Protein in der Lösung vorhanden ist. Die im beschrifteten Eppendorfgefäß enthaltenen Proben müssen gekühlt und anschließend eingefroren werden.

Alternativ kann das Blattmaterial zunächst gekühlt in dem Eppendorf-Gefäß aufbewahrt und anschließend bei -20 °C eingefroren werden. Eine vorhergehende Reinigung des Blattmaterials ist nicht notwendig. Frisches Blattmaterial ist gefrorenem sowohl beim GVO-Schnelltest als auch bei der PCR-Analyse vorzuziehen. Ganze eingefrorene Blätter können schnell brechen und aufgetaute Blätter sind schwieriger auszustanzen. Je nach Anzahl der zu testenden Proben ist aber eine spätere Testdurchführung sinnvoller.

Zur Aufbewahrung werden die Teststreifen nach dem Ablesen der Ergebnisse zunächst getrocknet und anschließend auf ein mit Probennummer, -ort und Datum gekennzeichnetes Datenblatt aufgebracht. Positivfunde sollten zusätzlich sofort photographisch festgehalten werden. Positiv getestete Proben müssen zwischengelagert werden und für die PCR-Verifizierung sowie den Transport an ein Labor vorbereitet werden. Um mittels Real Time PCR (Polymerase Chain Reaction) auf das Vorliegen transgener Eigenschaften (LL- und RUR-Herbizidresistenz, verändertes Fettsäuremuster, Bt Cry1Ac Protein) getestet werden zu

können, werden jeweils 50-100 mg Blattmaterial pro Blatt der positiven Proben in einzelne Eppendorfgefäße abgefüllt. Diese werden möglichst gekühlt an ein zertifiziertes Labor übermittelt. Die Probenzustellung sollte am nächsten Tag erfolgen.

Bei Samenproben bietet sich an, die Analyse nach dem Einzelkornbestimmungsverfahren durchzuführen (ROMER LABS 2012 a und b). Dazu werden entsprechend dem Tausendkorn- bzw. Einzelkorngewicht von Raps Rapssamen mit einem Mindestgewicht von 0,24 g pro Probe verwendet. Des Weiteren müssen separate Samenproben als Rückstellproben eingewogen und in Eppendorfgefäßen aufbewahrt werden. Die Samen zur Analyse werden anschließend gemörsert, in runde Eppendorfgefäße eingewogen und mit 750 µl Aqua dest. aufgefüllt. Die Proben werden 3-5 min stehen gelassen und zwischendurch homogenisiert. Die so entstandene Lösung wird wie zuvor mit beiden Teststreifen für RUR und LL getestet.

6. Berichterstellung und Dokumentation

Die Ergebnisse werden zur Dokumentation in einem aussagekräftigen Bericht dargestellt, der die Kartiererergebnisse mit Hilfe von Kartendarstellungen, Georeferenzsystem und Tabellenerfassung wiedergibt. Die Fundorte von beprobtem Ruderalraps werden jeweils in mitgeführten Karten bzw. Luftbildern eingetragen. Von jeder Population werden im Gelände zur nachfolgenden Dokumentation der Standorte mit einer GPS-Kamera georeferenzierte Bilder aufgenommen. Es werden sowohl von den Beprobungsstellen als auch von der Umgebung georeferenzierte Bilder erstellt. Dies sollte es ermöglichen, die Standorte bei einer zweiten Begehung wiederzufinden.

Ferner werden sämtliche Begehungswege und Beobachtungen protokolliert und photographisch mit einer GPS-Kamera festgehalten. Des Weiteren ist ein Track bei der Probennahme abgegangenen Strecke mit einem GPS-Gerät aufzunehmen. Steht ein GPS-Gerät für den Begehungstrack nicht zur Verfügung, müssen diese später während der Kartenerstellung mit z.B. QGIS per Hand nachgetragen werden. Es werden sowohl die Rapsfundstellen als auch die gesamte kartierte Fläche bzw. abgegangene Strecke während der Beprobung visualisiert, um so den Umfang des Monitoring pro Erfassung dokumentieren zu können. Zur Visualisierung der georeferenzierten Fotos und Tracks eignet sich z.B. das Freeware Programm Geosetter. Die Koordinaten der Beprobungsstandorte können mit diesem Programm auch in eine KMZ-Datei für GoolgeEarth® umgewandelt werden. Die so gewonnenen KMZ-Daten können in GoogleEarth® in KML-Dateien umgewandelt und so z.B. direkt in QGis geladen und dort verwendet werden. Für die Freeware QGis stehen im Netz gut erklärte „Tutorials“ zur Verfügung.

Die Rohdaten der Kartierung und die Ergebnisse der Schnelltests werden in einer Datenmaske erfasst und archiviert. Dabei sind die Vorgaben für Geofachdaten der EU-INSPIRE Richtlinie (2007/2/EG) zu berücksichtigen. Zusätzlich werden Digitalfotos von den Teststreifen angefertigt und in einem eigenen Dateiordner abgelegt. Auch die georeferenzierten Fotos der Untersuchungsstandorte werden archiviert. Die Daten sind nach Regeln einer relationalen Datenbank abzulegen (vgl. z. B. ZEHNDER et al. 2005).

7. Empfohlene Literatur

Literatur/Informationsquellen für:

Warenströme

<http://www.coceral.com/>

<http://www.fediol.be/>

<http://www.ovid-verband.de/>

<http://www.ufop.de/>

Floristische Erhebungen

ROTHMALER, W., JÄGER, E. J. (2011): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 20. Auflage. Heidelberg: Spektrum.

SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Spektrum, Akad. Verlag.

VDI (2011): Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO). Floristische Kartierung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP), ihren Kreuzungspartnern und Kreuzungsprodukten. VDI 4330 Blatt 10, VDI-Handbuch GVO-Monitoring, 16 S.

VDI (2010): Leitfaden zur Entnahme und Aufarbeitung von Pflanzenproben für die molekularbiologische Analytik. VDI 4330 Blatt 5, VDI-Handbuch GVO-Monitoring, 16 S.

Schnelltests

ROMER LABS (2012 a): AgrarStrip LL Strip Test (AS-GMO-LLSC-7800019-PI-000422-5-GB).

ROMER LABS (2012 b): AgrarStrip RUR Strip Test (AS-GMO-RURSC-7800010-PI-000370-5-GB).

Datenmanagement

Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)

ZEHNDER, C. A. (2005): Informationssysteme und Datenbanken. 8. Aufl., vdf, Hochschul. Verlag an der ETH, Zürich.

7 Literaturverzeichnis

- AGES (2004): Die Produktion von Saatgut in abgegrenzten Erzeugungsprozessen zur Vermeidung einer Verunreinigung mit Gentechnisch Veränderten Organismen im Kontext mit der Koexistenz von konventioneller Landwirtschaft mit oder ohne GVO und ökologischer Landwirtschaft. Raps und Rübsen (*Brassica napus* und *Brassica rapa*). Kapitel 7.3, 166-207, AGES Wien.
- BADISCHE SEITEN (2014): Umschlagbahnhof Basel-Weil am Rhein. <http://www.badische-seiten.de/weil-am-rhein/umschlagbahnhof-basel-weil-am-rhein.php>
- BAYER (2011): Annual Report on the General Surveillance of MS8, RF3 and MS8XRF3 Oilseed Rape in the EU. Abrufbar unter: <http://apps2.bvl.bund.de/bbregwww/protected/main/report.do>
- BINNENSCHIFFE-RHEINRUHR (2014): Lippe. <http://www.binnenschiffe-rheinruhr.de/fluesse/lippe/>
- BIOSICHERHEIT (2012): Zulassungen, aber noch kein Anbau. Gentechnisch veränderter Raps EU. <http://www.biosicherheit.de/forschung/raps/276.zulassungen-anbau.html>
- BIOSICHERHEIT (2009): Gentechnisch veränderter Raps in Australien: „Koexistenz ist eine Sache des Marktes.“ <http://www.biosicherheit.de/aktuell/654.gentechnisch-veraenderter-raps-australien-koexistenz-sache-marktes.htm>
- BROCHET, A. L., GUILLEMAIN, M., FRITZ, H., GAUTHIER-CLERC, M. & GREEN, A. J. (2010): Plant dispersal by teal (*Anas crecca*) in the Camargue: duck guts are more important than their feet. *Freshwater biology* 55(6): 1262-1273.
- BRÖKELMANN + CO KG (2014): Unternehmen. Logistik. <http://www.broelio.de/unternehmen/logistik/>
- BROOKES, G. & BLUM, G. (2012): The potential economic and environmental impact of using current GM traits in Ukraine arable crop production. Institute of Food Biotechnology and Genomics Kiev, Ukraine, 52 S.
- BVerwG – Bundesverwaltungsgericht (2012): Urteil des 7. Senats vom 29. Februar 2012 – BVerwG 7 C 8.11.
- BVL (2014): In der EU zugelassene Produkte aus gentechnisch verändertem Raps. http://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/02_Verbraucher/03_Genehmigungen/01_Inverkehrbringen/04_Raps/gentechnik_inverkehrbringen_Raps_basepage.html
- CBI (2014a): CBI Product Factsheet: Linseeds in the EU and EFTA. Ministry of foreign Affairs.
- CBI (2014b): CBI Product Factsheet: Minor Oilseeds in the EU and EFTA. Ministry of foreign Affairs.
- CBI (2014c): CBI Product Factsheet: EU Market for bird food seeds. Ministry of foreign Affairs.
- CHADOEUF, R., DARMENCY, H, MAILLET, J. & RENARD, M. (1998): Survival of buried seeds of interspecific hybrids between oilseed rape, hoary mustard and wild radish. *Field Crop Research* 58: 197–204.
- CFIA (2015): The biology of *Glycine max* (L). Merr. (Soybean) – plants – Canadian Food Inspection Agency.

- COGEM (2010): A baseline study of the distribution and morphology of *Brassica napus* L. and *Brassica rapa* L. in the Netherlands. COGEM Report: CGM 2010-03, 68 pp. Netherlands Commission on Genetic Modification (COGEM).
- COGEM (2013): Genetically modified oilseed rape (*Brassica napus*). Aspects in relation to the environmental risk assessment and post-market environmental monitoring of import applications. COGEM advisory report CGM/130402-01, 24 pp.
- CRAWLEY, M.J. & BROWN, S.L. (1995): Seed limitation and the dynamics of feral oilseed rape on the M25 motorway. *Proceedings of the Royal Society London* 259: 49–54.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2012): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Harald Ebner, Cornelia Behm, Bärbel Höhn, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/10398. Drucksache 17/10444.
- DEVOS, Y., HAILS, R.S., MESSÉAN, A., PERRY, J.N. & SQUIRE, G.R. (2012): Feral genetically modified herbicide tolerant oilseed rape from seed import spills: are concerns scientifically justified? *Transgenic Research* 21: 1–21.
- D'HERTEFELDT, T., JØRGENSEN, R.B. & PETTERSSON, L.B. (2008): Long-term persistence of GM oilseed rape in the seedbank. *Biology Letters* 4: 314–317.
- DILLMAN, A.C. (1938): Natural crossing in flax. *Journal of the American Society of Agronomy* 30: 279–286.
- DOLEZEL, M., PASCHER, K., JUST, G. & REINER, H., (2002): Abschätzung von Umweltauswirkungen exemplarisch ausgewählter gentechnisch veränderter Pflanzen auf unterschiedliche Standorte in Österreich als Resultat möglicher Freisetzungen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Soziale Sicherheit und Generationen, Sektion VII, Forschungsbericht Juni 2002.
- DRV (2013): Maßnahmen für den sicheren Umgang mit Getreide, Ölsaaten und Leguminosen. http://www.raiffeisen-kassel.de/uploads/tx_mmsdownloads/06-2013_merkblatt-getreide.pdf
- EC (2002): Council Decision of 3 October 2002 establishing guidance notes supplementing Annex VII to Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. *Official Journal of the European Communities*, L 280/27, 2002/811/EC.
- EC (2005): Empfehlung der Kommission vom 16. August 2005 bezüglich der Maßnahmen, die der Inhaber einer Zustimmung ergreifen muss, um etwaige Schäden für die Gesundheit und Umwelt bei einer unbeabsichtigten Freisetzung eines gentechnisch veränderten, gegenüber Glyphosat-Herbiziden toleranten Ölrapses (*Brassica napus* L., Linie GT73-MON-00073-7) zu vermeiden. L 228/19.
- EC (2007): Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
- EC (2009): Commission Decision 2009/770/EC establishing standard reporting formats for presenting the monitoring results of genetically modified organisms, as or in products, for the purpose of placing on the market pursuant to Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal L275*, 9-27.

- EC (2014): Summary report of the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health held in Brussels on 21 January 2014. SANCO G dir (2014)528953.
- EC (2015): EU Register of authorised GMOs. Datenabfrage vom 30.7.2015 http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
- EFSA (2004) Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the notification (Reference C/NL/98/11) for the placing on the market of herbicide-tolerant oilseed rape GT73, for import and processing, under Part C of Directive 2001/18/EC from Monsanto. EFSA Journal: 29:1-19.
- EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (2010): Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. EFSA Journal 2010: 8(11): 1879.
- EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (2011): Guidance on the Post-Market Environmental Monitoring (PMEM) of genetically modified plants. EFSA Journal 2011: 9(8): 2316.
- ELLING, B., NEUFFER, B. & BLEEKER, W. (2009): Sources of genetic diversity in feral oilseed rape (*Brassica napus*) populations. Basic and Applied Ecology 10 (6): 544-553.
- EU (2003): VERORDNUNG (EG) Nr. 1829/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel. http://www.bfr.bund.de/cm/343/verordnung_eg_1829_ueber_genetisch_veraenderte_lebensmittel_und_futtermittel.pdf
- EUROSTAT (2012): EU Oilseeds trade 2011/12. AGRI C 5, Management Committee for the Common Organisation of Agricultural Markets, 20. December 2012. http://ec.europa.eu/agriculture/cereals/trade/oilseeds/2011-12_en.pdf
- EUROSTAT (2014): EU Oilseeds trade 2013/2014. AGRI C 5, Management Committee for the Common Organisation of Agricultural Markets, 25. September 2014. http://ec.europa.eu/agriculture/cereals/trade/oilseeds/2013-14_en.pdf
- EUROSTAT (2015a): EU trade since 1988 by CN8 [DS-016890]. Product: 12051090. Import. Datenabfrage vom 03.03.2015.
- EUROSTAT (2015b): Rape production. Tag0104. Datenabfrage vom 12.03.2015. http://ec.europa.eu/eurostat/home?p_auth=q4hclQ4A&p_p_id=estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet_action=search&text=rape
- FELBER, F., KOZLOWSKI, G., ARRIGO, N., & GUADAGNUOLO, R. (2007): Genetic and ecological consequences of transgene flow to the wild flora. In: Green Gene Technology (pp. 173-205). Springer Berlin Heidelberg.
- FERA (2010): *Linum usitatissimum* (L.) (linseed/flax): An assessment of the risks of adventitious GM presence in UK conventional seed. The Food and Environment Research Agency, April 2010.
- FRANZARING, J., HOLZ, I. & FANGMEIER, A. (2013): Effects of increased autumn temperatures and sub-acute levels of ammonia on post-winter development of four cultivars of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Applied Botany and Food Quality 85(2): 134.

- FRANZARING, J., HOLZ, I., WELLER, S., ECKERT, S., ZIPPERLE, J. & FANGMEIER, A. (2011): Untersuchungen zur potenziellen Ausbreitung von herbizid-resistentem Raps mittels GVO-Schnelltests und PCR. *Gefahrstoffe- Reinhaltung der Luft* 7-8: 347-350.
- FÖRSTER, K., SCHUSTER, C., BELTER, A. & DIEPENBROCK, W. (1998): Agrarökologische Auswirkungen des Anbaus von transgenem herbizidtoleranten Raps (*Brassica napus* L.). *Bundesgesundheitsblatt* 12/98: 547-552.
- FUJITA, R., OHARA, M., OKAZAKI, K. & SHIMAMOTO, Y. (1997): The extent of natural cross-pollination in wild soybean (*Glycine soja*). *Journal of Heredity* 88(2), 124-128.
- GENESCAN (2007): GVO Schnelltest für Raps. Für den schnellen und unkomplizierten GVO-Test für Raps - TraitChek™, 1 S.
- HAFENVERWALTUNG KEHL (2009): Rheinhafen Kehl. <http://www.hafen-kehl.de/wDeutsch/impressum/index.php>
- HALL, L.M., RAHMAN, M.H., GULDEN, R.H., THOMAS, A.G. & GRESSEL, J.B. (2005): Volunteer oilseed rape — will herbicide resistance traits assist ferality. *Crop ferality and volunteerism* 1: 33487-2742.
- HAILS, R.S., REES, M., KOHN, D.D. & CRAWLEY, M.J. (1997): Burial and seed survival in *Brassica napus* subsp. *oleifera* and *Sinapis arvensis* including a comparison of transgenic and non-transgenic lines of the crop. *Proceedings of the Royal Society. London* 264: 1–7.
- HAEUPLER, H., LOOS, G.H., SARAZIN, A. & SURKUS, B. (2004): Geobotanische Untersuchungen zum Vergleich von gentechnisch verändertem und "konventionellem" Raps. Methoden und Ergebnisse einer ersten Studienphase für ein Konzept zu einem Langzeitmonitoring gentechnisch veränderter Pflanzen. *Floristische Rundbriefe, Beiheft* 7: 3-109.
- HAYTER, K.E. & CRESSWELL, J.E. (2006): The influence of pollinator abundance on the dynamics and efficiency of pollination in agricultural *Brassica napus*: implications for landscape-scale gene dispersal. *Journal of Applied Ecology* 43(6): 1196-1202.
- HECHT, M., OEHEN, B., SCHULZE, J., BRODMANN, P. & BAGUTTI, C. (2014): Detection of feral GT73 transgenic oilseed rape (*Brassica napus*) along railway lines on entry routes to oilseed factories in Switzerland. *Environmental Science and Pollution Research* 21(2): 1455-1465.
- HEINEMANN, J.A., MASSARO, M., CORAY, D.S., AGAPITO-TENFEN, S.Z. & WEN, J.D. (2014): Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability* 12: 71-88.
- JHALA, A.J., & HALL, L.M. (2010): Flax (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4: 4304-4312.
- KAWATA, M., MURAKAMI, K. & ISHIKAWA, T. (2009): Dispersal and persistence of GM oilseed rape around Japanese harbors. *Environmental Science and Pollution Research* 16: 120-126.
- KNISPEL, A.L., MCLACHLAN, S.M., VAN ACKER, R.C. & FRIESEN, L.F. (2008): Gene Flow and Multiple Herbicide Resistance in Escaped Canola Populations. *Weed Science* 56: 72-80.

- LAG - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Gentechnik (2006): Real-Time PCR zur quantitativen Bestimmung gentechnisch veränderter Rapslinien mit dem 35S/pat-Genkonstrukt. http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/uammethoden/SOP_UAM_pat_quant_28032006.pdf
- LAG - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Gentechnik (2004): PCR-Nachweis der 35S-nptII-Übergangssequenz, der pNapiin-BayTe-Übergangssequenz und des plsC-Gens. http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/uam-methoden/ok_laurical_raps.pdf
- LAG – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Gentechnik (2012): Untersuchung von Saatgut auf gentechnisch veränderte Anteile im Jahr 2012 (Stand 17.10.2012). <http://www.lag-gentechnik.de/saatgut.html>
- LALLF M-V – Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (2015), www.lallf.de/GVO-Kontrolle.583.0.html
- LANDESHAUPTSTADT MAINZ (2014): Containerhafen Mainz. <http://www.mainz.de/WGAPublisher/online/html/default/hthn-5v5hlg.de.html>
- LTZ (2012): GVO-Saatgut-Monitoring Baden-Württemberg 2012. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, 1-3.
- MARTENS, G. (2001): From Cinderella to Cruella: volunteer canola. In: „2nd Annual Manitoba Agronomics Conference“. University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada, pp.151-154.
- MENZEL, G. (2006): Verbreitungsdynamik und Auskreuzungspotenzial von *Brassica napus* L. (Raps) im Großraum Bremen. Basiserhebung zum Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. GCA-Verlag, Waabs.
- MESSÉAN, A., SAUSSE, C., GASQUEZ, J. & DARMENCY, H. (2007): Occurrence of genetically modified oilseed rape seeds in the harvest of subsequent conventional oilseed rape over time. *European Journal of Agronomy* 27: 115-122.
- MLUV - Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg (2008): Gentechnik in Brandenburg, Bericht 2008.
- PEKRUN, C., HEWITT, J.D.J. & LUTMAN, P.J.W. (1998): Cultural control of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Sciences* 130:155–163.
- PESEL, D., LECOMTE, J., EMERIAU, V., KROUTI, M., MESSEAN, A. & GOUYON, P.H. (2001): Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 841-846.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Zweite, überarbeitete und stark erweiterte Auflage. UTB für Wissenschaft: Große Reihe, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- RAMSAY, G., THOMPSON, C. E., NEILSON, S. & MACKAY G. R. (1999): Honeybees as vectors of GM oilseed rape pollen." Monograph-British Crop Protection Council: 209-214.
- REINER (2007): Transgenic hybrid systems of oilseed rape and principles of risk assessment and risk management. Endbericht im Auftrag des BMGF. Forschungsberichte der Sektion IV, Juli 2006.
- REINER (2006): Herkunfts-Identität von Raps und Rapsprodukten am Markt in Österreich und Verarbeitung in dezentralen Ölmöhlen. Endbericht im Auftrag des BMGF. Forschungsberichte der Sektion IV, Dezember 2005.

- REMMELE, E. (2009): Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. Handbuch. TFZ, Straubing. ISBN 978-3-9803927-9-2
- RIDLEY, H.N. (1930): The Dispersal of Plants throughout the World. Reeve & Co., Ashford, UK, 744 pp.
- RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (2003): Standard-Biototypenliste für Deutschland. 2. Fassung: Februar 2003. Unter Mitarb. von K. Ullrich. 65 S., Münster: Landwirtschaftsverlag, 2003 (Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 75)
- RÖMBKE, J., JÄNSCH, S., ROß-NICKOLL, M. & TOSCHKI, A. (2014): Nutzungsmöglichkeiten der Boden-Dauerbeobachtung der Länder für das Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen. BFN-Skripten 369.
- ROMER LABS (2012 a): AgrarStrip LL Strip Test (AS-GMO-LLSC-7800019-PI-000422-5-GB).
- ROMER LABS (2012 b): AgrarStrip RUR Strip Test (AS-GMO-RURSC-7800010-PI-000370-5-GB).
- ROTHMALER, W. & JÄGER, E. J. (2011): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 20. Auflage. Heidelberg: Spektrum.
- SAJI, H., NAKAJIMA, N., AONO, M., TAMAOKI, M., KUBO, A., WAKIYAMA, S. & NAGATSU, M. (2005): Monitoring the escape of transgenic oilseed rape around Japanese ports and roadsides. Environmental Biosafety Research 4(04): 217-222.
- SCHAFER, M.G., ROSS, A.A., LONDO, J.P., BURDICK, C.A., LEE, E.H., TRAVERS, S.E., VAN DE WATER, P.K. & SAGERS, C.L. (2011): The establishment of genetically engineered canola populations in the US. PLoS One 6(10): e25736.
- SCHOENENBERGER, N. & D'ANDREA, L. (2012): Surveying the occurrence of subspontaneous glyphosate-tolerant genetically engineered *Brassica napus* L. (Brassicaceae) along Swiss railways. Environmental Sciences Europe 24: 23.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Spektrum, Akad. Verlag.
- SCHUTTELAAR (2009): Admixture of GM and non-GM crops at import, Overview, insight and supervision. Schuttelaar & Partners, The Hague.
- SCHULZE, J., FRAUENKNECHT, T., BRODMANN, P. & BAGUTTI, C. (2014). Unexpected Diversity of Feral Genetically Modified Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Despite a Cultivation and Import Ban in Switzerland. PloS One 9(12): e114477.
- SORENSEN, A. E. (1986): Seed dispersal by adhesion. Annual Review of Ecology and Systematics: 443-463.
- STANTON, R., PRATLEY, J. & HUDSON, D. (2003): Sheep are potential vectors for the spread of canola (*Brassica napus*) seed. Australian Journal of Experimental Agriculture 43: 535–538.
- 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. http://www.cogem.net/ContentFiles/2010-02%20Transport_chains2.pdf
- TFZ (2013): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung 2012/2013 – eine bundesweite Befragung. Berichte aus dem TFZ 34. Straubing.

- THOMPSON, C.E., SQUIRE, G., MACKAY, G.R., BRADSHAW, J.E., CRAWFORD, J. & RAMSAY, G. (1999): Regional patterns of gene flow and its consequence for GM oilseed rape. Monograph-British Crop Protection Council, pp. 95-100.
- TIMMONS, A.M., O'BRIEN, E.T., CHARTERS, Y.M., DUBBELS, S.J. & WILKINSON, M.J. (1995): Assessing the risks of wind pollination from fields of genetically modified *Brassica napus* ssp. *oleifera*. *Euphytica* 85 (1-3): 417-423.
- TRANSGEN (2014a): Flachs (Lein). Zuletzt abgerufen am 25.06.2014. <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/11.doku.html>
- TRANSGEN (2014b): Senf. Zuletzt abgerufen am 14.11.2014. <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/66.doku.html>
- TRANSGEN (2015a): Gentechnisch veränderter Raps: Anbauflächen weltweit. Datenquelle: ISAAA und USDA. Zuletzt abgerufen am 09.02.2015 http://www.transgen.de/anbau/flaechen_international/199.doku.html
- TRANSGEN (2015b): Eiweißlücke und Futtermittelimporte: Europa ist auf gentechnisch veränderte Sojabohnen angewiesen. Zuletzt abgerufen am 10.02.2015. <http://www.transgen.de/lebensmittel/einkauf/1095.doku.html>
- TWIGG, L.E., LOWE, T.J., TAYLOR, C.M., CALVER, M.C., MARTIN, G.R., STEVENSON, C. & HOW, R. (2009): The potential of seed-eating birds to spread viable seeds of weeds and other un-desirable plants. *Australian Ecology* 34(7): 805-820.
- UFOP (2013a): Imported rapeseed supports sharp rise in rapeseed crush (Chart.09). Datenquelle: AMI. <http://www.ufop.de/english/news/chart-of-the-week/archive-chart-of-the-week/>
- UFOP (2013b): Start into the new season was delayed (Chart 52). Datenquelle: AMI. <http://www.ufop.de/english/news/chart-of-the-week/archive-chart-of-the-week/>
- VON DER LIPPE, M. & KOWARIK, I. (2007a): Long-Distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conservation Biology* 21: 986-996.
- VON DER LIPPE, M. & KOWARIK, I. (2007b): Crop seed spillage along roads: a factor of uncertainty in the containment of GMO. *Ecography* 30: 483-490.
- 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 menaemeevoer en vogelvoer. *Gorteria* 34(3).
- VDI (2011): Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO). Floristische Kartierung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP), ihren Kreuzungspartnern und Kreuzungsprodukten. VDI 4330 Blatt 10, VDI-Handbuch GVO-Monitoring, 16 S.
- VDI (2010): Leitfaden zur Entnahme und Aufarbeitung von Pflanzenproben für die molekularbiologische Analytik. VDI 4330 Blatt 5, VDI-Handbuch GVO-Monitoring, 16 S.
- WILLIAMS, I.H., MARTIN, A.P. & WHITE, R.P. (1986): The pollination requirements of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *The Journal of Agricultural Science* 106(01): 27-30.
- YOSHIMURA, Y., BECKIE, H.J. & MATSUO, K. (2006): Transgenic oilseed rape along transportation routes and port of Vancouver in western Canada. *Environmental Biosafety Research* 5: 67-75.

- YOSHIMURA, Y., MIZUGUTI, A. & MATSUO, K. (2011) : Analysis of the seed dispersal patterns of wild soybean as a reference for vegetation management around genetically modified soybean fields. *Weed Biology and Management* 11(4): 210-216.
- ZDG (2014): Deutsche Eierwirtschaft sieht GVO-Freiheit in Legehennenfutter nicht mehr gewährleistet: Breite Teile der Erzeuger können Zusage GVO-freier Fütterung nicht mehr aufrechterhalten. Pressemitteilung des Zentralverbands der deutschen Geflügelwirtschaft e.V. vom 21.02.2014.
- ZEHNDER, C. A. (2005): Informationssysteme und Datenbanken. 8. Aufl., vdf, Hochschul. Verlag an der ETH, Zürich.
- ZÜGHART, W., RAPS, A., WUST-SAUCY, A.-G., DOLEZEL, M. & ECKERSTORFER, M. (2011): Monitoring of Genetically modified Organisms. Vienna, Reports, Band 0305. Abrufbar unter:
http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoring/positionspapier_monitoring-gentechnik.pdf

8 Zusammenfassung

Gentechnisch veränderte, herbizidresistente Rapssorten werden in Nordamerika bereits seit den 1990er Jahren angebaut und dominieren den Markt dort mittlerweile komplett. Auch in anderen Ländern, in denen Raps für den Export angebaut wird, z.B. Australien und Chile, sind transgene Sorten auf dem Vormarsch, obwohl sie nachweislich zu keinen Ertragssteigerungen führen. In der EU dagegen wird es voraussichtlich bis auf weiteres keine Anbaugenehmigungen für solche Pflanzen geben. Der Import von zur Verarbeitung vorgesehener Rapssaat in die EU ist seit 1995 zugelassen.

In den Genehmigungsbescheiden werden die Genehmigungsinhaber dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Vermeidung von GV-Rapssaatverlusten bei Transport, Verladung und Verarbeitung zu etablieren. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wird bisher nicht überprüft. Eine Beobachtung der Saatgutverluste, des Auflaufens von transgenen Rapspflanzen und der Auskreuzung in Wildverwandten ist bisher nicht Gegenstand der mit den Anträgen eingereichten Monitoringpläne.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, ein Konzept für die Umweltbeobachtung des in die EU eingeführten transgenen Rapses zu entwickeln und zu erproben. Die Notwendigkeit eines Monitorings bei Import von GV-Raps wird durch die dokumentierten Fälle der Etablierung von transgenem Raps in Hafengebieten Japans und der Schweiz, beides Länder mit Anbauverboten für GV-Raps, untermauert.

Mittlerweile sind Schnelltests verfügbar, mittels derer Ruderalrapspopulationen bereits im Gelände auf transgene Eigenschaften überprüft werden können. Auch im Labor haben sich im Rahmen des durch die Bundesländer betriebenen Saatgutmonitorings Hochdurchsatzverfahren (Real Time PCR) etabliert, mit denen große Probenmengen bewältigt werden können.

Im Rahmen des durch das BfN veranlassten Projekts sollte ein praxistaugliches und im Aufwand angemessenes Konzept für das Monitoring der Umweltwirkungen transgenen Rapses bei Import und Verarbeitung unter Berücksichtigung der nationalen Bedingungen erarbeitet werden. In einem praktischen Ansatz sollte die Methode dann in ausgewählten Regionen Deutschlands erprobt werden.

Zur Fokussierung des Projekts und als Grundlage für das Monitoringkonzept wurden zunächst die Daten zu Warenströmen des in die EU importierten Rapses näher analysiert. Informationen zu den GV-Anteilen in den Rapsimporten waren nicht zu erhalten. Die Warenströme der aus Nordamerika und Australien in die EU gelieferten Rapssaat wurden als die wichtigsten potentiellen Quellen für die mögliche Ausbreitung transgenen Rapses angesehen.

Die offiziellen Statistiken der EU geben Auskunft über die Menge der Importe aus verschiedenen Anbauländern und über die Direktimporte einzelner EU-Länder. Größere Rapsmengen aus Kanada und Australien werden demnach in den Überseehäfen Frankreichs, Belgiens und der Niederlande angelandet, wobei der nachfolgende innereuropäische Warenfluss beispielsweise nach Deutschland nicht weiter dokumentiert wird bzw. werden muss. Jedes Jahr gelangen ca. 300.000 Tonnen Rapssaat aus Kanada in die EU. Den offiziellen Statistiken ist aber nicht zu entnehmen, wo bzw. durch welche Betriebe diese Importe verarbeitet werden.

Da sich die größten Ölmühlen und Kraftfutterproduzenten in Deutschland entlang der Rheinschiene befinden, sind die Hafengebiete, die Umgebung der Ölmühlen, Biodieselraffinerien, Kraftfutterwerke und der Öle produzierenden Nahrungsmittelindustrie wichtige Beobachtungsgebiete für das Monitoring.

In einem nächsten Schritt wurden die Raps importierenden bzw. verarbeitenden Betriebe (z.B. die ABCD-Agrarhandelskonzerne) nach den Herkunftsländern der von ihnen eingesetzten Importware, deren GV-Anteilen, Transportmitteln und –wegen sowie zu den eingesetzten Risikominimierungs- bzw. Containmentstrategien befragt. Diese Informationen sind von großer Bedeutung bei der Priorisierung von Probennahmestellen. Im Projektverlauf wurden aber durch die zentralen Ölmühlen keine oder nur sehr vage Auskünfte erteilt, so dass bis zum Projektende nicht deutlich wurde, an welchen Orten ein möglicherweise hoher Monitoringbedarf besteht. Bei den ebenfalls befragten dezentralen, kleinen Ölmühlen ergab sich, dass sie kaum mit importierter Ware arbeiten, sondern vorwiegend regionale und damit GV-freie Ware nutzen. Für eine sinnvolle, im Aufwand angemessene Auswahl der Beobachtungsorte ist es unabdingbar, Informationen über die Herkunft der importierten und verwendeten Rapssaaten zur Verfügung zu haben.

Das Monitoringkonzept sieht nach der Erfassung der allgemeinen Warenströme und der Lokalisierung von Umschlagsorten bzw. der Nutzer der importierten Rapssaat eine Kartierung der identifizierten Beobachtungsgebiete vor. Anhand von frei verfügbaren Geodaten (Luft- und Satellitenbilder, Karten) können die gewünschten Beobachtungsgebiete lokalisiert werden. Dies können z.B. See- und Binnenhafengebiete sein, in denen Agrarprodukte umgeschlagen bzw. verarbeitet werden. In der Regel befinden sich in diesen Hafengebieten mehrere Raps verarbeitende Betriebe (Ölmühlen, Kraftfutterproduzenten, Nahrungsmittelindustrie und Biodieselraffinerien), die über Gleise, Straßen und oftmals Förderbänder miteinander verbunden sind.

Anhand der Karten wird für jedes Untersuchungsgebiet ein Beprobungsplan erstellt, mittels dessen vorab die im Gelände abzugehende Wegstrecke grob festgelegt wird. Dabei ist darauf zu achten, dass öffentlich nicht zugängliche Bereiche z.B. Betriebsgelände von der Untersuchung ausgeschlossen werden müssen bzw. dass zum Betreten von Bahnanlagen Genehmigungen eingeholt werden müssen. Auf den Luftbildern sind Verkehrswege und abgesperrte Bereiche zumeist sehr gut zu erkennen. Auch die Lokalisierung von Standorten, an denen Ruderalraps bevorzugt aufgeht, z.B. Schuttflächen, ist gut über eine Vorabrecherche mittels Fernerkundung möglich.

Der optimale Beprobungszeitraum für das Monitoring ist der Frühling bzw. der Zeitraum April bis Ende Mai, da blühender Raps schnell im Gelände identifiziert werden kann. Bei der Planung der Abfolge des Monitorings in verschiedenen Untersuchungsgebieten ist das zeitlich versetzte Blühfenster bzw. die phänologische Entwicklung des Rapses zu berücksichtigen. Das Blühfenster von Raps erstreckt sich über ca. einen Monat. Nach milden Wintern wie in 2013/2014, beginnt Raps bereits Anfang April zu blühen, während die Blüte in einem kühlen Frühling erst Mitte Mai einsetzen kann. Im Falle von Nachfolgeuntersuchungen z.B. bei Positivfunden im Frühling kann im Herbst eine zweite Beprobung durchgeführt werden. In diesem Falle findet man aber nur selten blühende Pflanzen, so dass eine Identifizierung des Rapses nur anhand seiner Rosettenblätter erfolgen kann.

Nach der Erfassung der Beobachtungsgebiete und der Abstimmung des Monitoringplans kann die Kartierung und Probennahme in den einzelnen Untersuchungsgebieten erfolgen. Bei den Geländearbeiten sollte zur Dokumentation der abgegangenen Strecke und zur Verortung der erfassten und beprobten Rapsvorkommen ein GPS mitgeführt werden. Von allen beprobten Ruderalrapspopulationen und ihren Standorten sollten zudem Fotos mit einer GPS-Kamera angefertigt werden. Sämtliche Fundorte werden mit Nummern in eine Karte eingetragen. Die Kartierung wird in Anlehnung an die Richtlinie VDI 4330 Blatt 10 „Floristische Kartierung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP), ihren Kreuzungspartnern und Kreuzungsprodukten“ durchgeführt. Zusätzlich werden Kartierungsbögen mitgeführt, in denen Informationen zur Lage und zum Typ des Standorts, der Populationsgröße und den beprobten Rapsindividuen erfasst werden. In diesen werden charakteristische Arten der Begleitflora, vor allem die potentiellen Hybridisierungspartner von Raps aufgenommen. Als Stichprobe aus den Populationen wird auf der Ebene eines Individuums eine Blattprobe genommen und bis zur Analyse in einem nummerierten Eppendorf-Gefäß aufbewahrt. Bei großen Ruderalrapspopulationen werden 10 Proben von 10 Rapspflanzen in einer Sammelprobe zusammengefasst. Die Pflanzenproben werden bis zur Laboranalyse kühl gelagert.

Bei der anschließenden Überprüfung zum Vorliegen transgener Herbizidresistenz kommen Schnelltests zum Einsatz. Diese geben Auskunft darüber, ob die eine Glyphosat- bzw. Glufosinat-Herbizidresistenz vermittelnden Proteine im Blattgewebe vorhanden sind. Der Test liefert in der Regel eindeutige Ergebnisse. Bei undeutlichen Ergebnissen und bei Positivfunden werden entsprechende Proben einer Real Time PCR unterzogen. Das Probenmaterial sollte für etwaige Nachfolgeuntersuchungen für einen mit der jeweiligen AuftraggeberIn abzustimmenden Zeitraum tiefgekühlt gelagert werden.

Die Ergebnisse werden zur Dokumentation in einem aussagekräftigen Bericht dargestellt und in einem GIS-Projekt aufgearbeitet. Die Rohdaten der Kartierung und die Ergebnisse der Schnelltests werden in einer Datenmaske erfasst und archiviert. Zusätzlich werden Digitalfotos von den Teststreifen angefertigt und in einem eigenen Dateiordner abgelegt. Auch die georeferenzierten Fotos der Untersuchungsstandorte werden archiviert.

Nachdem die Grundzüge eines Monitoringkonzepts erarbeitet worden waren, erfolgte im April/Mai 2014 eine Pilotstudie zum Monitoring entlang der Rheinschiene. Dazu wurden in verschiedenen Hafengebieten vom Nieder- bis zum Hochrhein bzw. im Rhein-Neckarraum und an der Lippe in der Umgebung von großen Raps verarbeitenden Betrieben Ruderalrapsvorkommen kartiert und Blattproben genommen. Insgesamt wurden 136 Proben genommen. Die Rapspopulationen waren in der Regel klein. 50% der untersuchten Rapspopulationen bestanden aus lediglich 6-25 Individuen, jedoch gab es einzelne Massenvorkommen (>500 Individuen) z.B. an Hafenböschungen, die auf Probleme mit der Verladung bzw. auf ein schlechtes Containment deuteten. Die meisten Rapsvorkommen wurden an öffentlich zugängigen Straßenrändern und an Gleiskörpern gesichtet und beprobt. Betriebsgelände wurden von der Untersuchung ausgenommen.

Nur eine Probe aus dem Neusser Hafen (NRW) erwies sich als transgen (GT73). Bei einer erneuten Begehung des Standorts im Juli 2014 wurden an der betreffenden Stelle keine Pflanzen mehr beobachtet und die in der Nähe beprobten Individuen erwiesen sich allesamt als nicht transgen. Dennoch sollte dieser Standort in zukünftigen Untersuchungen prioritär

beobachtet werden, da nicht auszuschließen ist, dass hier noch transgene Diasporen in der Samenbank überdauern.

Ergebnis des Vorhabens ist ein Konzept für das Monitoring von Importtraps nach RL 2001/18/EC sowie ein Leitfaden für seine Umsetzung. Für das Monitoring wurde ein Ansatz gewählt, der den Fokus auf die Erfassung sogenannte Hotspots (Haupttransportrouten, Verlade- und Verarbeitungsstätten etc. und deren Umgebung) und nicht auf eine bundesweite Kartierung von Zufallsstichproben legt. Das Konzept ist prinzipiell auch auf andere importierte Pflanzenarten (z.B. Lein, Senf, Soja) übertragbar.

9 English summary

In Northern America, genetically modified herbicide tolerant oilseed rape (OSR) lines are being cultivated since the 1990s where they are now dominating the markets. In other countries, where oilseeds are grown for export, e.g. Australia and Chile, transgenic cultivars are on the rise as well although these lines have no yield advantages. In contrast, cultivation of GM OSR will presumably not be permitted in the near future in the European Community. Nevertheless, herbicide-tolerant oilseed rape lines have been placed on the market for import and processing in the EU in 1995.

Authorization documents oblige the license holders to establish measures against seed losses of GM material that may arise during transport, unloading and processing. So far, effectiveness of these actions is not being verified. Determination of seed losses, germination of transgenic OSR and outcrossing in related wild plant species are not yet the scope of the monitoring plans submitted with the application.

The objective of the research project was to develop and test a concept for the environmental monitoring of imports of transgenic OSR into the EU. The necessity to monitor imported GM OSR is underpinned by documented cases in which GM rape could establish in harbor areas in Japan and Switzerland, both of which are countries with cultivation and import bans for GM OSR.

Meanwhile, rapid tests are available by which populations of ruderal rape can be screened for transgenic traits in the field. Furthermore, high-throughput lab based PCR methods have been established in the framework of the Annual Seed Monitoring by the Federal States.

Within the main scope of the BfN supported project, a concept should be developed for the time and cost effective Post Market Environmental Monitoring (PMEM) of imported transgenic oilseed rape taking into account the national terms and conditions. The approach should then be tested in selected regions of Germany.

To focus the study and serving as a basis to the monitoring concept, data on commodity flows of OSR imports into the EU were analyzed in detail. No information was available on the contribution of GM seeds to the overall and individual OSR imports. Commodities from Northern America and Australia were identified as the most important sources for the potential spread of transgenic material from seed losses.

Official statistical data are available from the EU reporting on the quantities of imports from non-EU and EU countries. According to these data, large amounts of OSR seeds from Canada and Australia are imported to the international ports of France, Belgium and the Netherlands. Inner-European flows of these landed products e.g. to Germany, however, are not further documented. Each year, approximately 300.000 tons of Canadian OSR are imported into the EU. However, no information exists in the official statistics on the importing companies and where ultimately the seeds are being crushed.

Since large oil mills and the producers of feed in Germany are located along the river Rhine, harbor areas and the surroundings of oil mills, bio diesel refineries, feed industries and oil producing food industries are identified as important surveying areas for the monitoring.

In a next step, OSR importing and processing companies including the large international trading ABCD companies were questioned about the origin of imports, GM contents,

transportation means and routes as well as the operation of risk minimization and containment strategies. Information on these aspects would be of pivotal importance to prioritize sampling locations. However, only scarce knowledge could be generated during the project, so that situations with highest monitoring requirements could not be identified. The smaller local oil mill companies, which were questioned as well, do not process imported OSR but mainly rely on regional GM-free products. In order to implement a time and cost effective monitoring of the potential establishment of GM OSR it seems however indispensable to acquire information on the origin of the imported and processed oil seeds.

After the identification of general commodity flows of OSR, oilseed users and reloading sites, the monitoring involves a mapping of the survey areas. Using freely available geo data (aerial and satellite photographs and maps) the study areas may be localized. Areas of interests may be e.g. international and inland harbors where agricultural commodities are unloaded and processed. In most situations various OSR processing companies (oil mills, feed and food producers and biodiesel refineries) will be present that are connected via a local transportation network of tracks, roads and often, conveyor belts.

A sampling plan is set up in advance using maps for each study region, in which the tentative stretch of the field campaign can be plotted. It must be noted that inaccessible locations and private premises must be excluded from the investigation and that permissions e.g. to access tracks must be obtained before the field investigation. Usually, roads and inaccessible areas can easily be identified on aerial photographs. Even the localization of barren places in which ruderal OSR could be present may be possible in an ex ante screening via remote sensing.

Optimally, the monitoring of ruderal OSR should be done in the spring months April and May since flowering plants can then easily be recognized in the field. When planning the field study, the different timing of flowering due to a different OSR phenology in different regions should be taken into account. The flowering window of OSR normally stretches over one month. After a mild winter like the season 2013/14, OSR flowering may begin in early April, while in cold springs flowering of the species may begin as late as mid-May. In case a second campaign, e.g. following a GM positive find, should be performed plant samples can also be collected in the autumn. However, during this time of the year, flowering plants are rarely found, so that the recognition of the species must then be based on the rosette leaves.

After the localization of study regions and the finalization of the monitoring plan sampling will be done in the different sampling regions. In order to document the stretches visited during the campaign and to geo-reference the sampling sites a GPS device should be used. Each of the sampling sites should be documented photographically using a GPS ready camera. Every location must receive an unambiguous numeric code, which should be plotted into the maps used for the field work. Mapping is based on the guideline VDI 4330 Part 10 „Monitoring the effects of genetically modified organisms (GMOs). Floristic mapping of genetically modified plants (GM plants), their crossing partners and their hybrid offspring“. Additionally, mapping files will be used in the field, in which information on the location and type of the sampling site as well as on the population size of the OSR occurrence can be recorded. Characteristic plant species present at the site, especially the potential hybridization partners are noted as well. Leaf samples are normally taken from individual plants, which will be stored in labeled Eppendorf containers. In large populations, ten leaves

of ten OSR individuals will be collected as a composite sample. Leaf samples will be cooled until lab analysis.

The subsequent evaluation whether sampled OSR leaves stem from transgenic plants or GM free material involves rapid tests. The tests clarify whether the proteins are present in leaf tissues that confer a tolerance to the herbicides glyphosate and glufosinate. Tests normally give unambiguous results. In case of positive or unclear results the samples in question will be subjected to a Real Time PCR. Sample material must be deep frozen for further analyses and will be stored for a defined period that is agreed upon with the contracting authority.

Finally, the results will be documented in an informative report and in a GIS project. All raw and mapping data as well as the results of the GM tests will be stored electronically in archives. Digital photographs of the test strips as well as the geo-referenced image files will be archived as well. All monitoring documents and data will be submitted electronically to the contracting agency.

After the basics of the monitoring concept had been elaborated, a pilot study was performed in April/May 2014 along the river Rhine. OSR volunteers were sampled in various harbors and in the surroundings of large OSR processing companies along the lower to the upper Rhine as well as along the rivers Neckar and Lippe. In total 136 samples were collected. Ruderal OSR populations were small in general. 50% of the occurrences consisted of 6 to 25 individuals per population, but there were mass occurrences (over 500 individuals) e.g. along harbor embankments, which point to problems during loading operations and a bad containment. Most of the OSR populations were observed and sampled along roads and railway tracks. Private company premises were excluded from the field study.

Only one sample from the Neuss Harbour (Northrhine-Westfalia) turned out to be transgenic (GT73). In a second visit in July 2014 no OSR individuals were found any more at the site and all of the nearby tested OSR volunteers appeared to be GM free. Nevertheless, the site should be monitored in the future, since it cannot be ruled out that transgenic diaspores will still be present in the seed bank.

The project resulted in a monitoring concept after EU guideline 2001/18/EC and a manual for its application. An approach was followed focusing on so-called hotspots (main transport routes, loading and processing sites and their surroundings) instead of a random sampling on the national scale. The concept is also applicable for the imports of other GM seeds (e.g. linseeds, mustard and soybean).

10 Anhang

10.1 A1 Fragenkatalog

I Fragen zum Rapsimport

1. Wieviel Rapssaat importieren Sie pro Jahr?

t

2. Aus welchen Ländern beziehen Sie hauptsächlich Raps?

3. Wieviel Raps importieren Sie aus anderen EU-Ländern (Durchschnitt der letzten 3 Wirtschaftsjahre)?

t

4. Beziehen Sie Rapssaaten auch aus außereuropäischen Ländern?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, aus welchen Ländern? _____

5. Wie hoch ist der Anteil außereuropäischen Rapses (Durchschnitt der letzten 3 Wirtschaftsjahre)?

%

6. Führen Sie Stichproben durch, um den Anteil an GV-Raps einschätzen zu können?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, wie oft im Jahr?

II Fragen zu den Transportwegen und Transportverlusten

7. Wie weit ist ihr Betrieb vom Anlegehafen bzw. von der LKW-Verladestelle oder dem Bahnhof entfernt, an dem die Rapssaat angeliefert wurde?

m

8. Wo findet die Verladung der Rapssaat statt? Außer- oder innerhalb des Betriebsgeländes?

außerhalb ☐ innerhalb ☐ keine Angabe ☐

9. Verzeichnen Sie Rapssamenverluste a) beim Verladen der Rapssaat bzw. b) beim Transport innerhalb des Betriebes (z.B. Eingang und Verarbeitung des Rapses)?

a) Verladen der Rapssaat

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

b) beim innerbetrieblichen Transport

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

10. Können Sie abschätzen, bei welchem der folgenden Transportmittel die größten Verluste verzeichnet werden?

LKW ☐ Schiff ☐ Bahn ☐

III Fragen zum Weitertransport von Raps und Rapsölderivaten

11. Liefern Sie Teile der Rapssaat zu anderen Firmen (Futtermittelproduzenten, z.B. Hühnermast) oder an kleinere dezentrale Ölmühlen?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, bitte kurz auflisten und Verladestelle angeben:

12. Produzieren und verkaufen Sie auch Rapspresskuchen und Rapsextraktionsschrote?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, wie hoch ist der Anteil an Rapspresskuchen und/oder Rapsextraktionsschroten?

Rapskuchen % Rapsextraktionsschrote _____%

Welche Firmen sind Ihre Hauptabnehmer für diese Produkte?

IV Fragen zu den betrieblichen Managementmaßnahmen

13. Welche Maßnahmen setzen Sie ein, um einen verlustfreien Transport der Rapssamen sicherzustellen?

14. Sind auf dem Betriebsgelände bereits Rapspopulationen aufgetaucht?

Ja ☐ nein keine Angabe ☐

15. Verwenden Sie Herbizide, um aufkeimende Rapssaat auf dem Betriebsgelände zu unterdrücken?

Ja ☐ nein keine Angabe ☐

Wenn ja, welche? _____

Wie oft werden diese eingesetzt? _____

Sind diese wirksam? _____

16. Erfolgt auf dem Betriebsgelände eine Mahd, um unerwünschtes Vegetationsaufkommen zu beseitigen?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, wann und wie oft wird gemäht?

17. Ergreifen Sie Maßnahmen, falls sich ein Verladeunfall ereignet?

Ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Wenn ja, welche?

10.2 A2 Kartierbogen für das Monitoring

Teil A

Aufnahmebogen zum Ruderalrapsscreening

Lfd. Nr.

Teil A:

Datum:		R-Wert:	
Bearbeiter:		H-Wert:	
Ort:		GPS Waypoint Nr.:	
Skizze im Anhang	Ja, auf google maps Ausdruck	Foto (Dateiname):	

Beschreibung des Verkehrswegs (z.B. Name und Nummer) Entfernung (m) des Rapsfundes vom Verkehrsweg

Strassentyp		
Bahnlinie		
Wasserweg		

Beschreibung der aufgefundenen Rapspopulation Länge/Größe der Beprobungsfläche (m/m²)

Populationsabgrenzung

Zahl der Individuen 1 (< 1 Expl.) 2 (1-5 Expl.) 3 (6-25 Expl.) 4 (26-50 Expl.)
 5 (51-100 Expl.) 6 (101-250 Expl.) 7 (251-500 Expl.) 8 (> 501 Expl.)

Phänologie 1 Keimling 4 Vollblüte 7 Vollreife 10 Samen komplett ausgefallen
 2 Vorblüte 5 Blühende 8 Abreifend 11 Nachblüten
 3 Blühbeginn 6 Schote noch grün 9 Einzelne aufgeplatzte Schoten

Mortalitätsfaktoren: Senescent Infektionschlorosen (pathogen)

Höhe der Individuen (m) Kleinere Größere

Rapsfelder in der Nähe? Ja Nein Entfernung vom Fundort (km)

Beschreibung der Probenahme

(Nr. bestehend aus Lfd. Nr.-plus Folgenummer)

Wieviele Pflanzen wurden beprobt?

Nr.

Andere		
Brassicaceen	<i>Brassica campestris</i>	X, ankreuzen, wenn Probe für GV-screening genommen wurde
	<i>Brassica oleracea</i>	
	<i>Brassica nigra</i>	
	<i>Brassica rapa</i>	
	<i>Diplotaxis muralis</i>	
	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	
	<i>Eruca sativa</i>	
	<i>Erucastrum gallicum</i>	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	
	<i>Raphanus sativus</i>	
	<i>Rapistrum rugosum</i>	
	<i>Sinapis alba</i>	
	<i>Sinapis arvensis</i>	
	<i>Sisymbrium</i>	
	Andere	

Vegetationstyp: 1 Ruderalgesellschaft 4 Wald- bzw. Gebüschaum offen
 2 Ackerrand 5 Wiesenrand geschlossen
 3 Gewässerrand 6 Anderer Typ, Kurzbeschreibung:

Bestandshöhe (m): Bodenbedeckung (%):

Abb. A1: Kartierbogen für das Monitoring, Teil A

Teil B

Aufnahmebogen zum Ruderalrapsscreening

Lfd. Nr.

Teil B:

Leitarten
der Gesellschaft

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

Störungen (Gesellschaft):

Müll	
Tierkot	
Verkehr	
Trockenheit	

Weitere:

Zusatzinformationen:
(besondere
Kennzeichen)

Fundort

Vegetation (Begleitflora)

Aussagen zur Mortalität
bzw. Vitalität:

Abb. A2: Kartierbogen für das Monitoring, Teil B

10.3 A3 Bestimmungsschlüssel zu *B. napus*

Tab. A1: Bestimmungstabelle zu *Brassica napus*

Art	<i>Brassica campestris</i>	<i>Brassica oleracea</i>	<i>Brassica napus</i>	<i>Brassica nigra</i>	<i>Brassica rapa</i>	<i>Diplotaxis muralis</i>	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>
							
Krone (nblätter)	goldgelb, 6-10 mm lang. Ca. 1,5 Mal so lang wie Kelch	schwefelgelb	goldgelb, 11-14 mm lg, doppelt so lang wie Kelchblätter	gelb, dunkler geadert	6-10 mm lang, ca. 1,5 mal so lang wie die Kelchblätter	5-8mm lang, hell schwefelgelb	8-15mm lang, hell schwefelgelb, Unterseite deutlich heller
Kelchblatt	abstehend	aufrecht	aufrecht abstehend		fast waagrecht abstehend	3-4mm lang,	4-7mm lang
Staubblätter	abstehend	aufrecht	± aufrecht abstehend				
Blätter	Grundblätter grasgrün, borstig rau, obere Stängelblätter sitzend mit herzförmig, stängelumfassendem Blattgrund. Blätter meist behaart und auch Stängel blaugrün bereift	Obere Stängelblätter am Grund abgerundet oder verschmälert	Obere Stängelblätter mit herzförmigem Grund, alle bläulich bereift, untere schwach behaart, obere meist kahl und halbstängelumfassend	Obere Stängelblätter gestielt oder stielartig verschmälert	Rosettenblätter grasgrün, Stängelblätter schwach bläulich bereift, alle Blätter ganz stängelumfassend und meist stark behaart	Abschnitte aller Stängelblätter breit dreieckig, bis 2-mal so lang wie breit	Abschnitte der unteren Stängelblätter schmal, >3mal so lang wie breit
Frucht				10-20 mm, 4kantig, dicht am Stängel angedrückt			
Fruchtsiele				dicht am Stängel angedrückt		173-172 mal so lang wie reife Frucht	ca. so lang wie reife Frucht
Höhe (m)	0,2-1	0,4-1,2		0,5-1	0,4-0,8	0,15-0,6	0,3-0,8
Schote				4kantig		im Kelch ohne Stiel	im Kelch mit 1-3 mm langem Stiel
Stengel						wenig-blättrig mit Grundrosette	reichblättrig ohne Rosette
Blüte	Blütenknospen von geöffneten Blüten überragt. Blütenstiel immer länger als Blüte						
Blühfenster	IV-IX	V-IX	IV-IX	VI-IX	IV-IX	VI-IX	VI-IX
Bildquelle	Brassica rapa subsp. campestris, raapstelen bloeiwijze (2) von Rasbak unter CC BY-Sa 2.5	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Brassica+oleracea	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Brassica+napus	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Brassica+nigra	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Brassica+rapa	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Diplotaxis+muralis	http://www.guethers-blaich.de/pflseite.php?par=Diplotaxis+tenuifolia

<i>Eruca sativa</i>	<i>Erucastrum gallicum</i>	<i>Hirschfeldia incana</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Rapistrum rugosum</i>	<i>Sinapis alba</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
							
gelblich-weiß, violett geadert, Pflanze unangenehm riechend	7-8mm lang, weißlich gelb, grünlich geadert	blassgelb, oft dunkler geadert	hellgelb, selten weiß und violett geadert	violett oder weiß und dunkel geadert	zitronengelb	hellgelb	schwefelgelb
	fast aufrecht						
leierförmig fiederteilig, beim Zerreiben eigenartig unangenehm riechend		meist dicht grauhaarig, leierförmig fiederschnittig			untere leierförmig fiederschnittig	leierförmig fiederspaltig	ungleich grob gezähnt, untere fast leierförmig
	im Kelch nicht oder kaum gestielt, Fruchtschnabel fast stets samenlos, linealisch walzig		perlschnurförmig eingeschnürte Gliederschote	nicht eingeschnürte schwammige Beere		meist steifborstig, 4-8 gelbliche Samen	Frucht kahl oder nur wenig behaart, 8-13 schwarze Samen
		keulig					
0,05-0,4	0,3-0,6	0,2-1	0,3-0,6	0,3-1	0,25-0,6	0,3-0,6	0,3-0,6
aufrecht, kantig gestreift							
	Untere Blüte mit Hochblättern	Blütenstand später stark verlängert			Blütenstiele höchstens so lang wie der Kelch		
V-VI	V-X	V-X	VI-X	V-VI	VI-X	VI-VII	VI-X
http://www.gerhard.nitter.de/Steckbriefe/Eruca-sativa.html	http://www.gue-nther-blaich.de/pflseite.php?par=Erucastrum-gallicum	http://www.gue-nther-blaich.de/pflseite.php?par=Hirschfeldia-incana	http://www.gerhard.nitter.de/Steckbriefe/Raphanus-raphanistrum.html	http://www.gerhard.nitter.de/Steckbriefe/Raphanus-sativus.html	http://www.gue-nther-blaich.de/pflseite.php?par=Rapistrum-rugosum	http://www.gerhard.nitter.de/Steckbriefe/Sinapis-alba.html	http://www.gerhard.nitter.de/Steckbriefe/Sinapis-arvensis.html

10.4 A4 Schlüssel zur Bestimmung von Vegetationstypen

Tab A2: Schlüssel zur Bestimmung von Vegetationstypen

	Arten	deutscher Name	Kennzeichnung	Besonderheit
Ruderalgesellschaft	<i>Stellaria media</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Bromus sterilis</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Holcus lanatus</i>	Gewöhnliche Vogelmiere, Löwenzahn, Tauben-Trespe, Kletten-Labkraut, Wolliges Honiggras	Wegränder, Verkehrsiseln, unbefestigte Wege, Industriebrachen	
Ackerrand	<i>Plantago major</i> , <i>Poa annua</i> ,	Breitwegerich, Einjähriges Rispengras	Häufig Wiesencharakter mit trittfesten Arten	Nitrophile Ausprägung mit Stickstoffzeigern wie <i>Taraxacum officinale</i> und <i>Chelidonium majus</i>
Gewässerrand	Ruderal- und Wiesenvegetation als auch Felsvegetation mit <i>Sedum spec.</i>	Fetthenne	Naturferne Ufer im Hafenbereich	
Wald-/Gebüschaum	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Ligustrum vulgare</i>	Roter Hartriegel, Schlehe, Gewöhnlicher Liguster		An nährstoffreichen Stellen wächst <i>Sambucus nigra</i>
Wiesenrand	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Trisetum flavescens</i> , <i>Alchemilla vulgaris</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i>	Knaulgras, Deutsches Weidelgras, Wiesen-Rispengras, Wiesen-Goldhafer, Spitzlappiger Frauenmantel, Wiesen-Kerbel	Meist geschlossene Gesellschaft mit hohem Anteil an Gräsern. Sträucher und Bäume kaum bzw. nicht vorhanden und Kräutern	

Weitere Anhänge (A5-A8) befinden sich auf beiliegender CD:

10.5 A5 Liste der Standorte (digital als kmz-Datei)

10.6 A6 Fotos von allen Standorten (im Ordner „Fotos“)

10.7 A7 Excel-Datei mit allen in der Untersuchung erhobenen Daten

10.8 A8 Fotos aller Ergebnisse von Teststreifen-Untersuchungen (im Ordner „Teststreifen“)