Abschlussbericht

Verbund 7: **„Methodenentwicklung für ein anbaubegleitendes Monitoring von GVP im Agrarökosystem“**

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
AN: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF e.V.), Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg UA: Büro für Landschaftsökologie und Umweltstudien (BLaU), Wiesenstraße 8, D-37073 Göttingen	031-2629 D

Vorhabenbezeichnung des ZALF-Projektes (Auftragnehmer):

„Anbaubegleitendes Monitoring gentechnisch veränderter Nutzpflanzen in praxisüblichen Fruchtfolgesystemen“

Bezeichnung des Unterauftrags des Büros für Landschaftsökologie und Umweltstudien (Unterauftragnehmer):

„Evaluierung standörtlicher, zönotischer und landschaftsstruktureller Komponenten zur Entwicklung eines anbaubegleitenden Monitoring“

Laufzeit des Vorhabens:

1. Juni 2001 bis 31. Dezember 2004 (nach kostenneutraler Verlängerung – ZALF e.V.)

Der Unterauftrag ist in das Vorhaben des Zentrums für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF e.V.): „Anbaubegleitendes Monitoring gentechnisch veränderter Nutzpflanzen in praxisüblichen Fruchtfolgesystemen“ eingegliedert.

Bearbeiter: Dr. Gerd Neemann
Michael Karwasz
Mathias Weitemeier
Edeltraut Zepernick

Gliederung

		Seite
I.	**Kurzdarstellungen**	
1	Aufgabenstellung	3
1.1	Aufgaben des Gesamtprojektes	3
1.2	Aufgaben des Unterprojektes	3
1.3	Methodik zur Erreichung der Ziele	4
2	Durchführungsvoraussetzungen	6
3	Planung und Ablauf des Vorhabens	10
4	Wissenschaftlicher Stand vor Beginn des Vorhabens	10
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	14
II.	**Eingehende Darstellungen**	15
1	Ergebnisse der Landschaftsuntersuchungen	15
1.1	Räumliche Einteilung der Agrarlandschaften und Oberflächennutzung	15
1.2	Landwirtschaftliche Nutzung in den Agrarlandschaften	19
1.3	Beispiele für die jährliche Variabilität der angebauten Kulturarten und der Flächenzuschnitte	23
1.4	Kartierung und Bewertung nicht-landwirtschaftlich genutzter Lebensräume	24
1.5	Vorkommen gestörter Biotope in den Agrarlandschaften und Landschafts-ausschnitten	29
1.6	Bedeutung des Raps- und Weizenanbaus in den 22 Landschaftsausschnitten	33
1.6.1	Raps (*Brassica napus* L., spp. *oleifera*)	33
1.6.2	Weizen (*Triticum aestivum* L.)	35
1.7	Verfahren zur Auswahl von Monitoringflächen	37
2	Ergebnisse der Dauerflächenkartierungen	42
2.1	Vegetationsuntersuchungen auf Dauerquadraten mit herkömmlichen Kulturen	43
2.2	Vegetationsuntersuchungen auf Flächen mit und ohne GVP-Anbau	47
3	Aufwandsabschätzung	49
4	Exkurs: Vorschläge für die Flächenauswahl zum Monitoring nicht-domestizierter GVP am Beispiel von Pappeln	49
5	Voraussichtlicher Nutzen der Ergebnisse	51
6	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt	52
7	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen	53

I. Kurzdarstellungen

1 Aufgabenstellung

1.1 Aufgaben des Gesamtprojektes

Das übergeordnete Ziel des Verbundprojektes „Methodenentwicklung für ein anbaubegleitendes Monitoring von GVP im Agrarökosystem“ liegt in der Erarbeitung von Vorschlägen für Strukturen und Modelle zum Aufbau eines Netzwerkes von regelmäßig zu kontrollierenden Flächen, das gemäß Anhang VII der EU-Richtlinie 2001/18 für das anbaubegleitende Monitoring (*general surveillance*) nach dem Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Organismen gefordert ist. Mit Hilfe dieses Flächennetzwerkes sollen potentiell negative Wirkungen von gentechnisch veränderten Pflanzen in Agrarlandschaften frühzeitig erkennbar werden.

Bei der Auswahl der Beobachtungsstandorte spielt die Einbeziehung bereits bestehender Beobachtungssysteme und Netzwerke aus den Bereichen Landwirtschaft und Umwelt eine große Rolle. Bezogen auf den Gesamtverbund sollen die in den Teilprojekten des Verbundes auf verschiedenen Beobachtungsebenen erzielten Resultate und Erfahrungen zusammengeführt werden. Die im Verbund betrachteten Ebenen reichen von Mikroorganismen- und Pilzgemeinschaften des Bodens über die Typisierung einzelner Ackerstandorte und detailliert charakterisierten Anbauregionen bis zur Erfassung und Bewertung überregionaler Netzwerke der Datenerhebung.

1.2 Aufgaben des Unterprojektes

Das Untervorhaben hat zum Ziel, methodische Ansätze zu entwickeln, die geeignet sind, auf empirischen Wege potenzielle Umweltbeeinflussungen durch den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) primär auf der Ebene von Pflanzengemeinschaften festzustellen. Aufgrund des stark rückläufigen Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) war ein Vergleich zwischen GVP-Anbau und herkömmlicher Bewirtschaftung allerdings nur in wenigen Fällen möglich. Der Schwerpunkt der Arbeiten der Jahre 2001 bis 2004 liegt daher auf der vergleichenden Betrachtung herkömmlicher Anbauweisen in verschiedenen Agrarlandschaften im Sinne einer Erfassung des status-quo.

Häufig diskutierte Hypothesen im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen struktureller und funktioneller Eigenschaften von Ökosystemen oder auch der biologischen Vielfalt gehen davon aus, dass bestimmte neue Merkmale gentechnisch veränderter Nutzpflanzen eine Steigerung der „*fitness*“ der Sorten bewirken können und so deren Verhalten in Richtung „Wildpflanze“ modifizieren („*weediness*“, WILHELM et al. 2003). Am ehesten zu erwarten sind entsprechende Verhaltensmodifikationen bei Kulturarten, die bekannt dafür sind, dass sie entweder als Durchwuchsunkräuter auf Äckern oder als „verwilderte“ außerhalb von Äckern auftreten - mit zumeist jedoch recht geringer Persistenz. Unter den Kulturarten, die zurzeit Gegenstand gentechnischer Veränderungen und von Freisetzungen sind, trifft das vor allem auf den Raps und auf Getreidearten, z.B. den Weizen, zu. Neue Merkmale, die u.U. eine „Fitness-Modifikation“ im Sinne einer Stärkung oder Schwächung der Konkurrenzfähigkeit auslösen könnten, wären:

- Ausprägungen von Krankheits-/Schädlingsresistenzen,
- Beeinflussungen von Stoffwechselleistungen,
- Veränderungen des Phänotyps,
- Veränderungen des Sekundärmetabolismus,
- Erhöhung der Frosttoleranz (Winterhärte).

Ein Vergleich der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Kulturpflanzen mit den Wirkungen herkömmlicher Arten hat auf der Wahrscheinlichkeit einer spezifischen Verhaltensänderung, die in der jeweiligen Pflanzenart-/Merkmalskombination vermutet wird, zu erfolgen.

Gleichzeitig macht der Typ der angenommenen Umweltwirkungen deutlich, dass ein Monitoring dieser Effekte nicht an der Grenze eines Schlages halt machen kann, sondern bestimmte außerhalb liegende Lebensräume in die Beobachtungen einzubeziehen sind. Die genannten Inhalte wurden mit Hilfe der Erfassung landschaftlicher Strukturen und der landwirtschaftlichen Nutzung sowie von gezielten Vegetationskartierungen innerhalb und außerhalb von Ackerflächen bearbeitet.

1.3 Methodik zur Erreichung der Ziele

Sämtliche Vor-Ort-Erhebungen besitzen einen direkten Bezug zu brandenburgischen Landschaften und den dort wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben. In Zusammenarbeit mit dem ZALF e.V. wurden insgesamt zehn Betriebe in sechs brandenburgischen Landschaften ausgewählt. Sämtliche vegetations- und landschaftsbezogenen Erhebungen erstreckten sich über drei Vegetationsperioden.

In jeder Agrarlandschaft sind in der Regel vier zu untersuchende Ausschnitte („Probeareale“) von je 9 km^2 Größe (3 km x 3 km) ausgewählt worden. In jedem Ausschnitt befindet sich zusätzlich ein Schlag (i. d. R. im Zentrum des Ausschnitts), auf dem jeweils neun Dauerquadrate von je 4 m^2 Größe für detaillierte regelmäßig wiederholte Vegetationsuntersuchungen eingerichtet wurden. Bedingung für die Auswahl der intensiv zu untersuchenden Einzelschläge war deren Bewirtschaftung nach einer möglichst betriebstypischen Fruchtfolge während der drei Jahre.

Die im Unterprojekt zu bewältigenden Vor-Ort-Aufgaben gliedern sich in folgende Aspekte:

1) Kartenmäßige Erfassung sämtlicher bewirtschafteter und unbewirtschafteter Lebensräume eines jeden Landschaftsausschnitts
2) Registrierung der angebauten Früchte auf sämtlichen Schlägen eines Landschaftsausschnitts über die Jahre 2002, 2003 und 2004
3) Kartierung der Vegetation nicht landwirtschaftlich genutzter, mehr oder weniger häufig gestörter Lebensräume mit einem unterschiedlich hohen Anteil annueller Arten (i.d.R. ruderale und/oder halbruderale Biotope)
4) Kartierung der Vegetation in Dauerquadraten auf den ausgewählten herkömmlich bewirtschafteten Einzelschlägen an zumeist drei Terminen in einer Vegetationsperiode
5) Vergleichende Kartierung der Vegetation in Dauerquadraten von Schlägen mit GVP-Anbau und von Schlägen ohne GVP-Anbau

Mit Hilfe der landschaftsbezogenen Erhebungen wird im Wesentlichen die Biotopvielfalt der Agrarlandschaften erfasst. Diese Erhebungen dienen einerseits zur Feststellung landschaftstypi-

scher Lebensraumstrukturen, andererseits zur Prüfung eines Verfahrens zur Erfassung von möglichen über die landwirtschaftliche Nutzfläche hinausreichenden Umweltbeeinflussungen durch den Anbau von GVP´s. Werden gentechnisch veränderte Kulturarten angebaut, die durch das neue Merkmal ein geändertes Verhalten aufweisen, lassen sich durch die Einbeziehung nicht-landwirtschaftlicher gestörter Flächen in die Beobachtung folgende Aspekte aufzeigen:

- Ausbreitungs- oder Verwilderungstendenzen der Kulturpflanzen,
- das Vorkommen verwilderter Kulturpflanzen und wildverwandter Arten außerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie
- nach Probenahme und molekularbiologischer Analyse: mögliche Einkreuzungen in bereits verwilderte Kulturpflanzen außerhalb von Feldern oder in deren dort wachsenden wildverwandte Arten.

Das für Agrarlandschaften typische Nebeneinander von Nutzflächen und nicht-bewirtschafteten, mehr oder weniger häufig gestörten und gleichzeitig landschaftsgliedernden Elementen (z.B. Feldraine, Brachflächen, Feldgehölze, Wege und Wegränder sowie Gewässerränder oder Hecken und Gebüsche, Waldränder) kann u.U. die Ausbreitung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen begünstigen. Allerdings ist eine Abstufung der gestörten Biotope im Hinblick auf ihre Eignung als Ausweichlebensraum sinnvoll (s. Kap. II. 1)

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind für verschiedene in der Diskussion befindliche Expositionsprobleme beim Anbau von GVP nutzbar, z.B.

- zum Erkennen von Tendenzen zur Verwilderung/Ausbreitung von GVP in Agrarlandschaften (innerhalb und außerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen),
- zur Verifizierung eines Auftretens artgleicher Nutzpflanzen (z.B. Unkrautgetreide oder -raps) in und außerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen zum Nachweis oder zur Falsifizierung evtl. Einkreuzungen (Festlegung der Probenahmestellen),
- zur Verifizierung des Auftretens verwandter Arten der Nutzpflanzen in und außerhalb von LN zum Nachweis oder zur Falsifizierung evtl. Einkreuzungen aus GVP´s (Festlegung der Probenahmestellen),
- zur Abschätzung der Bedeutung von Randbiotopen an Äckern für die Abundanz von Nutz- und Schadinsekten auf Ackerflächen (*konnte im Vorhaben aus Kostengründen jedoch nicht explizit bearbeitet werden*),
- zur Frage der Beeinflussung der „Diversität in Anbauflächen“ durch GVP (z.B. bei Herbizid-Toleranz), in diesem Fall können die Untersuchungsergebnisse zumindest einen Betrag leisten zur Klärung des „status-quo“ bei konventionellen Anbauverfahren,
- zur Dokumentation des Ausbreitungsverhaltens nicht-domestizierter Pflanzenarten in Agrarlandschaften (vorgestellt am Vorkommen von Pappeln), die als gentechnisch veränderte Pflanzen in der Erprobung sind und zukünftig u.U. Inverkehrbringenszulassungen erhalten könnten (z.B.: gv-Pappeln).

Mit Hilfe der regelmäßig wiederholten Vegetationskartierungen in Dauerquadraten soll eine Methode im Hinblick auf ihre Eignung (Empfindlichkeit) zur Indikation von Beeinflussungen der Segetalvegetation eines Ackers geprüft werden. Kartierungen wurden auf je einem Acker pro Landschaftsausschnitt durchgeführt. Die untersuchten Äcker werden zwar fast ausschließlich herkömmlich bewirtschaftet, lassen jedoch Aussagen zu über den mit der Methode verbundenen

Aufwand sowie über die Bedeutung z.B. von Raps- oder Getreidedurchwuchs im Laufe der jeweiligen Fruchtfolge.

Direkte Schlüsse über den Einfluss der Herbizid-Resistenztechnik auf die Bodenvegetation sind nur ableitbar aus den wenigen GVO-Freisetzungsversuchen, die während der Untersuchungsjahre durchgeführt wurden. In allen Fällen handelte es sich um Kulturarten (Raps und Mais) mit Herbizidtoleranz. Der Einfluss der HR-Technik kann bei diesem Ansatz nur im Vergleich mit herkömmlich bewirtschafteten Flächen erkannt werden.

Die Auswertung des sehr umfangreichen während der drei Jahre angefallenen Materials erlaubt einerseits Aussagen über Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den sechs Landschaften und auch zwischen den jeweils 9 km^2 großen Landschaftsausschnitten. Das Ziel der kartenmäßigen sowie der statistischen Landschaftsauswertungen ist letztlich die Auswahl von Landschaftsausschnitten, die sich aufgrund ihrer Bewirtschaftung und der Ausstattung mit nichtlandwirtschaftlich genutzten gestörten Lebensräumen als Bestandteile eines Monitoringnetzwerkes eignen. Die Methode stellt daher einen ökologisch begründbaren Ansatz für die Auswahl von Monitoringflächen dar.

Die Entwicklung eines methodischen Instrumentariums zur Auswahl geeigneter Landschaftsausschnitte bildet daher das übergeordnete Ziel der dreijährigen Erhebungen in Brandenburg. Diesem Ziel haben wir uns mit Hilfe eines „bottom-up-Ansatzes“, also durch Kartierungen und Erkundungen „Vor-Ort“ genähert. In den ausgewählten Ausschnitten sollten die für das praktische anbaubegleitende Monitoring relevanten Untersuchungen durchgeführt werden.

2 Durchführungsvoraussetzungen

Die auf intensiven Vor-Ort-Untersuchungen („bottom-up-Ansatz“) beruhenden Aufgabenstellungen und Ziele des Unterprojektes ließen sich nur realisieren durch die enge Zusammenarbeit mit dem „Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie“ des ZALF e.V. (Müncheberg).

Tab. 1: Name und Charakteristika der sechs ausgewählten Agrarlandschaften

Westliche Prignitz	Altmärkisches Altmoränenland, Nordwest-Brandenburg, sandige Deckschichten auf Grundmoräne, in Talungen bodenfeucht
Nördliche Uckermark	Nordostbrandenburgisches Jungmoränenland, häufig Sandlöss-Deckschichten auf Lehmplatte, trocken bis feucht in Tallagen
Barnim-Lebuser Platte	Nordost- bis Ostbrandenburgisches Jungmoränenland, sandige Deckschichten auf Grundmoräne, überwiegend trocken mit feuchten Tälern
Oderbruch	Holozäne Auenlandschaft, Ost-Brandenburg, grundwasser-feucht
Nuthetal	Urstromtal, Mittel-Brandenburg, sandig bis lehmige Oberböden, grundwasser-feucht
Hoher und Niederer Fläming	Nordostdeutsches Altmoränenland, Südwest-Brandenburg, sandige Deckschichten mit schmalem Sandlöss-Streifen auf Lehmplatte, überwiegend trocken, schmale feuchte Täler

Tab. 2: Name und Lage der zehn ausgewählten Betriebe

Landschaft	Ort	Betrieb
Westliche Prignitz	Burow	Agrargenossenschaft Pirow e.G.
	Pirow	
	Karstädt-Blüthen	Agrargenossenschaft Karstädt e.G.
	Karstädt-Postlin	
Nördliche Uckermark	Dauer	Agrargenossenschaft „Uckermark“ Agrar e.G., Dauer
	Göritz-Malchow	
	Falkenhagen	Forschungsstation Landwirtschaft Dedelow des ZALF e.V.
	Ellingen	
Barnim-Lebuser Platte	Schönfließ	Agrarprodukte Mallnow-Schönfließ e.G.
	Seelow	Landwirtschaftliche Vermögensverwaltungsgesellschaft, Seelow
	Frankenfelde	Agrargenossenschaft „A.D. Thaer“, Schulzendorf
	Rädekow	
Oderbruch	Mallnow	Agrarprodukte Mallnow-Schönfließ e.G.
	Alt-Langsow-Süd	Landwirtschaftliche Vermögensverwaltungsgesellschaft, Seelow
	Alt-Langsow-Nord	
	Bliesdorf	Agrargenossenschaft „A.D. Thaer“, Schulzendorf
Nuthetal	Stülpe	Agrargenossenschaft „Der Märker“ e.G., Jänickendorf
	Schönfeld	
Hoher Fläming	Dahnsdorf-West Dahnsdorf-Ost	Landwirtschaftlicher Betrieb Sternberg
Niederer Fläming	Illmersdorf Hohenseefeld	Agrargenossenschaft Fläming, Ihlow-Illmersdorf e.G.

Ohne die dort vorhandenen Verbindungen zu regionaltypisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben sowie den Kenntnissen über Produktionsweisen und Agrarlandschaften im Land Brandenburg wäre das Projekt in dem Zeitrahmen nicht durchführbar gewesen (Tab. 1 und 2).

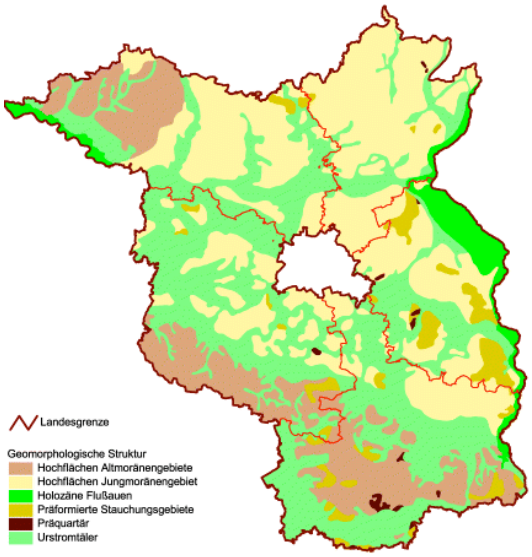


Abb. 1: Geomorphologische Struktur des Bundeslandes Brandenburg (LUTZE et al., 2000)

Um den agrar- und landschaftsökologischen Ansatz des Unterprojektes verfolgen und dessen Ergebnisse landschaftsbezogen interpretieren zu können, bildet das vorhandene Wissen über die räumliche Verteilung der standörtlichen Voraussetzungen eine entscheidende Grundlage.

Zur Charakterisierung der natürlichen standörtlichen Variabilität in Brandenburg und ihrer Bedeutung für die landwirtschaftliche Produktion hat die vom „Institut für Landschaftssystemanalyse“ des ZALF e.V. erstellte Studie zur Charakterisierung von Agrar-Umwelt-Potentialen entscheidende Hinweise geliefert (LUTZE et al., 2000: Abb. 1 und 2).

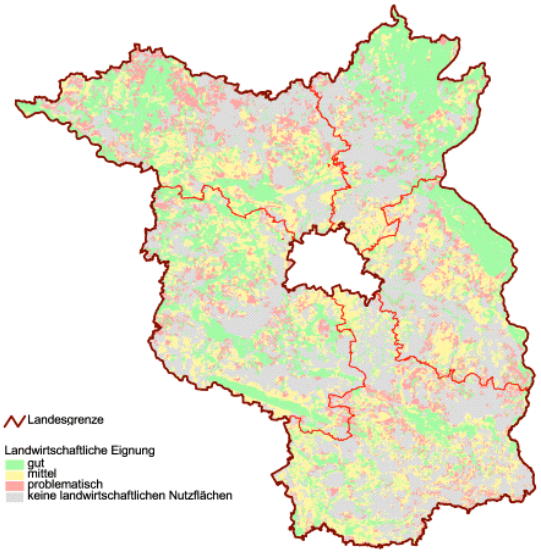
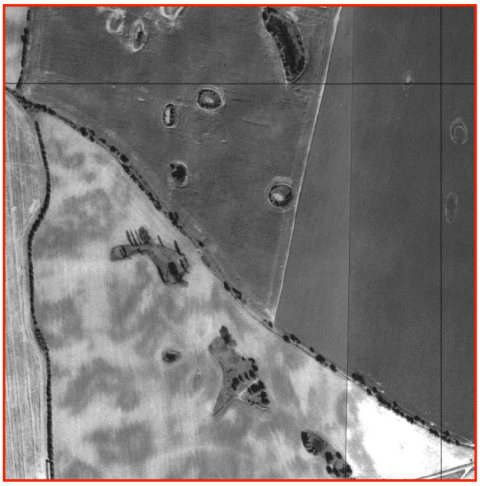


Abb. 2: Eignung brandenburgischer Landschaften für die landwirtschaftliche Produktion (LUTZE et al., 2000) – (Anm.: die Abgrenzung der fünf Territorien in der Karte ist für das Projekt irrelevant)

Ein entscheidendes Hilfsmittel für die quantitative Auswertung der zu beschreibenden Landschaftsausschnitte bilden Luftbilder oder digitale topographische Karten („Orthophotos“).

Luftbild der
Probefläche 19 Falkenhagen (Uckermark),
Ausschnitt



M 1:10.000

Abb. 3: Detail aus einem als Kartiergrundlage dienendem Luftbild eines Landschaftsausschnittes aus der Uckermark (Ausschnitt „Falkenhagen“)

Sie wurden für die 22 ausgewählten und jeweils 9 km^2 großen Landschaftsausschnitte vom Landesvermessungsamt des Landes Brandenburg bezogen (Maßstab 1 : 10.000, Abb. 3).

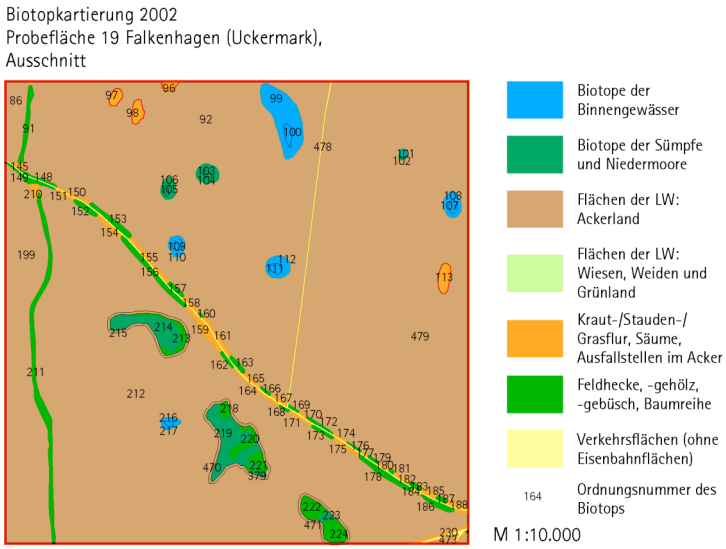


Abb. 4: Detail einer Biotopkarte, dargestellt auf der Fläche des oben gezeigten Luftbildes (Ausschnitt „Falkenhagen“)

Zur quantitativen Auswertung der digitalen Landschaftsdaten diente ein zur Landschaftserfassung geeignetes CAD-Programm. Auf der Basis von Vor-Ort-Aufnahmen und von Luftbildern wurden die Lage und die Flächenanteile sämtlicher Biotope in den Landschaftsausschnitten mit Hilfe dieses Programms flächenmäßig erfasst (Abb. 4). Die statistische Auswertung der Daten sowie die Erstellung der Grafiken erfolgte mit dem Programm „Microsoft-Excel“.

Durch regelmäßig wiederholte Vegetationsanalysen auf vorher festgelegten Dauerquadraten in Anbaufeldern wurde der Einfluss landwirtschaftlicher Praktiken auf die Bodenvegetation untersucht. Die Dauerquadrate wurden mit Hilfe flexibler Markierungsstäbe kurz nach der Aussaat gekennzeichnet. Entsprechende Maßnahmen sind nur durchführbar, wenn die Nutzer oder Eigentümer der Flächen vorher genau über die Vorhaben informiert werden. Zudem sind mit den Landwirten Vereinbarungen über das Betreten der Flächen sowie über die Zeiten zwischen Aufstellen und Entfernen der Stäbe zu treffen.

Wegen des zunehmend rückläufigen Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) beschränkte sich der geplante Vergleich zwischen dem Anbau herkömmlicher und gentechnisch veränderter Kulturen auf zwei Beispiele: auf die Versuchsflächen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Dahnsdorf (herbizidtoleranter Raps und Mais) sowie auf ein Versuchsfeld im Oderbruch (herbizidtoleranter Mais).

Unbedingte Voraussetzungen für das Gelingen des Unterauftrages waren eingehende Kenntnisse der Bearbeiter über die Produktionsweisen moderner landwirtschaftlicher Marktfruchtbetriebe, Kenntnisse über die geomorphologische und lebensraumbezogene Ausstattung und die Struktur von Agrarlandschaften sowie vertiefte Artenkenntnisse. Unbedingt müssen sich die Bearbeiter auf längere Abwesenheiten einstellen.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Durchführung des Vorhabens wurde durch zwei Aspekte erschwert:

- den verspäteten Beginn
- den Rückgang von Freisetzungen gentechnisch veränderter Pflanzen.

Der Projektbeginn war ursprünglich für Anfang April 2001 geplant, begonnen werden konnte jedoch erst am 1. Juni 2004. Da auf Seiten des ZALF e.V., Herr Dr. Graef, als Verantwortlicher für das Hauptprojekt sowie die für Zuarbeiten vorgesehene technische Mitarbeiterin, Frau E. Zepernick, erst im September eingestellt wurden, waren koordinierende Abstimmungen anfänglich schwer zu realisieren. Das betraf vor allem die ursprünglich für 2001 geplante komplette Auswahl aller zu untersuchenden Landschaften und Landschaftsausschnitte. Letzteres war wegen der zeitlichen Verschiebungen erst im Frühjahr 2002 möglich. Im Jahr 2001 beschränkten sich daher unsere Freilandaktivitäten auf Untersuchungen auf zwei Freisetzungsstandorten, dem Forschungsversuch der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Dahnsdorf (Hoher Fläming) und dem Freisetzungsvorhaben der Fa. MONSANTO im Oderbruch.

Die zeitliche Verschiebung der Flächenauswahl hatte allerdings den Vorteil, dass in der Zwischenzeit immer klarer wurde, dass der Arbeitsschwerpunkt: Vergleich GVP-/ Nicht-GVP-Anbau aufgrund des Rückzugs der Pflanzenzüchter aus dem Bereich Freisetzungen in der vorgesehenen Breite nicht zu realisieren sein würde. Wir waren daher zeitlich noch in der Lage, den inhaltlichen Schwerpunkt zu verschieben. Statt wie vorgesehen, vier Agrarlandschaften eingehend zu betrachten, haben wir den landschaftsbezogenen Teil des Projektes um zwei auf sechs Landschaften und auf 22 Landschaftsausschnitte erweitert.

Gemäß Antrag waren in den Landschaftsausschnitten Erhebungen in drei aufeinander folgenden Jahren (2001, 2002, 2003) vorgesehen, um vor allem Fruchtwechselaspekte erkennen zu können. Da dem ZALF e.V. wegen des verspäteten Beginns eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes bis Ende 2004 bewilligt wurde, konnten wir auch dieses Ziel noch erreichen, da wir den in der eigentlichen Projektlaufzeit nicht mehr zu realisierenden dritten Durchgang im Sommer 2004 nachgeholt haben.

Die ursprünglich vorgesehenen Projekt-Meilensteine ließen sich daher, wenn auch in etwas anderer Gewichtung und mit anderem zeitlichen Ablauf, realisieren.

4 Wissenschaftlicher Stand vor Beginn des Vorhabens

In der EU-RL 2001/18/EG (Freisetzungsrichtlinie) wird in Art. 13 (Ansatz 2, Punkt e) die Aufstellung eines Überwachungsplanes gemäß Anhang VII gefordert. In Anhang VII heißt es, dass durch den Überwachungsplan u.a. „das Auftreten schädlicher Auswirkungen des GVO oder dessen Verwendung auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt zu ermitteln (sind), die in der Umweltverträglichkeitsprüfung nicht vorhergesehen wurden" („allgemeine überwachende Beobachtung auf schädliche Auswirkungen"). Weiter wird gefordert, dass der Überwachungsplan „die systematische Beobachtung der Freisetzung eines GVO in das Aufnahmemilieu (...) erleichtern" soll.

Das Untervorhaben hatte daher primär zum Ziel, eine praxisorientierte Umsetzung der Forderungen des Anhang VII der RL 2001/18/EG voran zu treiben. Ausgehend von den Forderungen lag das Ziel des Unterprojektes daher in der Entwicklung und Erprobung von Methoden, mit deren Hilfe ein an konkrete Agrarregionen und deren Standortbedingungen angepasstes Monitoring, das die geforderte allgemeine überwachende Beobachtung ermöglichen soll, aufzubauen ist. Insbesondere sollten das Langfrist-Verhalten und damit evtl. verbundene potenzielle Umweltrisiken von transgenen Nutzpflanzen auf den Anbau- und den benachbarten Flächen dokumentierbar sein.

a) Landschaftsorientierte Erhebungen:

Die zur Landschaftseinteilung und -beschreibung erforderlichen Vorkenntnisse stammten vorrangig aus dem am ZALF e.V. durchgeführten Projekt: „Integrative, modellgestützte Studie zur Charakterisierung von Agrar-Umwelt-Potentialen im Land Brandenburg“ – ELANUS-Projekt (LUTZE et al. 2000). Erfahrungen mit der Kartierung und räumlichen Bedeutung von gestörten Lebensräumen besaß die Arbeitsgruppe von Prof. Gutsche an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA, Kleinmachnow, z.B. ENZIAN et al., 2000 und KÜHNE et al., 2000). Die Einteilung der gestörten Biotope nach Strukturklassen erfolgte nach der bundesweit gültigen „Systematik der Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung (Kartieranleitung)“ des Bundesamtes für Naturschutz (BfN, 2002). Aufbauend auf diesen Vorkenntnissen ließen sich folgende Ziele erreichen:

- Einteilung brandenburgischer Landschaften unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten
- Beschreibung landwirtschaftlicher Produktionsweisen für repräsentative Anbauregionen im Land Brandenburg, in denen zukünftig mit großer Wahrscheinlichkeit gentechnisch veränderte Kulturpflanzensorten angebaut werden (landwirtschaftliche Vorranggebiete)
- Erfassung der Struktur, der Typologie und der Artenzusammensetzung gestörter Biotope von Agrarlandschaften
- Struktureller Vergleich von Agrarlandschaften
- Auswahl von Landschaften und Landschaftsausschnitten nach ihrer Eignung als Teile eines Netzwerkes für ein anbaubegleitendes Monitoring.

b) Dauerflächenuntersuchungen:

Die Dauerbeobachtungsflächen wurden nach einem einheitlichen Schema gestaltet. Ihr Aufbau richtete sich an den Vorschlägen von PFADENHAUER et al. (1986). PFADENHAUER empfiehlt, Areale für nicht-destruktive Vegetationserhebungen in landwirtschaftlich genutzten Gebieten als rechteckige Rasterflächen anzulegen, von denen jedes Raster aus neun Einzelflächen von je 1 m^2 Fläche besteht. Dem Vorschlag von PFADENHAUER wurde nur für die Daueruntersuchungen auf den Flächen gefolgt, auf denen GVO ausgebracht wurden. Auf den wesentlich größeren herkömmlich bewirtschafteten Feldern besaß jedes Einzelquadrat eine Größe von 4 m^2.

Zur Dokumentation möglicher Umweltveränderungen durch den Anbau von GVP wurden Methoden eingesetzt, die sich für die Indikation von Veränderungen auf der Ebene der Phytozöno-

sen bewährt haben (BISCHOFF et al. 2000, DIERSCHKE 1994, HOFFMANN-KROLL et al. 2000, NEEMANN et al. 1999, RUNGE et al. 1989, SCHMIDT 1974). Damit waren folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen innerhalb von herkömmlich bewirtschafteten Feldern
- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen innerhalb von Flächen mit gentechnisch veränderten Pflanzen
- Nutzung der Ergebnisse zur Indikation von Umweltveränderungen

c) Auswerteverfahren:

Sämtliche strukturbildenden Flächen der 22 neun km^2 großen Landschaftsausschnitte (Felder und sonstige Lebensräume) wurden mit Hilfe eines für Landschaftsanalysen zu nutzenden CAD-Programms („Vector Works - Landscape“) quantitativ erfasst, gegeneinander abgegrenzt und nach dem bundesweit gültigen Schlüssel des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) einem Biotoptyp zugeordnet (BfN 2002). Parallel wurden die Daten jeden Lebensraumes (Typ, Fläche, Umfang, Lage) in einer Datenbank zur Weiterverarbeitung gespeichert. Die Ergebnisse waren nach Durchlauf der notwendigen Prozeduren in Kartenform und auch statistisch verfügbar. Sie bilden die quantitative Basis für den Vergleich der Agrarlandschaften und der Anbauverhältnisse. Grundlage dieser Arbeiten bildeten Luftbilder im Maßstab 1 : 10.000.

Aus den Ergebnissen der Analyse sind statistisch die für eine Agrarlandschaft typischen durchschnittlichen Nutzungs- und Ausstattungsmerkmale abzuleiten. Sind sie bekannt, ist sowohl der Vergleich der Agrarlandschaften, als auch die Suche nach Ausschnitten möglich, die die für eine Agrarlandschaft typische Ausstattung aufweisen. Letzteres wurde mit dem MS-Office-Programm Excel durchgeführt. Folgende Ziele waren so erreichbar:

- Quantifizierung landschaftsbezogener Daten
  - Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzung
  - Erfassung der Lebensraumvielfalt
- Statistische Auswertungen
- Schaffung eines Bewertungsschlüssels als Voraussetzung für die Auswahl von für ein Monitoring geeigneten Flächen

Das Ziel der Erhebungen bildet die Ableitung von für jede Agrarlandschaft typischen Ausschnitten als Orientierungspunkte für ein Messnetz zur Installation eines anbaubegleitenden Monitoring. Die Ergebnisse fließen ein in die vom ZALF e.V. modellhaft erarbeiteten Raumgliederungen. Letztlich soll Das Beispiel der brandenburgischen Agrarregionen soll übertragbare Konzepte liefern, mit deren Hilfe ein angepasstes, optimiertes Design eines Monitoring in Agrarlandschaften etabliert werden kann.

Zur Planung des Projektes herangezogene Literatur:

BISCHOFF C., DRÖSCHMEISTER R., HETTWER C., HOFFMANN-KROLL R., SCHÄFER D., SCHODL E., SCHÜRSTEDT H., SEIBEL S., WOLF G. 2000: Konzepte und Methoden zur Ökologischen Flächenstichprobe - Ebene II: Monitoring von Pflanzen und Tieren. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Angewandte Landschaftsökologie, 33: 262 S.

BfN (Bundesamt für Naturschutz), 2002: Systematik der Biotoptypen- und Nutzungskartierung (Kartieranleitung). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 73: 169 S.

DIERSCHKE H. 1994: Pflanzensoziologie. Ulmer-Verlag, Stuttgart: 683 S.

EUROPÄISCHES PARLAMENT & RAT, 2001: Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 106/1 vom 17.4.2001.

EUROPÄISCHER RAT, 2002: Leitlinien zur Ergänzung des Anhangs VII der Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 280/27 vom 18.10.2002

ENZIAN S., KÜHNE S., FREIER B., 2000: Quantitative Schätzung von Kleinstrukturen und Saumbiotopen an Ackerflächen mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS). Symposium „Indikatorfindung für eine nachhaltige Landwirtschaft in den Bereichen Landschaft und Biodiversität“, 21.-24. Juni 2000, Freising: 53

HOFFMANN-KROLL R., BENZLER A., SCHÄFER D., SEIBEL S. 2000: Setting up National Biodiversity Monitoring for Nature Conservation in Germany - the Ecological Area Sampling (EAS). Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz, 62: 79 - 94.

KÜHNE S., ENZIAN S., JÜTTERSONKE B., FREIER B., FORSTER R., ROTHERT H., 2000: Beschaffenheit und Funktion von Saumstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Berücksichtigung im Zulassungsverfahren im Hinblick auf die Schonung von Nicht-Ziel-Arthropoden. Mitteilungen der Biol. Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft 376: 128 S.

LUTZE G., ASSMANN R., VOSS M., KIESEL J., WENKEL K.O., WIELAND R., 2000: Integrative, modellgestützte Studie zur Charakterisierung von Agrar-Umwelt-Problemen im Land Brandenburg. www.zalf.de/home_zalf/download/lsa/strukanalyse/elanus/cdinhalt/autoren.htm usw.

NEEMANN G., SCHERWASS R., BRAUN P., HEIMANN R., VAHABZADEH A. 1999: Materialien für ein Monitoring von Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen. UBA-Texte 52/99: 245 S. + Anhang.

PFADENHAUER J., POSCHLOD P., BUCHWALD R., 1986: Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1, Berichte des ANL, 10: 41 - 60.

RUNGE M., SCHAEFER M., WERNER W., CONRADY D., NEEMANN G., STICKAN W. 1989: Erarbeitung von Indikatoren für die Auswirkung von chemischen Belastungen auf Grünlandökosysteme. In: KFA Jülich GmbH (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. Jül-Spez-503 (B): 1 - 195.

SCHMIDT W. 1974: Die vegetationskundliche Untersuchung von Dauerprobeflächen. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N.F., Göttingen: 103 - 106.

VECTOR-WORKS-LANDSCAPE: CAD-Programm zur Landschaftsdatenerfassung

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Ein enger Austausch erfolgte während der gesamten Projektlaufzeit mit dem Hauptauftragnehmer des Vorhabens, dem „Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie“ des ZALF e.V. Durch die Zusammenarbeit ergaben sich zahlreiche Synergien, z.B. im Hinblick auf Raumaufteilungen, Flächen- und Betriebsauswahl. Auch wurden die Dauerflächenkartierungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in enger Absprache z.T. von eigenen, z.T. von Mitarbeitern des ZALF e.V. durchgeführt.

Im Rahmen des Verbundes 7 fanden auf Veranlassung von Dr. Schiemann regelmäßige Veranstaltungen zur Demonstration des Fortganges der Arbeiten und zur Klärung fachlich/methodischer Fragen statt. Zudem ist der Zuwendungsempfänger des Unterauftrages Mitglied der BBA-AG „Anbaubegleitendes Monitoring“ und hat auch dort über den Fortgang der Arbeiten vor einem breiten Fachgremium referiert. Die in den Diskussionen hervorgegangenen Anregungen sind stets in die weitere Projektdurchführung eingeflossen.

Von Zeit zu Zeit fand auch ein fachlicher Austausch mit der Projektgruppe GeNEERA (Bremen und Müncheberg) statt.

Zusätzlichen fachbezogenen Austausch auf dem Sektor des anbaubegleitenden Monitoring besitzt der Zuwendungsempfänger des Unterauftrages durch seine Mitgliedschaft in der „Zentralen Kommission für die Biologische Sicherheit“. Dort werden bei den Beratungen über Anträge zum Inverkehrbringen von GVO, praxisorientierte Empfehlungen zum anbaubegleitenden Monitoring (general surveillance) ausgesprochen. Die dort gewonnenen Erfahrungen sind unmittelbar in den im Rahmen des Unterprojektes entwickelten Ansatz zur Flächenauswahl für das anbaubegleitende Monitoring eingeflossen.

Weiterhin ist der ZE des Unterauftrages seit Herbst 2003 Mitglied des Fachbeirates „Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen“ des Kompetenzfeldes Biotechnologie (KfBT) im Verband Deutscher Ingenieure (VDI). Dieses Gremium hat zum Ziel, technische Regelwerke zur Standardisierung von Monitoringverfahren auszuarbeiten und zu veröffentlichen, die eine fachliche Richtschnur zur Durchführung eines anbaubegleitenden Monitoring werden sollen. Für die Arbeit dieses Gremiums sind die im durchgeführten Unterauftrag geprüften Methoden zur Flächenauswahl von unmittelbarer Bedeutung.

II. Eingehende Darstellungen

1 Ergebnisse der Landschaftsuntersuchungen

Die im Folgenden zusammengefassten Ergebnisse beruhen auf den in 22 Landschaftsausschnitten von je 9 km^2 Größe erhobenen Daten. Sie sind zu differenzieren in landschafts- und landwirtschaftsbezogene Größen sowie in Ergebnisse von Vor-Ort durchgeführten Kartierungen.

1.1 Räumliche Einteilung der Agrarlandschaften und Oberflächennutzung

Die Auswahl der Agrarlandschaften nach Tab. 2 entspricht der tradierten überwiegend nach topographischen und landschaftshistorischen Kriterien vorgenommenen Einteilung, wie sie z.B. bei MEYNEN ET AL. (1962) zu finden ist. Für landwirtschaftliche Fragestellungen besitzen derartige Karten jedoch eine zu grobe Auflösung. Das wird bereits deutlich bei einer Betrachtung der Karten der Abb. 1 und 2 aus Kap. I. 2.

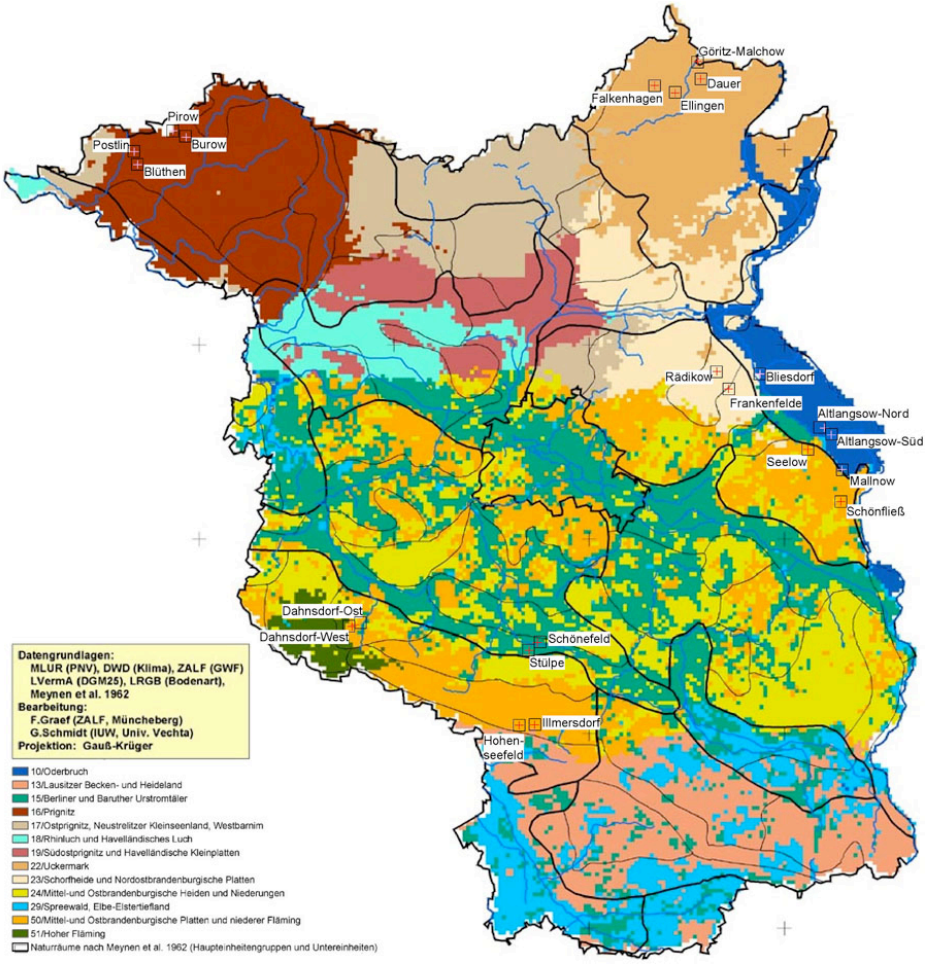


Abb. 5: Makrochorische Einteilung der Landschaftsräume Brandenburgs in 13 nach standörtlichen Kriterien gebildete Klassen (mit Hervorhebung der der Lage der 22 untersuchten Landschaftsausschnitte)

Eine Einteilung der landwirtschaftlichen Flächen Brandenburgs nach ihrer Eignung für die Produktion (Abb. 2) zeigt, dass die in Abb. 1 recht übersichtliche Topographie nur in groben

Zügen mit den auf der landwirtschaftlichen Eignungskarte erkennbaren Arealen übereinstimmt. Die vom ZALF e.V. im Rahmen des Hauptauftrages dieses Vorhabens erprobte Einteilung der Landschaftsräume unter Berücksichtigung standortsökologischer, einschließlich klimatischer, Kriterien kommt der aus Sicht der Landwirtschaft notwendigen Raumgliederung bereits bedeutend näher (Abb. 5). Dem Verteilungsbild der besser und weniger gut für die landwirtschaftliche Produktion geeigneten Agrarlandschaften Brandenburgs entspricht die vom ZALF e.V. – eigentlich für Raps - entwickelte Raumaufteilung am ehesten. In diesem Fall sind die Agrarlandschaften nur noch in sechs Räume unterteilt (Abb. 6).

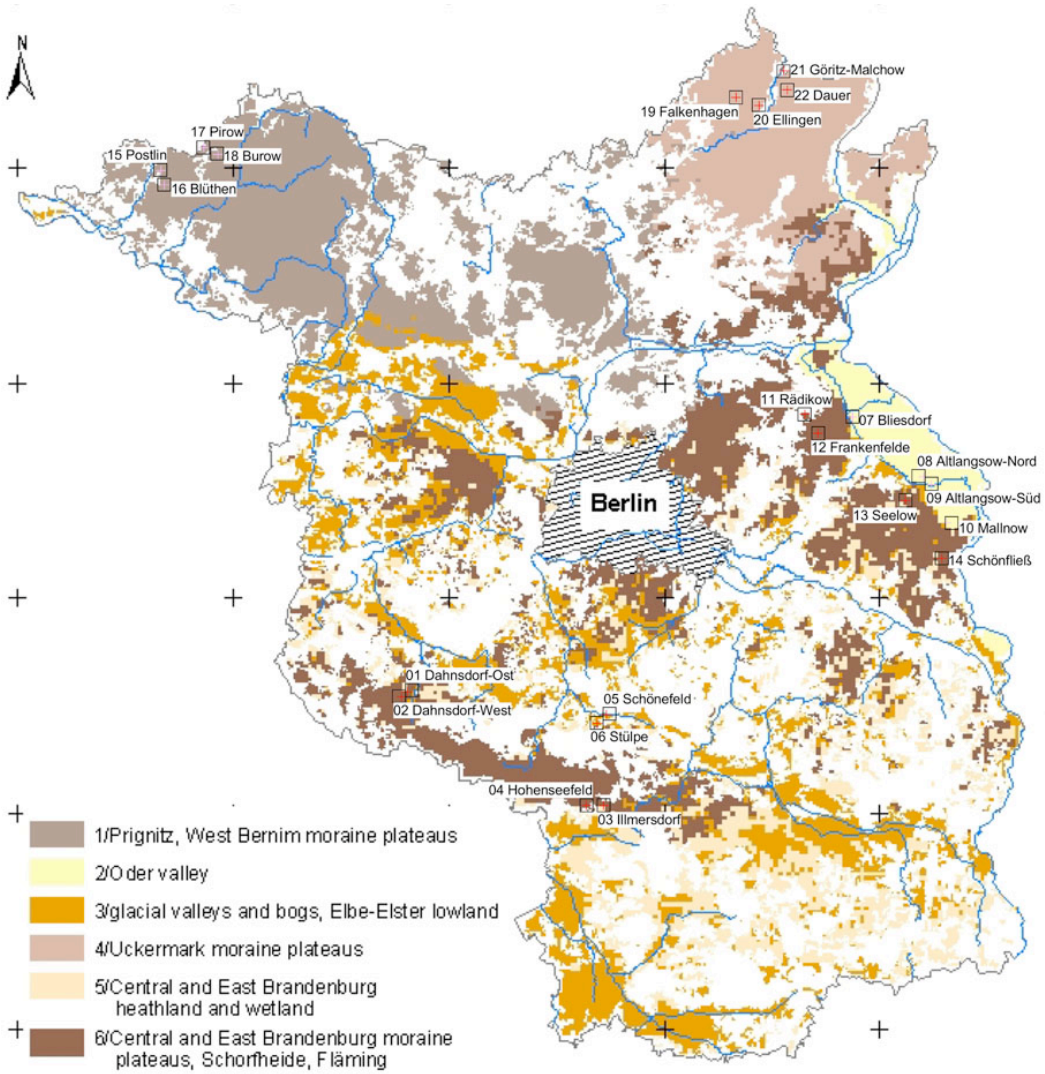


Abb. 6: Makrochorische Einteilung der Landschaftsräume Brandenburgs in sechs nach standörtlichen Kriterien gebildete Klassen (mit Hervorhebung der Lage der 22 untersuchten Landschaftsausschnitte)

Vor dem Kartenhintergrund der unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten recht realitätsnahen Raumaufteilung zeigt Abb. 6 neben der Lage der 22 Einzelausschnitte die relativen Anteile der Oberflächennutzung in jedem der 9 km^2 großen Landschaftsausschnitte. Zur Darstellung der Oberflächennutzung dienen Kreisdiagramme. Jeder Kreis repräsentiert den Mittelwert der dreijährigen Erhebungen

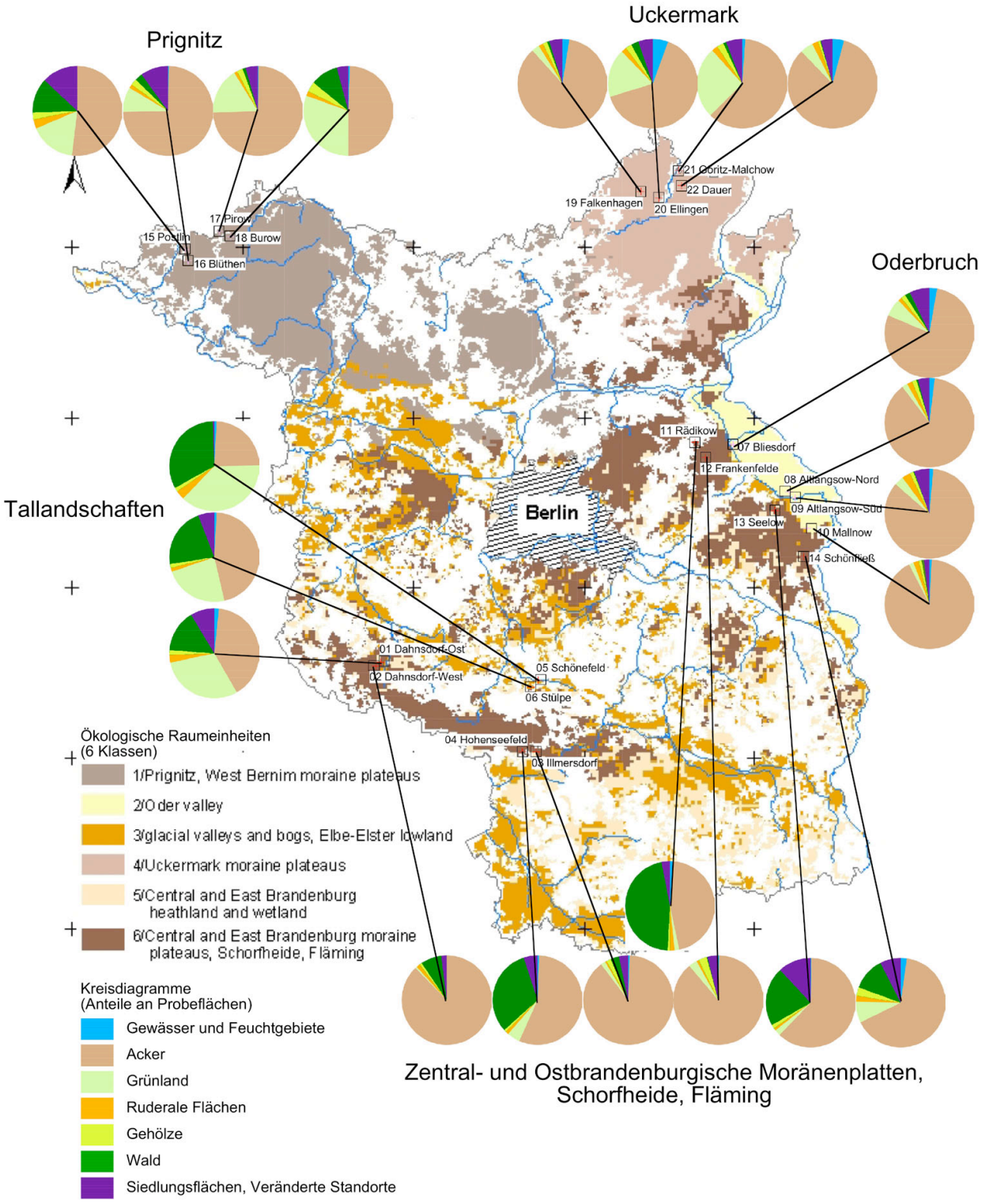


Abb. 6: Darstellung der zu fünf Gruppen zusammengefassten Oberflächennutzung in den 22 untersuchten Landschaftsausschnitten mit Hilfe von Kreisdiagrammen

Die Oberflächennutzung wird in den Diagrammen nach sieben übergeordneten Gruppen (mesoskalige Ebene) zusammengefasst. Bei dem überwiegenden Teil der Landschaftsausschnitte dominiert bei weitem die landwirtschaftliche Bewirtschaftung der Bodenoberfläche als Acker- und/oder Grünland. Dabei steht die ackerbauliche Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen klar im Vordergrund. Höhere Grünlandanteile finden sich vornehmlich in Regionen, die von Fließgewässern durchzogen sind. Häufig geht die höhere Bedeutung von Gewässern in einer Region einher mit einem ebenfalls mehr oder weniger erhöhten Anteil an Gehölz-, vor allem Waldflächen, Bsp.: Schönefeld und Stülpe (Nuthetal), Dahnsdorf-West (Fläming), Postlin und Burow (Prignitz). Größere Waldflächen finden sich jedoch auch in besonders trockenen Regionen, z.B. in Rädekow und Seelow (Barnimer Platte) und Hohenseefeld (Niederer Fläming).

Prignitz: Die im nordwestlichen Teil Brandenburgs gelegene Prignitz gehört zum Altmoränengebiet und besitzt zumeist sandiges Oberbodenmaterial. Die Landschaft ist von zahlreichen Gewässern durchzogen und daher in weiten Bereichen grundwasserfeucht. Das landwirtschaftliche Eignungspotenzial wird als „mittel“ eingestuft (LUTZE et al. 2001). Im Mittel der vier untersuchten Ausschnitte sind knapp 81 % der Oberfläche landwirtschaftlich genutzt; der Ackeranteil beträgt etwa 62 %.

Uckermark: Im nordöstlichen und östlichen Teil Brandenburgs hat die Weichseleiszeit Oberflächengestalt und Bodenbildung geprägt. In der nördlichen Uckermark besteht das bodenbildende Substrat über der Grundmoränenplatte überwiegend aus einem Sand-Lössgemisch. Dieses Substrat besitzt für die landwirtschaftliche Produktion günstige Eigenschaften und liefert auf nicht zu nassen Böden ein gutes Ertragspotenzial. Wie in eiszeitlich geprägten Regionen üblich, sind die Grundmoränenplatten auch in der Uckermark von zahlreichen Gewässern durchzogen. Dementsprechend finden sich auf den beiden in Tälern liegenden Landschaftsausschnitten recht hohe Grünlandanteile. Auf Basis der vier im Detail untersuchten Ausschnitte der nördlichen Uckermark werden etwa 87 % der Landschaft landwirtschaftlich und etwa 74 % ackerbaulich genutzt.

Tallandschaften: Tallandschaften sind ein integraler Bestandteil eiszeitlich geprägter Regionen. Ursprünglich sollten nur die beiden Im Nuthetal liegenden Landschaftsausschnitte (Schönefeld und Stülpe) diesen Landschaftstyp repräsentieren. Bei der Auswertung zeigte sich jedoch, dass hinsichtlich eines erhöhten Wald- und Grünlandanteils auch im Ausschnitt „Dahnsdorf-Ost“ (Planetal, Hoher Fläming) ganz ähnliche Bedingungen herrschen, so dass wir diesen Ausschnitt mit zu den Tallandschaften gestellt haben. Im Mittel besteht die Landoberfläche dieser Ausschnitte nur zu 67 % aus landwirtschaftlicher Nutzfläche, wovon nur 36 % ackerbaulich genutzt wird.

Mittelbrandenburg: Nach der in Tab. 1 vorgestellten herkömmlichen Landschaftseinteilung Brandenburgs bilden der Fläming und die Barnim-Lebuser Platte zwei

getrennte Landschaften. Allerdings werden beide nach Abb. 6 zu einer Kategorie zusammengefasst, zudem weisen auch die Flächennutzungserhebungen in den zugehörigen Landschaftsausschnitten starke Ähnlichkeiten auf. Beides hat uns bewogen, die bodentrockenen sieben Ausschnitte zum Landschaftstyp „Zentral- und Ostbrandenburgische Moränenplatten“, hier: „Mittelbrandenburg“ zusammenzufassen. Es handelt sich zwar um Oberflächen, die in zwei unterschiedlichen Eisvorstößen entstanden sind, doch bildet, abgesehen von einem schmalen Streifen im Fläming, überwiegend sandiges Substrat die Deckschicht über der Lehmplatte. Unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten dominieren die standörtlichen Ähnlichkeiten. Nach unseren Erhebungen stehen in dieser Region etwa 74 % der Oberfläche unter landwirtschaftlicher Nutzung, ackerbaulich genutzt werden ca. 71 %.

Oderbruch: Eine Ausnahme bezüglich des Zusammentreffens von Gewässerreichtum und hohem Grünland- und Gehölzanteil bildet das im östlichen Brandenburg gelegene an die Oder grenzende Oderbruch. Das ehemalige Bruchgebiet ist eine vor etwa 300 Jahren eingedeichte und mit Hilfe eines Grabennetzes trockengelegte Auenregion. Der Auenlehm ist besonders fruchtbar, so dass trotz der immer wiederkehrenden hohen Grundwasserstände und zeitweiligen Überflutungen das Gebiet fast ausschließlich ackerbaulich genutzt wird. Im Mittel der vier betrachteten Landschaftsausschnitte werden in dieser Region 89 % der Bodenoberfläche landwirtschaftlich und davon fast 86 % ackerbaulich bewirtschaftet. Die Region ist nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten recht einheitlich strukturiert.

1.2 Landwirtschaftliche Nutzung in den Agrarlandschaften

In Abb. 7 sind für jeden Landschaftsausschnitt ausschließlich die Anteile der landwirtschaftlich genutzten und unmittelbar dazu zählenden Flächen in Kreisdiagrammen dargestellt. Die Summe aller landwirtschaftlichen Flächen wurde zu 100 % gesetzt. Die Zuordnung der 22 Landschaftsausschnitte zu den Landschaftseinheiten wird entsprechend Abb. 6 beibehalten. Die Angaben sind Mittel der drei Untersuchungsjahre.

Prignitz: In der grundwassernahen sandigen Prignitz nimmt das Grünland im Mittel aller vier Flächen mehr als 1/5 der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein. Fast gleichgroß ist die mit Mais bestellte Fläche. Beides deutet auf eine recht starke Bedeutung der Viehhaltung hin. Auf 37 % der Fläche wird Getreide angebaut, wovon Weizen mit einem Flächenanteil von 13 % dominiert. Roggen wird auf fast 10 % LNF angebaut und hat damit einen ähnlichen Anteil wie Raps. Auffällig ist der Kartoffelanbau auf fast 6 % des Bodens. Brachen kommen nur auf 0,6 % Fläche vor.

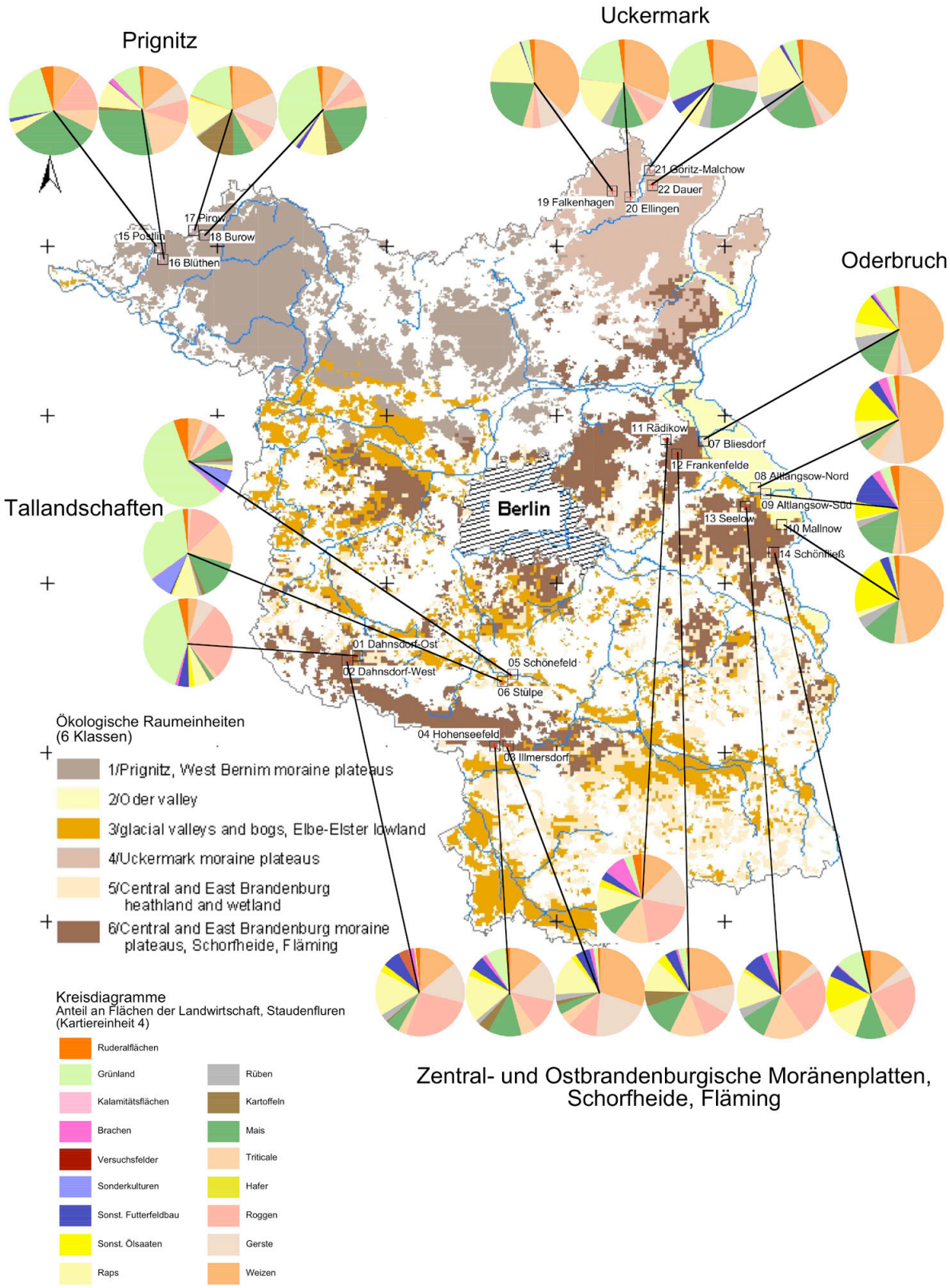


Abb. 7: Darstellung der zu fünf Gruppen zusammengefassten landwirtschaftlichen Nutzung in den 22 untersuchten Landschaftsausschnitten mit Hilfe von Kreisdiagrammen

Uckermark: Der bessere Bodenzustand in der nördlichen Uckermark spiegelt sich durch den Weizenanteil, der etwa auf 33 % der Fläche angebaut wird, wider (zweithöchster Wert aller Landschaften). Der Grünlandanteil beschränkt sich auf etwa 15 % der Fläche, Mais findet sich auf 19 %. Von großer Bedeutung ist in der Uckermark der Rapsanbau. Rapskulturen nehmen etwa 17 % der Bodenoberfläche ein (höchster Wert aller Landschaften). Auf knapp 4 % der LNF werden Rüben kultiviert.

Tallandschaften: Die landwirtschaftliche Nutzfläche in den drei Ausschnitten der Tallandschaften sind mit einem Anteil von 46 % an der Bodenoberfläche stark grünlandbetont. Das am häufigsten angebaute Getreide ist mit einem Flächenanteil von etwa 15 % der Roggen. Mais wird im Mittel nur auf etwa 8 %, Raps auf 6 % der Fläche angebaut. Einen recht hohen Flächenanteil von mehr als 5 % haben Sonderkulturen, im vorliegenden Fall handelte es sich um Möhren. Weizen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Brachen besitzen einen Anteil von ca. 1,9 % an der Oberfläche.

Mittelbrandenburg: Im Mittel der drei Jahre und der sieben Landschaftsausschnitte dominiert auf den zentral- und ostbrandenburgischen Platten als Getreide der Roggen (Flächenanteil ca. 18 % - höchster Anteil an der Nutzfläche aller Landschaften), dicht gefolgt vom Weizen (Flächenanteil ca. 17 %). Die Gerste nimmt in dieser Region mit einem Flächenanteil von annähernd 13 % ebenfalls den höchsten Anteil an der Nutzfläche aller betrachteten Landschaften ein. Raps wird in nennenswertem Umfang mit einem Anteil von 14 % an der Bodenfläche kultiviert (zweithöchster Wert aller Landschaften). Bedeutsam sind in dieser Region die Brachflächen, sie nehmen etwa 2,3 % der Bodenoberfläche ein.

Oderbruch: Die guten Bodenverhältnisse dieser Landschaft spiegeln sich am besonders hohen Weizenanteil wider, der auf etwa 48 % des Bodens angebaut wird. Das nächsthäufige Getreide ist die Gerste mit einem Flächenanteil von ca. 4 %. Einen hohen Flächenanteil besitzen die Sonnenblumen mit etwa 14 % an der LNF. Auch Mais wird angebaut auf ca. 11 % der Anbaufläche. Wohingegen der Raps fast unbedeutend ist. Er steht im Mittel auf 3,7 % der Nutzfläche. Brachflächen spielen auch im Oderbruch eine Rolle; ihr Anteil liegt bei etwa 1,9 % der Bodenoberfläche.

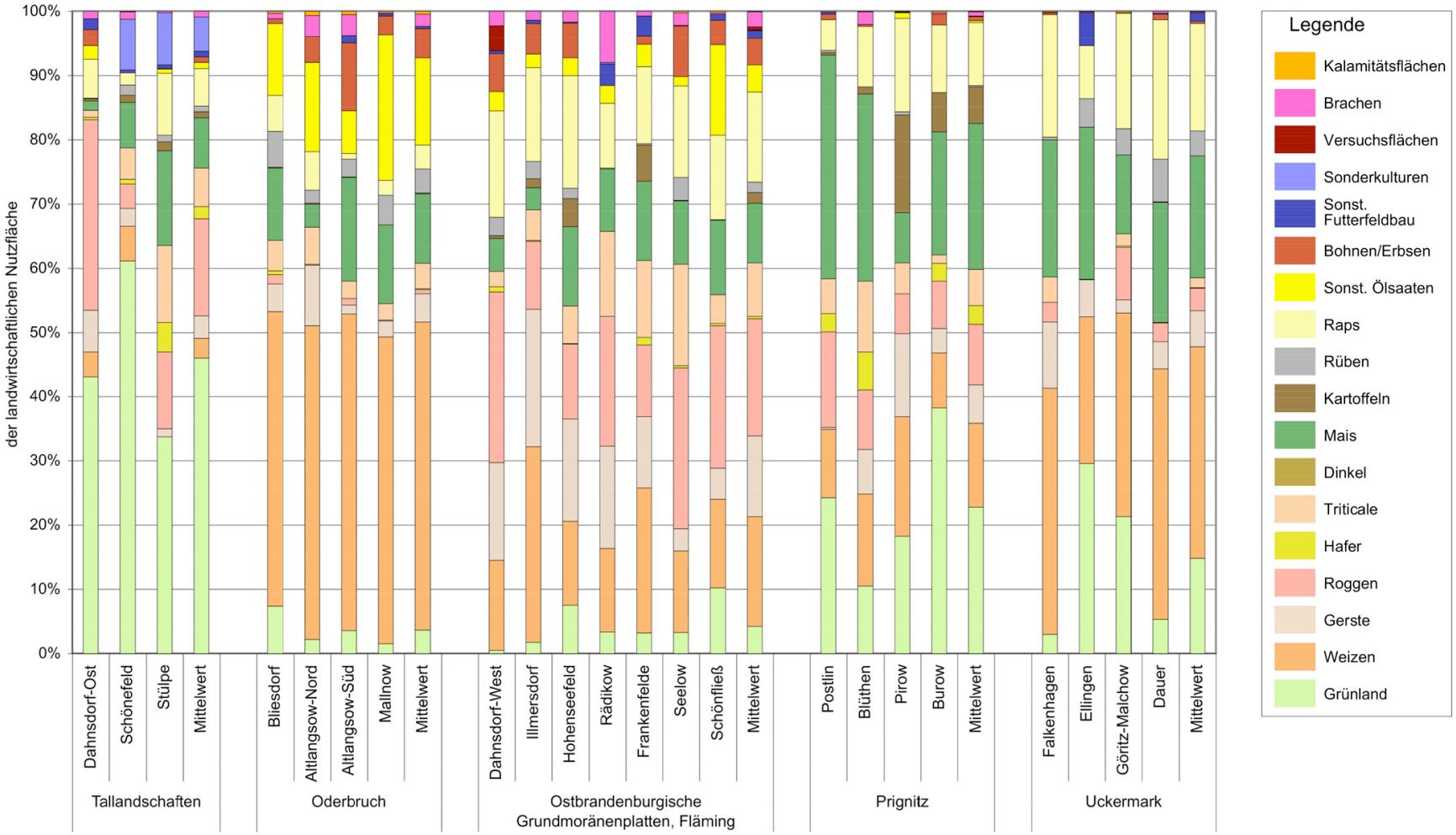


Abb. 8: Zusammenfassung aller Informationen über die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen als Mittelwerte über die drei Untersuchungsjahre

1.3 Jährliche Variabilität der angebauten Kulturarten und der Flächenzuschnitte

Im Laufe der dreijährigen schlaggenauen Erhebungen wurden auch der Wechsel der angebauten Kulturarten sowie Änderungen im Zuschnitt von Feldern festgehalten. Dabei zeigten sich zwischen den je 9 km^2 großen Landschaftsausschnitten erhebliche Differenzen.

Ausschnitte mit einer vergleichsweise hohen Anzahl von Ackerflächen zeigen häufig auch eine hohe Vielfalt angebauter Kulturarten. Nicht selten nimmt in relativ klein strukturierten Gebieten die Zahl der Schläge sogar von Jahr zu Jahr zu. Schwankungen zwischen 55 bis 70 Einzelschlägen pro Landschaftsausschnitt und Untersuchungsjahr kamen vor. Nach eigenen Erfahrungen wird diese Tendenz u.a. durch die Zunahme an wieder eingerichteten Einzelbetrieben gefördert. Letzteres hat zur Folge, dass sich auch die durchschnittliche Schlaggröße verringert, z.T. bis auf mittlere Flächengrößen von um die 10 ha pro Schlag. Damit einher geht eine erhebliche Zunahme der Länge von Grenzlinien.

Bei klein strukturierten Landschaftsausschnitten ändert sich auf den Einzelschlägen von Jahr zu Jahr zwar - wie zu erwarten - die angebaute Kulturart. Wird der Ausschnitt insgesamt betrachtet treten nur selten stärkere Schwankungen im Hinblick auf die Anteile der angebauten Kulturen auf (Abb. 9). Zusammenfassend lässt sich daraus schließen, dass die regionalen Anbauverhältnisse in einer relativ vielfältigen Landschaft mit einem 9 km^2 großen Ausschnitt ausreichend gut darstellbar sind. Ein derart zusammengesetzter Ausschnitt könnte zumindest aufgrund der Strukturen und Anbauverhältnisse für ein anbaubegleitendes Monitoring eingesetzt werden.

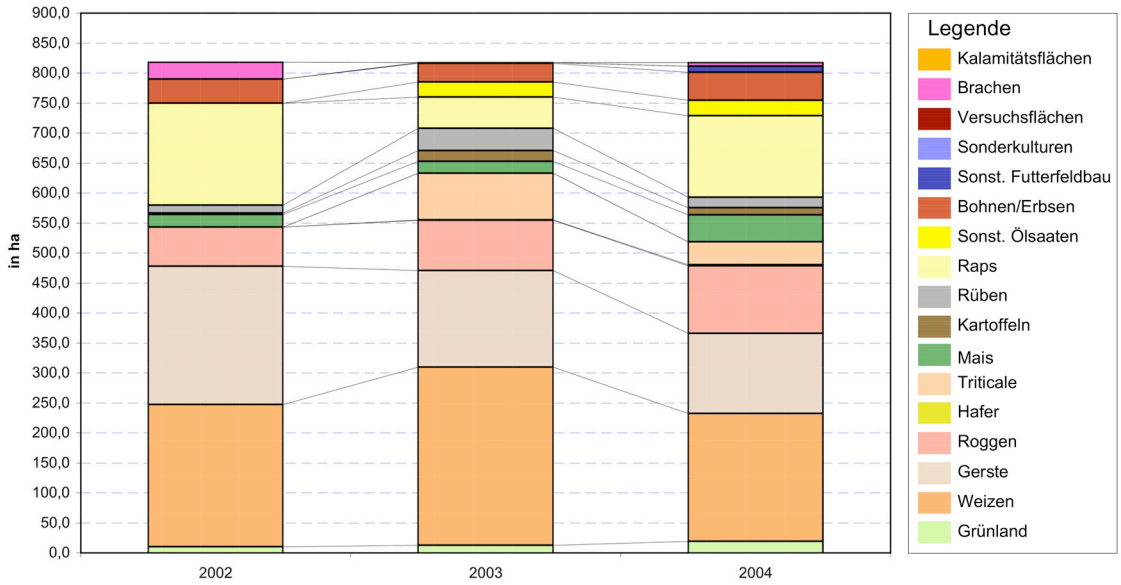


Abb. 9: Variabilität der Anbaukulturen sowie der von den Kulturarten in Anspruch genommenen Flächen in einem kleinteiligen Landschaftsausschnitt

Anders zu bewerten sind die 9 km^2 großen Landschaftsausschnitte jedoch bei großen durchschnittlichen Schlaggrößen. In dem von uns untersuchten Extremfall besaß der größte Schlag eines Ausschnittes allein eine Fläche von 170 ha. Die Zahl der insgesamt überhaupt vorkommenden Ackerflächen liegt nicht selten unter 30 (wenn auch die nur randlich getroffenen Schläge mitgezählt werden). Durchschnittliche Schlaggrößen liegen unter diesen Bedingungen um die 25 - 30 ha.

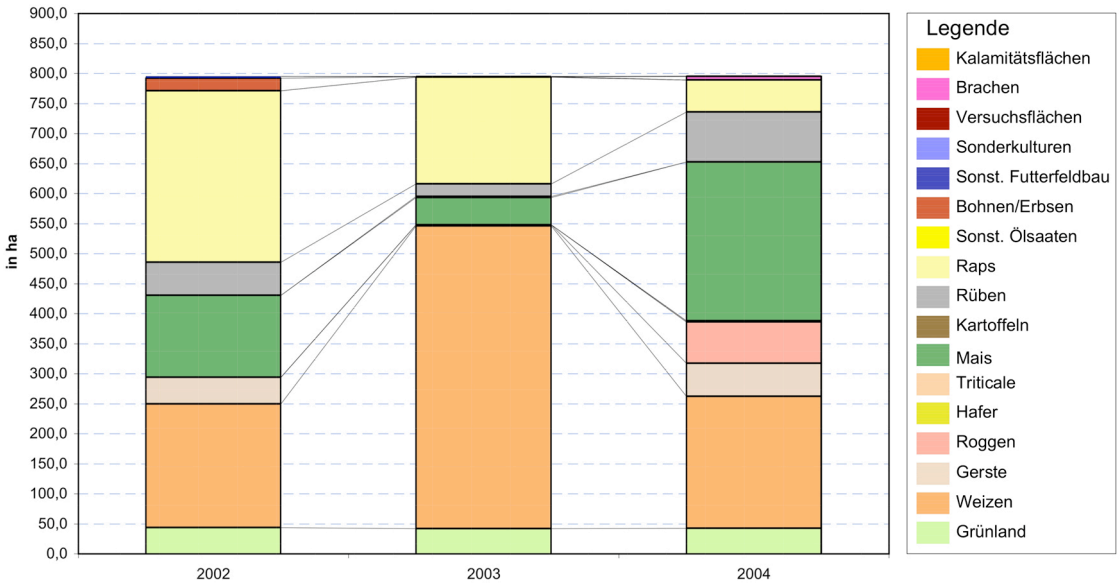


Abb. 10: Variabilität der Anbaukulturen sowie der von den Kulturarten in Anspruch genommenen Flächen in einem kleinteiligen Landschaftsausschnitt

Unter derartigen Bedingungen treten zwischen den Jahren auf einem 9 km^2 großen Landschaftsausschnitt erhebliche Schwankungen im Hinblick auf die Größe der Anbauflächen einer Einzelkultur auf (Abb. 10). Auf einem so gering strukturierten Areal sind somit die regionalen Anbaubedingungen mit Hilfe von 9 km^2 großen Prüfausschnitten nicht darstellbar, da die jährliche Variabilität im Anbau nicht mehr abzubilden ist.

(Dieser Textteil musste aus datenschutzrechtlichen Gründen inhaltlich und darstellerisch erheblich verkürzt werden).

1.4 Kartierung und Bewertung nicht-landwirtschaftlich genutzter Lebensräume

Einen zweiten Schwerpunkt unserer Suche nach ökologischen Kriterien für die Auswahl von Flächen für ein anbaubegleitendes Monitoring bildeten Vegetationskartierungen in mehr oder weniger stark gestörten, aber nicht-landwirtschaftlich genutzten Biotopen in den 22 Agrarlandschaftsausschnitten. Erfahrungsgemäß bilden diese in unterschiedlichem Maße ruderalisierten Standorte potenzielle Lebensräume auch für ein- bis zweijährige Kulturarten und Ackerunkräuter, zu denen auch einige wildverwandte Arten des Rapses gehören.

Die bei den Untersuchungen erfassten Biotope wurden nach dem bundesweiten Schlüssel des Bundesamtes für Naturschutz (BfN 2002) bestimmten Biotoptypen zugeordnet. Aufbauend auf der Zuordnung wurde ein System entwickelt, mit dessen Hilfe die Lebensraumtypen nach ihrer Bedeutung als Ansiedlungs- und Ausbreitungsraum eingestuft werden (NEEMANN et al. 2004). Bei hoher Störungsintensität steigt in der Regel der Anteil der Pflanzenarten mit ein- bis zweijährigen Entwicklungszyklen; bei geringer ist der Anteil der mehrjährigen und vegetativ überdauernden Arten größer. Potenzielle Lebensräume für die zumeist einjährigen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und auch ihrer möglichen Kreuzungspartner bieten vorrangig gestörte Lebensräume mit einem hohen Anteil annueller Arten.

Mit Hilfe von Vegetationsaufnahmen lässt sich das Verhältnis zwischen einjährigen und mehrjährigen Arten ermitteln. In den beiden folgenden Tabellen

In Tab. 3 sind Vegetationsaufnahmen (mit Angabe der Deckungsgrade nach LONDO 1984) ausschließlich von Wegrändern und unbefestigten Wegflächen zusammengefasst. Wegränder und Wege werden in der Tabelle jeweils nach zwei Typen unterschieden:

Wegrandtypen	Wegetypen
alt, eingewachsen	Graswege
jung, gestört	Sommerwege

„Alte“ eingewachsene Wegränder weisen nur einen geringen Anteil annueller Pflanzenarten auf, mehrjährige, konkurrenzstärkere Arten herrschen vor (Tab. 3). Je „jünger“ die Pflanzengemeinschaft bzw. je häufiger die Störung, desto mehr steigt der Anteil einjähriger Arten. In letzteren steigt jedoch nicht nur die Zahl einjähriger Wildarten, gleichzeitig treten auch vermehrt einjährige Kulturarten (hier: Roggen, Raps, Triticale und Weizen) auf. Ihr Vorkommen und Deckungsgradanteil ist in den ersten vier Zeilen der Tabelle dokumentiert.

In den Vegetationsaufnahmen der Tab. 4, in denen die Ergebnisse der Erhebungen an drei Typen von Brachflächen (Ackerbrachen, Nassstellen und Gewendeflächen) zusammengefasst sind, weisen die Annuellen in den meisten Einzelaufnahmen hohe Artenzahlen auf. Gleichzeitig werden auch an fast allen Aufnahmeorten verwilderte Kulturarten gefunden. Ein eindeutiger Trend hinsichtlich der Gewichtung von ein- und mehrjährigen Pflanzenarten, wie im Beispiel der Tab. 3 zu sehen, ist zwischen den drei Biotoptypen nicht erkennbar. Im Ergebnis muss davon ausgegangen werden, dass die drei Biotoptypen im Hinblick auf die Wahrscheinlichkeit der potenziellen Ansiedlung von verwilderten Kulturarten und deren verwandten Arten ähnlich einzustufen sind.

Tab. 3: Vegetation und Deckungsgrade unterschiedlich stark gestörter Wegränder und unbefestigter Wege (grau unterlegt: einjährige Arten)

		Alte, eingew achsene Wegränder																Junge und gestörte Wegränder													Grasw eg		So.-Wege	
	Wegränder	BP SEE	BP SEE	BP SEE 1	BP SEE	BP SEE 2	OB ALS 1	OB ALS 2	OB ALS 3	UM MAL 1	UM MAL 2	UM MAL 3	OB ALN 1	OB ALN 2	OB ALN 3	OB ALN 1	OB ALN 2	UM DAU 1	UM DAU 2	UM DAU 3	UM DAU 4	UM DAU 5	UM DAU 6	UM DAU 7	UM DAU 8	UM DAU 9	UM ELL 1	UM ELL 2	UM ELL 3	UM ELL 4	BP SF 30	BP SF 31	BP SF 18	OB ALN 1
Lbf.																																		
T	**Secale cereale**																														**5**	**1**	
T	**Brassica napus**																													**10**	**2**		
T	**Triticosecale X**																		**1**														
T	**Triticum aestivum**																	**2**		**1**			**1**										**10**
H	Tanacetum vulgare						10		2					5																				
H	Festuca altissima						30	80	30																								
T/H	Torilis japonica						5		20																					5	1		
H	Festuca rubra	40				20	10		10																								
H	Agrostis tenuis			70	20	70																											
H	Rumex acetosa	40		1	2	20																								20	2		
T/H	Berteroa incana	1	60	2																										2	40		
H	Plantago lanceolata		10	30																													
	Calamagrostis epigejos				90										10																		
G	Cirsium arvense						5	1	10	10	2	10		5	2	5	1	1	1														
H	Urtica dioica	10					5	5		20	40	30	30	10	10	20	5	30	2					30									
H	Arrhenatherum elatius	5		10		10	10			70	60	6		50	30	40	20	5	5	1	30	20	30	10	20								
H	Agropyron repens	10	1						40	10	5	10	5	20	5	20	70	10	30	50	20	30	30	30	10			2	2		5		
H	Achillea millefolium	5	40	10		20	5							5	1	30	1	2				1											
H	Melandrium album	5	1							5	2	2	2					10	30	10	10	10		2	5					10	2		
H	Dactylis glomerata			1		1	40	2	10				20	5	10	10		10	30	10		20	10	20	20								
C/H	Ballota nigra							2					2		1		1	5	5	10		5	20	2	5								
H	Anthriscus sylvestris												30	10	5	5				2		2											
H	Arctium lappa							2									1	20	30	40		20	10	10	10								10
H	Lolium perenne		5							10	5	5						5	5	2	2						2	1	1	2				5
H/T	Artemisia vulgaris	30	10	2			10		5				5	10	5	5	2	40	20	40	5	30	5	50	40	1	2	5	30	5	1	1		5
G	Convolvolus arvensis	5	2	5			5	20	20				10	10	2	40	20				5	5	20				80	5	80				
H	Taraxacum officinale		2								2	1																0,5		0,5				1
G	Equisetum arvense													1							2	2	2										
T	Polygonum aviculare	0,5	2										40	8		10	1	2	2	1								2	2	2	5	20		1
T	Fallopia convolvulus			2														2								2	10	70	70	1		1	1	
T	Chenopodium album		1															1	5	2	1	2		1		5	2	10	5					5
H/T	Lactuca serriola	0,5																2	1	2	30	2	2										
T	Matricaria inodora																	1	1		10	1						2			2		60	20
T	Geranium molle									2		5																1						
T	Atriplex patula	1	2																															5
T	Setaria viridis																												0,5			2		
T/H	Conyza canadensis					0,5															5							1	2	2		2		
T	Geranium pusillum			1,5																								1		5	5		2
H/T	**Sisymbrium loeselii**																	2														2	50
T	Capsella bursa-pastoris																												2	30	10	1	
T	Bromus mollis			2																									1	2		30	
T	Apera spica-venti																	2						2						30	10	10	
T	Matricaria chamomilla																													2	1	30	20
T	Stellaria media																													10	2	5	1
T	Bromus sterilis																													10	40		30
T	Viola triolor. spp. arvensis																													30	5	1	
T	Atriplex hastata																															2	8
T	Myosotis arvensis																													1	1		
T	**Sisymbrium officinalis**																													2	1		
T	Thlaspi arvense																													5	1		

Tab. 4: Vegetation und Deckungsgrade von Brachflächen: Bsp.: Ackerbrachen, Nassstellen und Vorgewende (grau unterlegt: einjährige Arten)

		Ackerbrachen															Nassstellen										Gewende-Ecke									
		BP SF BR	BP SF BR	BP SF BR	FL DO BR	FL DO BR	FL DO BR	FL DO BR	UM DA BR	OB ALN BR	OB ALN BR	BP SEE BR	BP SEE BR	BP SEE BR	BP SEE BR	BP SEE BR	BP SF RA NS	BP SF RA NS	BP SF RA NS	BP SF RA NS	NU STÜ RA NS	NU STÜ RA NS	NU STÜ RA NS	OB ALN TR NS	OB ALN TR NS	OB ALS WE NS	UM FAL WE NS	BP SF MA GW	BP SF MA GW	BP SF MA GW	BP SF MA GW	BP SF RA GW	BP SF RA GW	BP SF RA GW	BP SF RO GW	BP SF RO GW	BP SF RO GW	BP SF RO GW
Lbf.																																					
T	**Brassica napus**				**60**	**30**	**10**	**5**	**10**	**1**		**20**	**30**	**10**	**40**	**40**	**10**	**2**		**20**	**5**	**2**	**10**		**1**		**80**					**20**	**50**	**2**				
T	**Secale cereale**	**1**		**5**	**1**	**5**	**1**	**2**									**2**	**2**		**2**							**1**	**1**	**1**	**30**		**5**	**20**	**20**	**2**		**10**	
T	**Triticum aestivum**				**1**	**1**				**10**	**5**			**1**										**10**	**10**	**10**											
T	**Helianthus annuus**											**1**	**5**	**1**	**1**	**2**																					
T	**Triticosecale X**									**5**														**5**													
T/H	**Beta vulgaris spp. vulgaris**																																				
T	**Avena sativa**																									**1**											
T	Chenopodium album		1		5	5	2	2		5	20	20	40	60	40	60	5	20	30	5	1	5	5			2	2				1	5	20	1	2			
T	Capsella bursa-pastoris	5	2	1	2	5	1	5	1		2	10	20	20	30	20	10	5	15		2	20	10					1		1		5		10			
T	Matricaria inodora	50	70	30	1	5	1	2	30	10			2	5	1			5	2		20	10	5		10	40	5		5	20								
T	Polygonum aviculare				2	2	1			5		20	70	40	40	10				90	5	2	5		1	2		1		5		36	20	5				
T	Viola triolor. spp. arvensis		1	5	5	10		1				2	1				80	1		5		1	1					1	1	1	5	10	30	2				
T	Fallopia convolvulus		2	1							10	2	1	2	5	2	2			10	2	5	2			5					1	2	80			2	
T	Setaria viridis				1	2	2		2		1			2		1		15	25		20	5	20			5							1		5	1			
T	Bromus sterilis	10	2	2	20	30	60	70		30															30			20	40		5					20	80	70
T/H	Conyza canadensis		1	20	30	30	1	2		5	1			1											5			2	1	1	5					1	
T	Stellaria media				5	20	40	10			5	1	2		1	1					5	5	20											2			
T	Thlaspi arvense				1	1	1			10	1	40	5	2	30	20									10									10			
T	Apera spica-venti	60	40	20																					1	5		40	10	30	90					60	20	10
H/T	**Sisymbrium loeselii**	20	10	5						5	5	5	2	1	1	2									5												
T	Centaurea cyanus	10	5	5		1	1											2		5								1	10							
T	Papaver rhoeas	15	1	1							2	2	1		1					5									1								
T	Geranium pusillum	2		1					5																			1		2	5	5			1		
T	**Descurainia spohia**		30	20						1								1						1					2	1		2					
T	**Sisymbrium officinalis**											2	5	10	5	5							1	5						1							
T	Bromus mollis	20	1	2																								10	40	20	1						
T/Li	Galium aparine	5	10	5																						10								2	5	10
T	**Erysimum cheiranthoides**									0,5					0,5						**2**	1	1		1	1											
T	Amaranthus retroflexus								10	2	2										1		1														
T	**Sinapis arvensis**					1				20	20													1	20		1										
T	Anagallis arvensis								1			2	5	2	1																						
H/T	Lapsana communis	1	5	2						2	2														2												
T/H	Erodium cicutarium		1														1											1					1			
T	Myosotis arvensis	15	10	10																															1		
T	Polygonum persicaria																	2	10			5	2														
T	Juncus bufonius				1	1																		30	2												
T	Vicia sativaa	1	2	2															1						1												
T	Galinsoga parviflora			2						1																											
T	Polygonum hydropiper																							80	10	60											
T	Crepis capillaris																	5	2							1											
T	Matricaria discoidea					1																						1		5							
T	Poa anua				1	2																	1														
T	Anchusa arvensis													1	1																2			2				
T	Senecio viscosus				1	1		1																													
T	Vicia tetrasperma	1		1																											1					
H	Agropyron repens	5	5	2	5	5	2	5				1	2		1				10	2	1	5	2			2	20	10	2		2			5	10	10	5
H	Plantago major			1						5	5		1	1	1		2	95	75		2	5	10		5	5	2										
H	Achillea millefolium			1	2	1		1						1						2								10	10				10	2			
H	Carduus crispus	1	1	1					1	5	2													2	5							1					
G	Cirsium vulgare	5	1			2			1	1																								2	1		
H/T	Artemisia vulgaris		1											1		2													5		2			5			
G	Equisetum arvense	1	2	1																			2					5	2					2			
H	Taraxacum officinalis				10	20	1									1										5	1							10			
H	Melandrium album		2	1	1									1	1													5	5		2						
H	Urtica dioica			2						5														1	5									10	2	50
G	Convolvulus arvenses																											5	10					1	10	20
G	Cirsium arvense																				2	5			1	2	10									
H	Rumex crispus								2									2	2					5	5												
H	Epilobium adenocaulon				1	1	1														1															
H	Hypericum perforatum	1	1	2																									2							
H	Arctium lappa								20	1															1											
H	Rorippa sylvestris																				20	10	40				2									
H/G	Symphytum officinale			5						2	5														2											
G/A	Phragmites australis									1															1											
H	Glyceria fluitans																							20	1	1										
H	Lolium perenne				1	5																						30								
H	Rumex acetosa																																				

Aufgrund der Parallelität zwischen dem Auftreten wilder einjähriger Pflanzenarten und dem Auftreten von einjährigen Kulturarten kann die relative Häufigkeit annueller Pflanzenarten in gestörten Biotopen einer Agrarlandschaft als ein Indikator zur Abschätzung der Möglichkeit für eine Ansiedlung von Kulturarten dienen. Gleichzeitig ist in diesen Biotopen am ehesten auch mit dem Auftreten von möglichen Kreuzungspartnern zu rechnen. Für ein Monitoring der Ausbreitung bzw. Einkreuzung in verwandte Arten reicht somit eine Kontrolle der für die Ansiedlung von Kulturarten besonders geeigneten Biotope mit einiger Sicherheit aus, um das Vordringen und Ausbreiten von verwildernden GVP´s zu erkennen.

Vegetationskartierungen sind in noch einer großen Anzahl weiterer gestörter Lebensräume durchgeführt worden. Aus der Zusammenschau sämtlicher Ergebnisse lassen sich die Vegetationsformationen gestörter Lebensräume in ein Rangfolgesystem zur Kennzeichnung des Störungsgrades der Biotoptypen eingliedern (Tab. 5).

Tab. 5: Rangfolge untersuchter und eingestufter Biotope im Hinblick auf ihre Bedeutung als Ausweichhabitate für Kulturarten

Kategorie 0	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Kein Auftreten von verwildernden Kulturarten zu erwarten	**Seltenes Auftreten von verwildernden Kulturarten**	**Gelegentliches Auftreten von verwildernden Kulturarten**	**Häufiges Auftreten von verwildernden Kulturarten**
Wald	Hochstaudenreiche Brachen	Bankette von Straßen und Wegen	Unbefestigte Wege und Sommerwege
Gewässerränder im Grünland oder Wald	Gebüsch- und Gehölzsäume	Grabenränder zwischen Ackerflächen	Nass- und Störstellen in Ackerschlägen
Gewässerflächen	Baumreihen	Lagerplätze/sonstige Störstellen	Ecken von Gewendeflächen
Versiegelte Flächen	Getreideanbauflächen	Ackerränder von Getreidekulturen	Ackerränder von sommerannuellen Kulturen
Grünland	Ränder von Grünlandflächen	Feldfutterbauflächen	Äcker mit sommerannuellen dikotylen Arten
	Unbewirtschaftete Siedlungsflächen	Eingesäte Ackerbrachen	Selbstbegrünte Ackerbrachen

Das von uns entwickelte Rangfolgesystem fußt auf vier Kategorien (0 - 3), mit deren Hilfe die Bedeutung der jeweiligen Biotope im Hinblick auf deren Eignung als Lebensraum für Kulturarten ableitbar ist.

Bezogen auf die Ergebnisse der Tab. 3 ist die Vegetation der „alten, eingewachsenen Wegränder“ in die Kategorie 2 (gelegentliches Auftreten…) und die Vegetation der „jungen, gestörten Wegränder“, der „Graswege“ und der „Sommerwege“ in die Kategorie 3 (häufiges Auftreten…“ einzustufen. Die in Tab. 4 zusammengefasste Vegetation der drei Biotoptypen der Brachflächen gehört durchgängig in die Kategorie 3.

1.5 Vorkommen gestörter Biotope in den Agrarlandschaften und Landschaftsausschnitten

Im nächsten Schritt ist nach Möglichkeiten zur praktischen Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Kartierung gestörter Biotope für die Auswahl von geeigneten Flächen für ein anbaubegleitendes Monitoring zu suchen. Aufgrund unserer Erfahrungen über die Bedeutung einjähriger Pflanzenarten in der Vegetation gestörter Biotope von Agrarlandschaften (siehe Kap. 1.4) erscheint es vertretbar, nur die in die Rangstufen 2 und 3 eingestuften Biotoptypen (gelegentliches und häufiges Auftreten) als primär relevant zu berücksichtigen. Allerdings sind in das Konzept einzubeziehen auch das Vorkommen von Raps oder Getreidearten als „Unkräuter" in bestimmten landwirtschaftlichen Kulturen (siehe Tab. 5). So treten Raps und Arten mit ähnlichem Verhalten regelmäßig in Brachflächen und in Feldfutterbauflächen auf sowie auf Äckern, die mit sommerannuellen dikotylen Kulturen, z.B. Zuckerrübe oder Kartoffel, bestellt sind. Abgesehen von den Straßenbanketten befinden sich die anderen in die beiden Kategorien fallenden Biotoptypen entweder innerhalb von Ackerflächen oder in deren unmittelbarer Nähe, so dass eine Beobachtung dieser Flächen mit keinem sehr hohen Aufwand verbunden ist.

Keine besonders auffällige Variabilität zwischen den drei Jahren zeigen die linienartigen gestörten Biotope, die sich vornehmlich entlang von Straßen, Wegen, Acker- und Grabenrändern befinden (Säume). Sie sind Bestandteil eines gewachsenen und somit recht festen Netzes von Strukturen, das im Laufe einer so kurzen Zeit nur wenige Änderungen erfährt. Änderungen linienartiger gestörter Biotope können auftreten vornehmlich durch wechselnde Schlaggrößen (veränderte Ackerrandstrukturen) und durch den Bau neuer Straßen bzw. neuer Windkraftanlagen (in diesem Fall allerdings nicht sichtbar).

Wesentlich variabler zwischen den Jahren sind die flächigen gestörten Biotope. Besonders deutlich sind die jährlichen Änderungen erkennbar bei Brachflächen, insbesondere den Ackerbrachen. Zwischen den drei Jahren schwankt der Anteil der gestörten Lebensräume an der Gesamtfläche des Landschaftsausschnittes zwischen 3 % und 6,1 %. Ausschlaggebend dafür sind die veränderten Anteile der Ackerbrachen, deren Anteil allein sich zwischen 0,8 % und 3,1 % ändert.

Bedeutend geringere Anteile an gestörten Biotopen (Linien- und Flächenbiotopen) finden sich im Landschaftsausschnitt „Dauer" (nördliche Uckermark, Abb. 12). Verursacht werden die geringen Anteile durch die überdurchschnittlich großen Einzelschläge und das geringe Wegenetz in diesem Ausschnitt, wodurch vor allem der Anteil der Linienbiotope nur gering ausfällt. Da jedoch auch flächige gestörte Lebensräume nur wenig vorkommen, schwanken die Anteile dieser Biotope insgesamt nur zwischen 1 % und 1,7 % bezogen auf die die 900 ha Fläche des Ausschnitts. Die Schwankung wird im vorliegenden Fall ausschließlich durch das Auftraten einer Brachfläche im dritten Untersuchungsjahr verursacht.

Zwischen dem Auftreten gestörter Biotope und den zugehörigen Landschaften bestehen deutliche Zusammenhänge. Spezifisch für einzelne Landschaften sind jedoch nur die weniger variablen Strukturen.

Abb.11: Verteilung und Größe potenzieller Ansiedlungsflächen für verwildernde Kulturarten im Landschaftsausschnitt „Blüthen“ (Prignitz) im Laufe der Jahre 2002 bis 2004. Dargestellt sind linienförmige Biotope sowie flächige Brachbiotope, nicht dargestellt sind die Anbauflächen von sommerannuellen dikotylen Kulturarten

Abb. 12: Verteilung und Größe potenzieller Ansiedlungsflächen für verwildernde Kulturarten im Landschaftsausschnitt „Dauer“ (nördliche Uckermark) im Laufe der Jahre 2002 bis 2004. Dargestellt sind linienförmige Biotope sowie flächige Brachbiotope, nicht dargestellt sind die Anbauflächen von sommerannuellen dikotylen Kulturarten

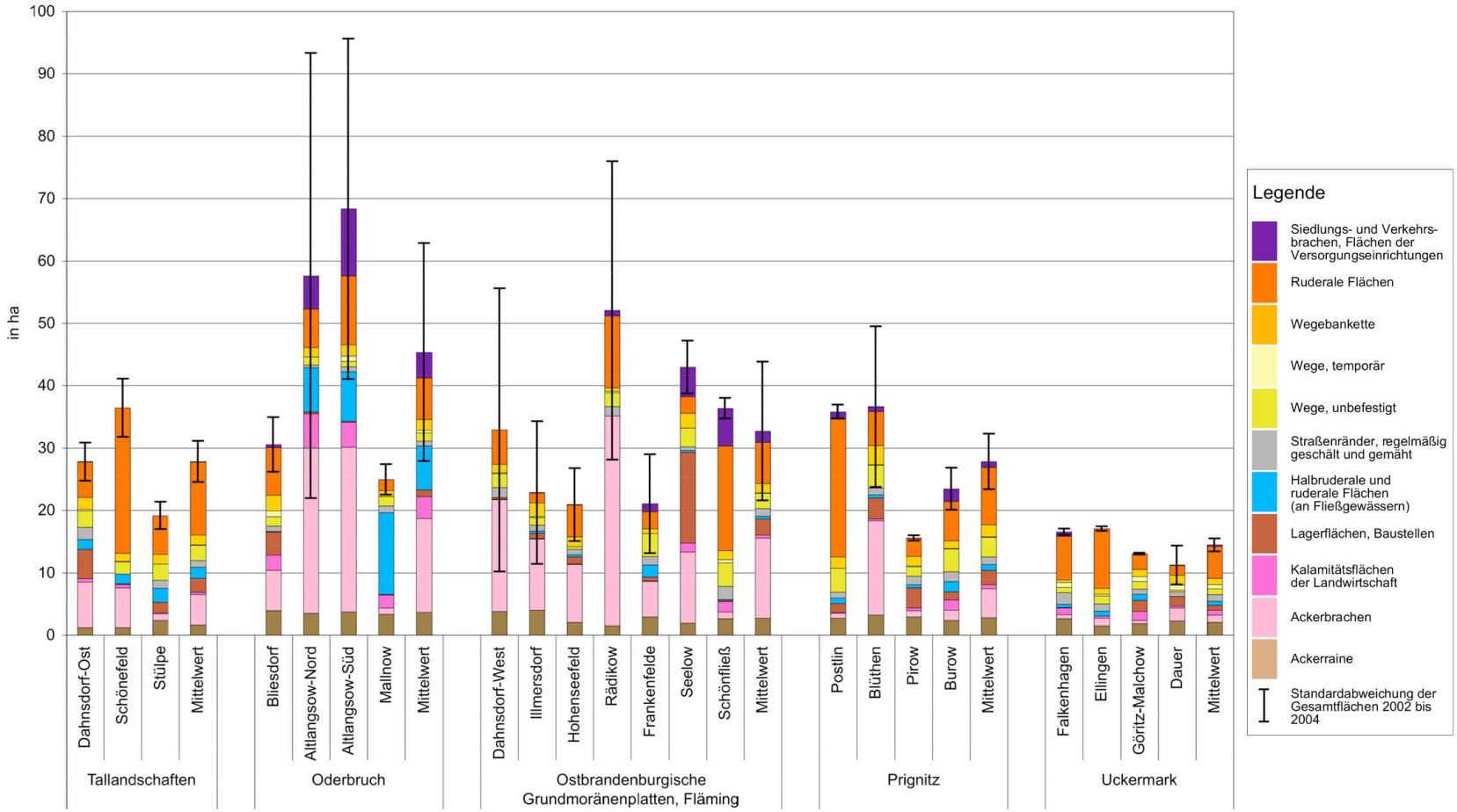


Abb. 13: Flächengrößen gestörter Biotope (Linien- und Flächenbiotope) in den 22 Landschaftsausschnitten (dargestellt sind die Mittelwerte aus den dreijährigen Untersuchungen mit Angabe der Standardabweichungen)

In Abbildung 13 sind die Ergebnisse der Inventur gestörter Biotope in den 22 Landschaftsausschnitten zusammengefasst. Die Angaben zeigen die Flächengrößen dieser Lebensräume als Mittel der drei Erhebungsjahre.

Abgesehen vom besonders stark ausgeräumten Gebiet der nördlichen Uckermark, wo in allen vier untersuchten Ausschnitten auffällig wenig gestörte Flächen auftreten - der Anteil an den landwirtschaftlichen und zum landwirtschaftlichen Umfeld zählenden Flächen beträgt im Schnitt nur 1,9 % -, zeigen sich in allen anderen untersuchten Agrarlandschaften auch zwischen den Ausschnitten starke Varianzen. In diesen Fällen zeichnen sich Beziehungen zwischen der jeweiligen Agrarlandschaft und der Ausstattung mit gestörten Biotopen nur undeutlich ab.

Im Oderbruch treten besonders starke Unterschiede in Bezug auf die gestörten Biotope zwischen den Landschaftsausschnitten auf. Im Mittel ist deren Anteil mit 5,7 % an der Gesamtfläche der höchste aller untersuchten Agrarlandschaften. Die Anteile schwanken jedoch je nach Ausschnitt zwischen 3,1 % und 8,5 %. Verursacht werden die Schwankungen primär durch sehr unterschiedliche Anteile an Brachflächen und Gewässerrändern. Die z.T. große Bedeutung der Brachflächen in dieser Region ist ein Indiz für die zeitweilig schwierige Bearbeitbarkeit der Schläge insbesondere nach längeren Regenperioden im Herbst oder Frühjahr. Solche Phasen können u.U. zu einem Totalausfall der angebauten Kultur führen.

In den drei übrigen Regionen (Tallandschaften, Zentral- und Ostbrandenburgische Moränenplatten, Prignitz) liegen die Anteile gestörter Areale im Mittel jeweils zwischen knapp 4 % und knapp 5 %. Allerdings zeigen sich in Regionen ebenfalls recht erhebliche Schwankungen; der niedrigste Wert liegt bei 2,0 % Flächenanteil (Pirow), der höchste bei 12,2 % (Rädekow).

Basierend auf den 22 Landschaftsausschnittsuntersuchungen dürften relative Anteile gestörter Biotope von 4 – 5 % (mit allerdings starker Varianz) in etwa den üblichen Wert repräsentieren. Abweichungen nach unten scheinen typisch für besonders stark ausgeräumte Landschaften, Abweichungen nach oben für ungewöhnlich strukturierte oder „landwirtschaftlich unsichere“ Gebiete zu sein. Eine eindeutige Zuordnung der Bedeutung gestörter Biotope zu ganzen Agrarlandschaften ist nur in Ausnahmefällen erkennbar.

1.6 Bedeutung des Raps- und Weizenanbaus in den 22 Landschaftsausschnitten

1.6.1 Raps (*Brassica napus* L., spp. *oleifera*)

Ein Monitoringkonzept sollte flexibel sein: Flexibel nicht nur im Hinblick auf die Auswahl zu betrachtender Räume, sondern auch im Hinblick auf die Nutzpflanzenarten und deren neue Merkmale. Raps dient als eine von zwei Beispielarten, die auf Grund ihrer Eigenschaften die an ein landschaftsbezogenes Monitoring zu stellenden Anforderungen besonders deutlich aufzeigt.
Raps, auch als Ölraps bezeichnet, gehört zur Familie der Brassicaceen. Seine Herkunft wird in Europa vermutet. In Mitteleuropa kann Raps als heimisch betrachtet werden. Vermutlich ist die Art durch eine Kreuzung zwischen zwei Brassica-Arten entstanden, die entweder eng verwandt mit den diploiden Arten *Brassica oleracea* (Gemüsekohl) und *Brassica rapa* (Rübsen) sind oder es schon selbst waren. Kreuzungen mit den genannten Arten sind möglich (HALL et al., 2003).

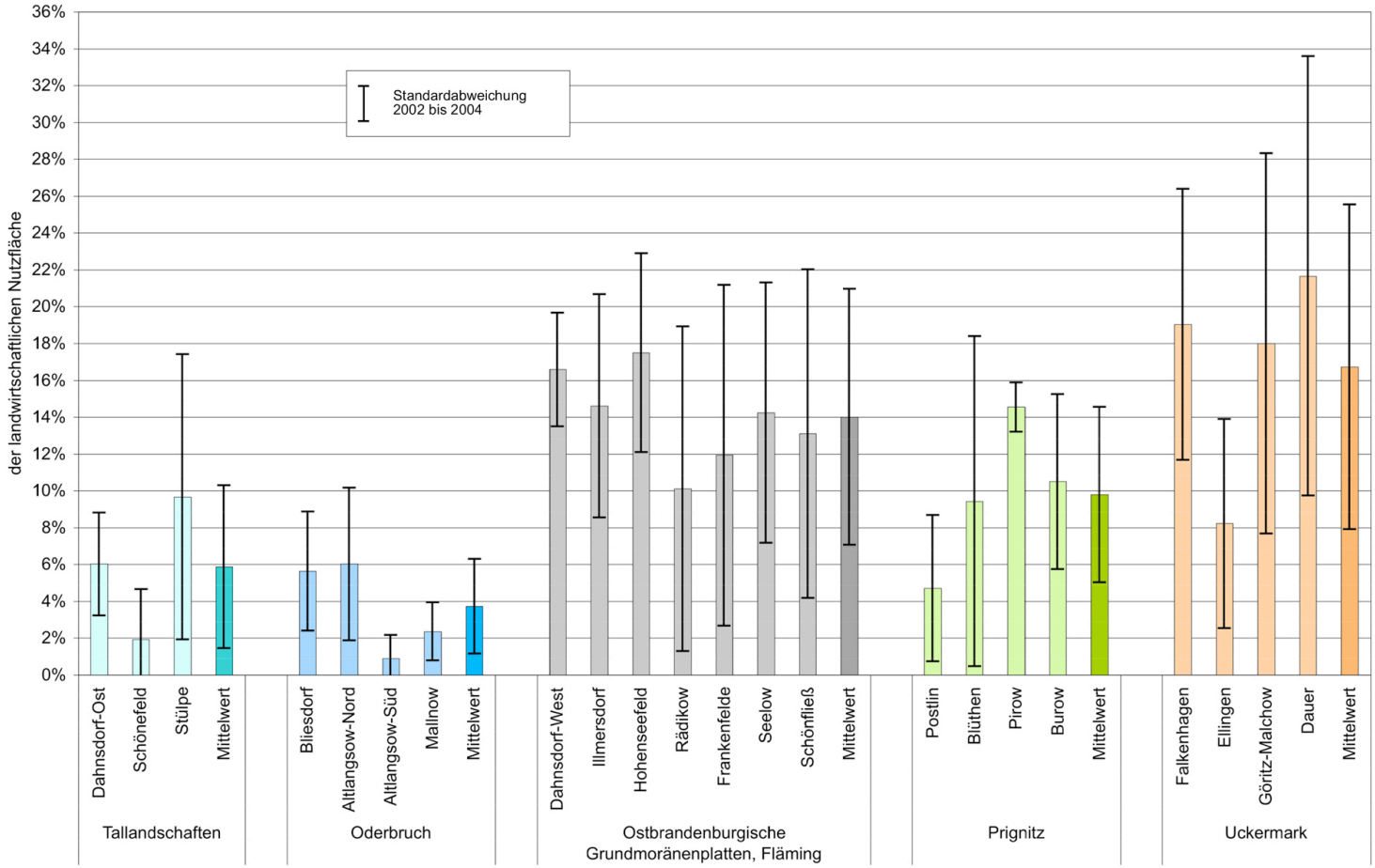


Abb. 14: Durchschnittliche Anteile der mit Raps bestellten Flächen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den 22 Landschaftsausschnitten (angegeben sind Mittelwerte und Standardabweichungen der Erhebungen zwischen 2002 und 2004)

Raps ist eine einjährige Art, deren Lebenszyklus mit der Bildung einer großen Anzahl Samen in weniger als zwölf Monaten abgeschlossen ist. In tieferen Bodenschichten können die Rapssamen über zehn Jahre in keimfähigem Zustand überdauern. Am wahrscheinlichsten erscheint eine Weiterverbreitung von verwildertem Raps über die Verschleppung von Samen z.B. durch Transportverluste. Außerhalb landwirtschaftlicher Kulturflächen wird verwilderter Raps vornehmlich an mehr oder weniger offenen Ruderalstandorten gefunden. Seine Fähigkeit, an derartigen Standorten zu siedeln, ist an den Störungsgrad dieser Lebensräume gebunden, da die Art einjährig und konkurrenzschwach ist.

Typisch für Raps ist sein Anbauschwerpunkt auf Böden mittlerer Güte. Diese Erfahrung spiegelt sich recht gut wider in dem Säulendiagramm der Abb. 14. Mittlere bis hohe Rapsanteile finden sich auf den „mittelbrandenburgischen" Flächen sowie in der Uckermark. In Mittelbrandenburg finden sich hohe Rapsanteile von über 14 % an der LNF auf den qualitativ besseren Landschaftsausschnitten des Fläming (Dahnsdorf-West, Illmersdorf und Hohenseefeld); in der nördlichen Uckermark in Falkenhagen, Göritz-Malchow und Dauer liegen die Flächenanteile eher darunter. Werden die Standardabweichungen mit berücksichtigt, sind die Unterschiede jedoch weniger deutlich. Auffällig niedrige Anteile finden sich auf den grundwassernahen Böden der Tallandschaften und z.T. auch in der Prignitz sowie auf den besonders guten Böden des Oderbruchs. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, scheint - im Unterschied zu dem Auftreten gestörter Flächen - ein gewisser Zusammenhang zwischen der Bedeutung des Rapsanbaus und einer Agrarlandschaft zu bestehen.

1.6.2 Weizen (*Triticum aestivum* L.)

In mancherlei Hinsicht ähnelt das Verhalten von Getreidearten in Agrarlandschaften dem des Rapses. Als ein Beispiel für das Verfahren zur Auswahl von Monitoringflächen für eine Getreideart soll der Weizen, die wichtigste der bei uns angebauten Brotgetreidearten und wichtigste Kulturpflanze der gemäßigten Breiten, dienen. Als gentechnische Veränderung werden derzeit die Expression von Chitinasen zur Pilzbefallsbekämpfung sowie von Fusarium-Toxin-acetylierenden Enzymen zur Bekämpfung von Fusariosen geprüft.

Im Unterschied zum Raps ist der Weizen, dessen bei uns angebaute Kulturformen hexaploid sind, ein weitaus strengerer Selbstbestäuber. Trotzdem wurden mit diesem Brotgetreide Kreuzungsversuche zwischen Weizen und Kreuzungspartnern innerhalb und außerhalb der Gattung *Triticum* durchgeführt (OECD 1999). Hexaploide Weizenformen und –arten sind fertil miteinander kreuzbar. Zwischen Formen unterschiedlicher Ploidiegrade erbrachten nur Kreuzungen zwischen *T. aestivum* x *T. turgidum* (tetraploid) fertile Nachkommen (SHARMA & GILL 1983). Weizen ist eine windbestäubte Kulturart. Allerdings besitzt die Art eine recht geringe Pollenproduktion und die Pollen werden aufgrund ihrer Schwere nur über sehr kurze Distanzen verfrachtet. Kreuzungen mit Wildpflanzen bzw. anderen Getreidearten (z.B. Roggen) sind im Freiland nach bisherigen Kenntnissen sehr unwahrscheinlich. Auskreuzungen in andere Weizenbestände sind jedoch prinzipiell möglich.

Weizenkörner können im Boden in eine sekundäre Keimruhe eintreten und dann mehrere Jahre überdauern. Ein Auftreten als Durchwuchs in nachfolgenden Kulturen ist grundsätzlich möglich. Hexaploider Weizen ist als Wildform nicht bekannt.

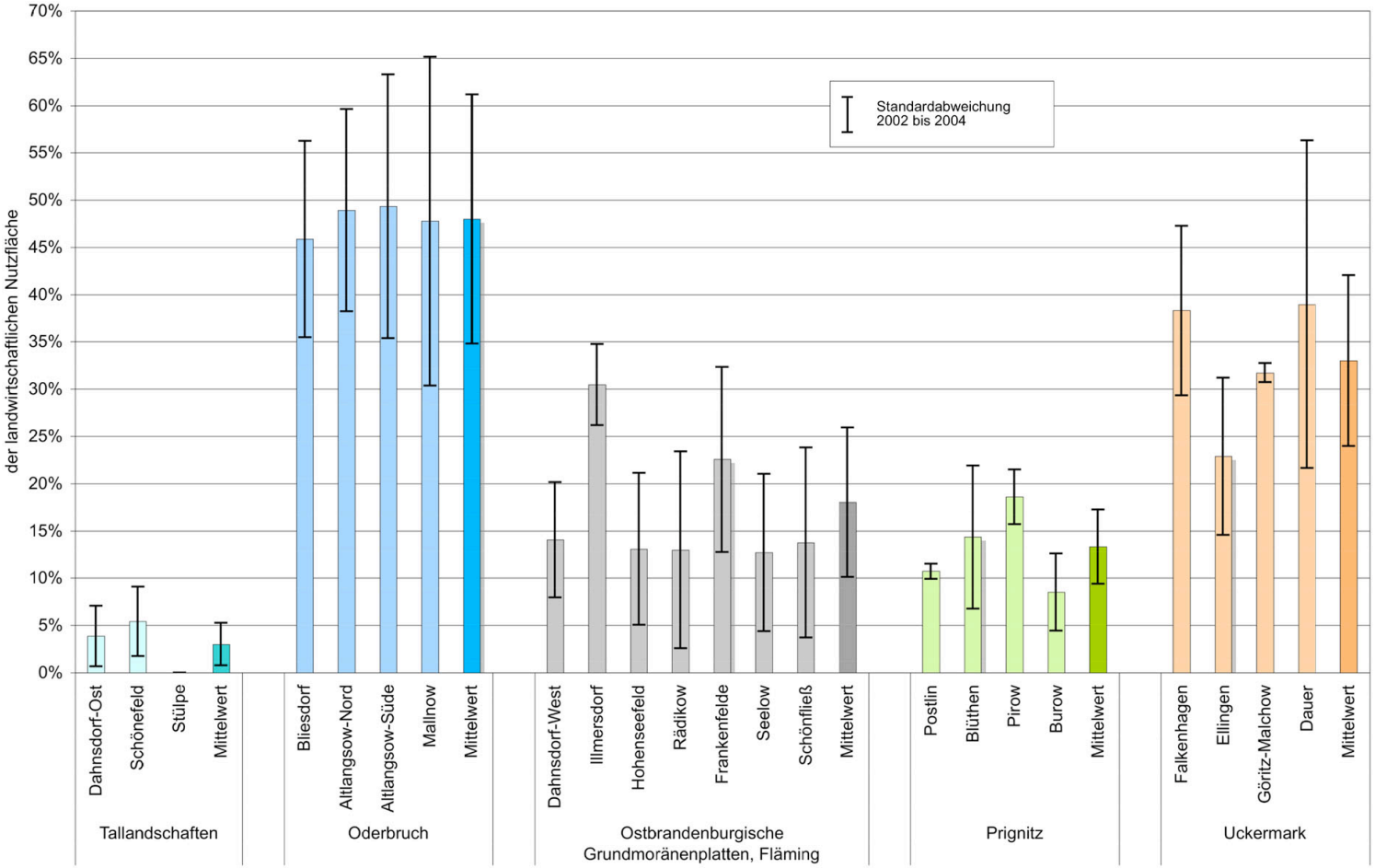


Abb. 15: Durchschnittliche Anteile der mit Weizen bestellten Flächen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in den 22 Landschaftsausschnitten (angegeben sind Mittelwerte und Standardabweichungen der Erhebungen zwischen 2002 und 2004

Die Kulturart kann jedoch in Nachbarschaft zu landwirtschaftlichen Anbauflächen, vereinzelt an Wegrändern und auf Brachflächen vorkommen (OECD 1999).

Besonders auffällig sind die Anteile der Weizenflächen von zumeist deutlich über 40 % an der LNF im Oderbruch (Abb. 15). Ursache ist die gute Eignung dieser Böden zur Kultur anspruchsvoller Nutzpflanzenarten.
Hingegen ist ein Anbau auf den Böden der Tallandschaften offenbar nicht Erfolg versprechend. Ähnliches gilt in abgeschwächter Form für die Prignitz. Mittlere Anteile an der LNF von 23 % bis 38 % sind typisch für die nördliche Uckermark. Nur selten höher als in der Prignitz ist der Weizenanteil auf den Schlägen im mittelbrandenburgischen Raum. Abgesehen von wenigen Ausreißern ist auch hinsichtlich des Weizenanbaus ein gewisser Zusammenhang zwischen der Bedeutung des Weizenanbaus und den Agrarlandschaften festzustellen.

1.7 Verfahren zur Auswahl von Monitoringflächen

Ein Monitoring zur Erfassung der möglichen Ausbreitung (Verwilderung) gentechnisch veränderter Kulturarten, deren Konkurrenzkraft (oder „*fitness*“) durch die gentechnische Veränderung gesteigert ist, sollte sich an mehreren Aspekten orientieren. „Ausbreitung“ wird vornehmlich über die Samen erfolgen, von denen Raps aber auch die Getreidearten (Beispiel: Weizen) große Mengen produzieren und von denen bei Ernte und Transport nicht unerhebliche Mengen verloren gehen. Ausgangspunkt für eine evtl. Etablierung ist das Vorhandensein von Samen an Überdauerungsstandorten, vornehmlich in der Samenbank der Böden geeigneter Standorte.

Samenbanken entstehen primär in Böden, auf denen die Kulturarten angebaut werden oder wurden. Das Auftreten von Durchwuchs auf Kulturflächen sollte daher beobachtet werden, von besonderer Bedeutung sind sommerannuelle Kulturen, da der Boden im Frühjahr gestört wird und anschließend die Bodenoberfläche noch lange Zeit offen ist.

Außerdem können Samenbanken – in weit schwächerem Maße – neben Anbauflächen und entlang von Transportwegen entstehen. Der Same keimt, wenn er auf den Boden fällt, zumeist sofort oder er gelangt z.B. durch Andruck von Reifen in den Boden und entwickelt eine sekundäre Dormanz. Die Chance, sich nach der Keimung auf einer außerhalb eines Ackers gelegenen Fläche zu einer blühfähigen und Samen produzierenden Pflanze zu entwickeln, hängt ab von Bodenverletzungen und dem Vorhandensein von Lücken im Pflanzenbestand.

Die Größe der Störflächen in einer Region sollte jedoch nicht das alleinige Kriterium zur Auswahl von geeigneten Monitoringstandorten sein. Dieses Merkmal allein würde zu einer unüberschaubaren Zahl möglicher Flächen führen. Aus diesem Grund sollte die relative Bedeutung des Anbaus der jeweiligen gentechnisch veränderten Kulturart in einer Region als zusätzliches Kriterium in die Auswahl einbezogen werden. Je größer die Anbaufläche einer gentechnisch veränderten Pflanze in einer Region, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Samen verschleppt wird und sich u.U. eine Gründerpopulation entwickelt.

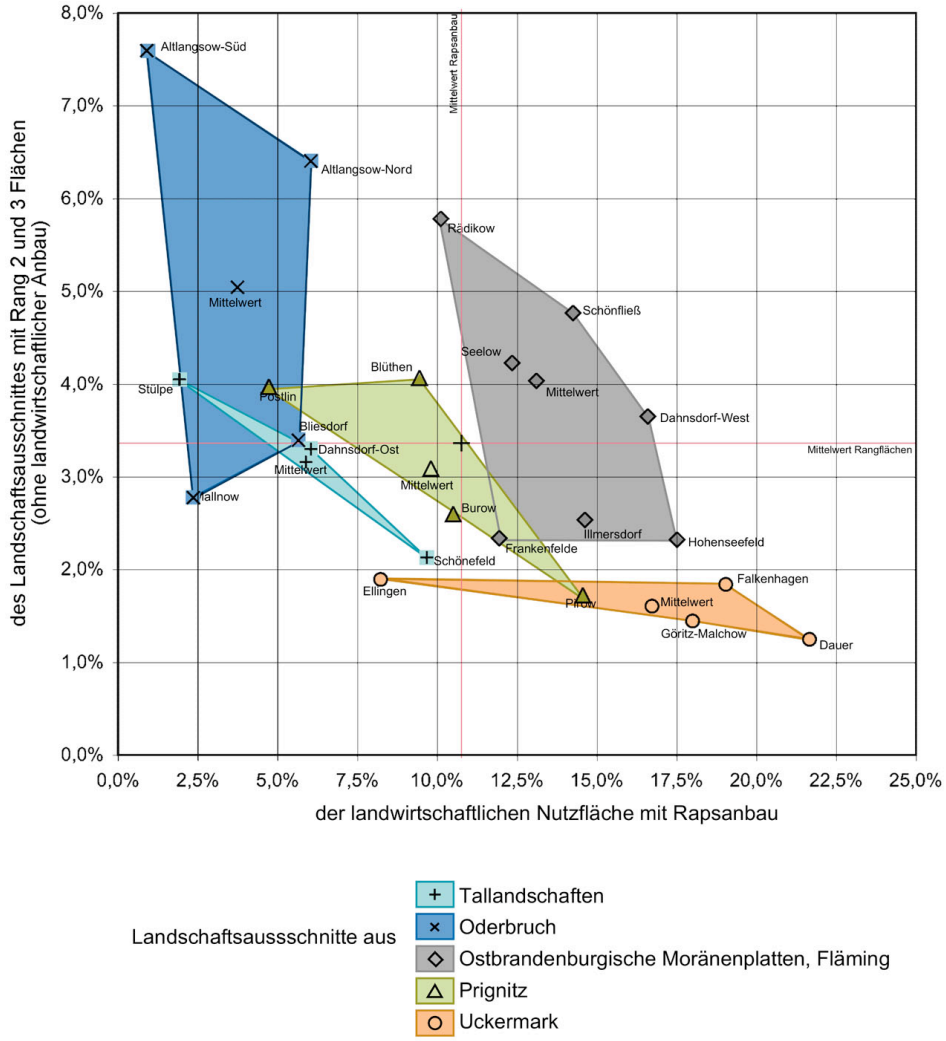


Abb. 16: Zusammenführung der Drei-Jahresmittelwerte von relativer Rapsanbaufläche und relativem Anteil gestörter Biotope in den 22 Landschaftsausschnitten (die Drei-Jahresdurchschnittswerte jedes Landschaftsausschnittes sind durch einen Punkt repräsentiert)

Vor diesem Hintergrund schlagen wir ein zweistufiges Auswahlverfahren vor, das sowohl die relative Anbaufläche der GVP als auch die relative Bedeutung von gestörten Biotopen in einer Region in die Entscheidung einbezieht. Grafisch kann die Auswahl geeigneter Monitoringflächen für Raps gemäß Abb. 16 vorgenommen werden.

In einer XY-Grafik zeigt Abb. 16 die Flächenanteile der Rapsflächen und der gestörten Biotope für jeden untersuchten Landschaftsausschnitt als einen Punkt. Ausgehend von der Prämisse, dass eine Ausbreitung umso wahrscheinlicher ist, je bedeutender der Rapsanbau in einem Landschaftsausschnitt einerseits und je stärker gestörte Biotope darin vorkommen, sind Landschaftsausschnitte, auf die beides zutrifft von besonderem Interesse für ein anbaubegleitendes Monitoring.

In der Abbildung trifft das am stärksten zu auf die im rechten oberen Feld liegenden Punkte. Zur Unterstützung des Auswahlverfahrens dienen ein zusätzliche horizontale und eine senkrechte rötliche Linie. Die senkrechte Linie zeigt den mittleren Anteil der Rapsanbauflächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche über alle Landschaftsausschnitte und Untersuchungsjahre. Er liegt bei etwa 11 % der LNF. Die waagerechte Linie repräsentiert den mittleren Anteil aller gestörten Flächen an der LNF über die 22 Landschaftsausschnitte und Untersuchungsjahre. Dieser Wert liegt bei etwa 3,4 % der LNF.

In einer ersten Näherung schlagen wir vor, vorrangig die Flächen in ein Monitoringnetzwerk aufzunehmen, deren Punkte oberhalb beider Linien legen. Im vorliegenden Fall träfe das zu auf die Ausschnitte „Seelow“, „Schönfließ“ und „Dahnsdorf-West“. Allesamt stammen aus der Agrarlandschaft „Zentral- und Ostbrandenburgische Platten (Fläming mit Barnim-Lebuser Platte)“. Weit unterhalb der Störflächen-Mittellinie liegen die Ausschnitte der rapsreichen nördlichen Uckermark. Weit links von der Rapsanbau-Mittellinie legen des zwar störflächenreichen, aber rapsarmen Oderbruch. Geringer Rapsanbau ist auch der Grund für die abseits des Auswahlquadrates liegenden Flächen der Tallandschaften. Am nächsten an den Auswahlbereich heran ragen einige Landschaftsausschnitte der Prignitz.

Abb. 17 hat den gleichen Aufbau wie Abb. 16; zeigt jedoch die Verteilung der Landschaftsausschnitte als Hintergrund für die Auswahl eines Monitoringnetzwerkes für ein anbaubegleitendes Weizenmonitoring. Die senkrechte rote Linie zeigt den mittleren Weizenanteil an der LNF über sämtliche 22 untersuchten Landschaftsausschnitte; die horizontale repräsentiert wieder den mittleren Anteil aller gestörten Flächen an der LNF.

Für ein Monitoring am besten geeignet sind die im Oderbruch liegenden Ausschnitte „Bliesdorf“, Alt-Langsow-Nord“ und „Alt-Langsow-Süd“. In diesen Landschaftsausschnitten haben Weizenanbau und Störstellendichte die höchsten Werte. Wieder sind ebenfalls recht weizenreichen Landschaftsausschnitte der nördlichen Uckermark aufgrund der geringen Bedeutung gestörter Stellen außerhalb der Auswahlfläche. Gleiches Trifft auch zu auf den Ausschnitt „Illmersdorf“ im Fläming. Primär aufgrund zu geringen Weizenanteils wären auch die in den Tallandschaften und die in der Prignitz liegenden Ausschnitte von untergeordneter Bedeutung.

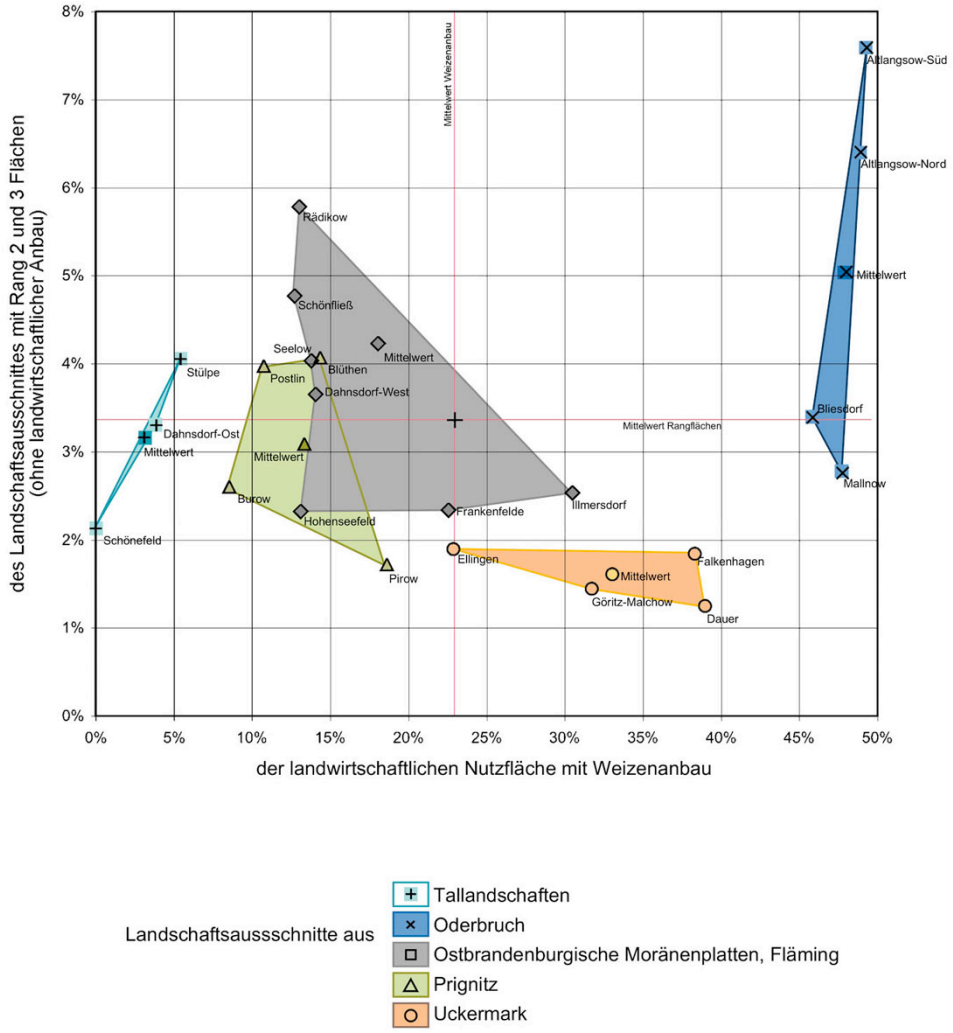


Abb. 17: Zusammenführung der Drei-Jahresmittelwerte von relativer Weizenanbaufläche und relativem Anteil gestörter Biotope in den 22 Landschaftsausschnitten (die Drei-Jahresdurchschnittswerte jedes Landschaftsausschnittes sind durch einen Punkt repräsentiert)

Nutzungsschwerpunkte sowie Biotopausstattung der Landschaftsausschnitte sind die entscheidenden Größen für die Auswahl der zu betrachtenden Landschaften sowie für die darin auszuwählenden Ausschnitte. Das Verhalten von gentechnisch veränderten Pflanzen in Agrarlandschaften sollte auf der Basis eines Netzwerkes an „repräsentativen Landschaftsausschnitten“ erfolgen, das diese Aspekte berücksichtigt. Die zu betrachtenden Ausschnitte dürfen nicht zu klein gewählt werden und sollten die Strukturen in typischer Ausprägung aufweisen.

Grundsätzlich ist die Methode auf andere Fragestellungen im Rahmen eines GVO-Monitoring übertragbar; sie muss jedoch auf die speziellen Eigenarten der jeweiligen Kulturart und ihres neuen Merkmals zugeschnitten werden.

2 Ergebnisse der Dauerflächenkartierungen

Mit Hilfe von regelmäßig wiederholten Vegetationskartierungen auf Dauerflächen sollten spezifische Umweltveränderungen, die u.U. durch den Anbau gentechnisch veränderten Kulturarten auftreten, sichtbar werden. Im Rahmen des Untervorhabens wurden derartige Untersuchungen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen beschränkt. Die Ursache für die Beschränkung lag in praktischen Erwägungen:

- auf landwirtschaftlichen Flächen als dem direkt betroffenem Lebensraum ist zu erwarten, dass eventuelle umweltrelevante Veränderungen sich früh und deutlich manifestieren,
- als beispielhafte gentechnische Veränderung wurden auf den verbliebenen Anbauflächen jeweils herbizidtolerante Sorten (Raps und Mais) angebaut,
- die Untersuchungen erfordern eine häufige Präsenz und konnten deshalb von dem ortsnah lebenden und geschulten Personal des ZALF e.V. durchgeführt werden.

Daueruntersuchungsquadrate wurden auf je einem in Absprache mit dem Betriebsleiter ausgesuchten Schlag eines jeden Landschaftsausschnitts durchgeführt. Entscheidend für die Auswahl des Schlages war die Fruchtfolge, nach der der Schlag bewirtschaftet werden sollte. Die Methodik der Einrichtung und Bearbeitung der Daueruntersuchungsflächen richtete sich - mit leichten Abänderungen - nach den Vorschlägen von PFADENHAUER et al. (1986) für die Anlage von Flächen für Vegetationserhebungen mit Hilfe nicht-destruktiver Verfahren in bewirtschafteten Ackerschlägen. Eine Beschreibung der Methodik findet sich auf S. 11.

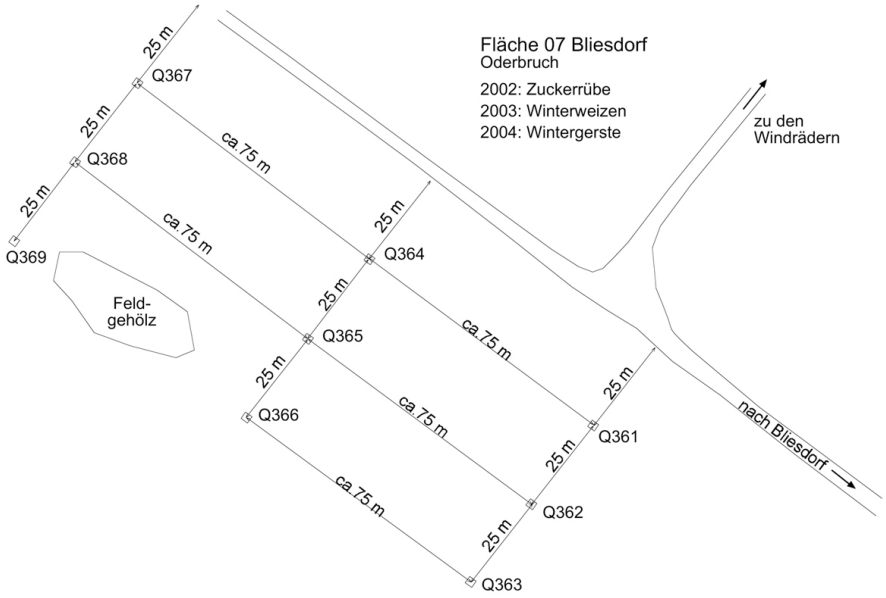


Abb. 18: Beispiel für die Anordnung von neun Dauerflächenquadraten auf einem bestellten Schlag

Eine Ecke jedes Einzelquadrates wurde mit Hilfe eines GPS eingemessen und mit einem flexiblen Markierungsstab gekennzeichnet. In der Regel wurden pro Saison drei Kartierungen pro Schlag und Einzelquadrat durchgeführt. Alle Ergebnisse beruhen auf Deckungsgradschätzungen, die nach dem LONDO-Verfahren erhoben wurden (LONDO 1984). Das recht

detaillierte LONDO-Verfahren erlaubt eine relativ einfache Umrechnung der Schätzzahlen in Prozentangaben.

2.1 Vegetationsuntersuchungen auf Dauerquadraten mit herkömmlichen Kulturen

Im Folgenden werden beispielhaft Ergebnisse von dreijährigen Dauerflächenkartierungen auf einigen der 22 ausgewählten und herkömmlich bewirtschafteten Schläge vorgestellt und diskutiert. Tab. 6 fasst die während der drei Jahre angebauten Kulturarten zusammen.

Tab. 6: Fruchtfolgen auf den vegetationskundlich bearbeiteten herkömmlich bewirtschafteten Daueruntersuchungsschlägen

Landschaft		Ort	Frucht 2002	Frucht 2003	Frucht 2004
Westliche Prignitz		**Burow**	**Mais**	Winterroggen	Winterraps
		Pirow	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps
		Karstädt-Blüthen	Wintergerste	Winterraps	Wintertriticale
		Karstädt-Postlin	**Mais**	Winterroggen	**Mais**
Nördliche Uckermark		**Dauer**	Winterraps	Winterweizen	**Mais**
		Göritz-Malchow	**Zuckerrübe**	Winterweizen	Winterraps
		Falkenhagen	Winterweizen	**Mais**	Winterweizen
		Ellingen	Wintergerste	Winterraps	Winterweizen
Tallandschaften	**Nuthetal**	**Stülpe**	**Sommerraps**	Wintergerste	**Zuckerrübe/Senf**
	Nuthetal	**Schönfeld**	Winterweizen	**Sommertriticale**	**Möhren** (mit Roggeneinfassung)
	Fläming/ Planetal	**Dahnsdorf-Ost**	Winterraps	Winterweizen	Wintergerste
Zentral- und Ostbrandenburgische Plattenlandschaft	**Barnim-Lebuser Platte**	**Schönfließ**	**Mais**	Winterroggen	Sonnenblumen
		Seelow	Winterraps	**Mais**	Winterroggen
		Frankenfelde	Wintertriticale	**Kartoffeln/Mais**	**Mais/Sonnenblume**
		Rädekow	Winterweizen	Winterraps	Winterweizen
	Hoher Fläming	**Dahnsdorf-West**	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps
	Niederer Fläming	**Illmersdorf**	Winterraps	Wintergerste	Winterweizen
		Hohenseefeld	Winterweizen	Winterraps	Wintergerste
Oderbruch		**Mallnow**	**Zuckerrübe**	Winterweizen	Winterweizen
		Alt-Langsow-Süd	Winterweizen	**Bohnen**	Winterweizen
		Alt-Langsow-Nord	Wintergerste	**Sommerweizen** (Rapsdurchwuchs wg. Fehlbestellung)	**Sonnenblume**
		Bliesdorf	**Zuckerrübe**	Winterweizen	Wintergerste

Anm.: Sommerkulturen sind fett hervorgehoben
Werden zwei Früchte für einen Schlag genannt, wurde der Schlag im betreffenden Jahr geteilt

Anhand des Beispiels „Stülpe“ werden die über drei Jahre gewonnenen Kartierergebnisse demonstriert:

Tab. 7: Ergebnisse der Vegetationskartierungen auf dem Beispielacker im Landschaftsausschnitt „Stülpe“ zwischen 2002 und 2004
(Fruchtfolge: Sommerraps – Wintergerste – Zuckerrübe)

	Gebiet	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal	Ustromtal
	Ort	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe	Stülpe
	Fruchtart	So.-Raps	So.-Raps	So.-Raps	So.-Raps	Wi-Gerste	Wi-Gerste	Wi-Gerste	Wi-Gerste	Wi-Gerste	Wi-Gerste	Zuckerrübe	Zuckerrübe	Zuckerrübe	Zuckerrübe
	Kürzel	SRA	SRA	SRA	SRA	WGE	WGE	WGE	WGE	WGE	WGE	ZRÜ	ZRÜ	ZRÜ	ZRÜ
	Jahr	Ernte 2002	Ernte 2002	Ernte 2002	Ernte 2002	Ernte2003	Ernte2003	Ernte2003	Ernte2003	Ernte2003	Ernte2003	Ernte2004	Ernte2004	Ernte2004	Ernte2004
	Bonitur	F-Sommer	F-Sommer	H-Sommer	H-Sommer	Herbst	Herbst	F-Sommer	F-Sommer	H-Sommer	H-Sommer	F-Sommer	F-Sommer	H-Sommer	H-Sommer
	Termin	22.5.2002	22.5.2002	4.7.2002	4.7.2002	2.11.2002	2.11.2002	07.0 5.2003	07.0 5.2003	01.07.2003	01.07.2003	16.06.2004	16.06.2004	19.08.2004	19.08.2004
Artenzahl	Artenzahl(9 Probeflächen)	17	17	16	16	11	11	17	17	16	16	17	17	15	15
	Parameter	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit	mittl. Deck. (%)	Stetigkeit
Deckung	Gesamt	69,9	9	72,1	9	50,0	9	51,3	9	18,3	9	8,11	9	9,56	9
Deckung	Kultur	58,6	9	62,3	9	50,0	9	34,1	9	60,2	9	4,67	9	8,00	9
Deckung	Unkraut	32,2	9	36,7	9	6,8	9	31,1	9	71,4	9	3,44	9	3,11	9
Artname															
ACER sp.	Ahorn											0,02	2	0,06	5
ALLIUM sp.	Lauch sp.	0,06	1												
AMARANTHUS RETROFLEXUS	Zurückgebogener Amarant											0,03	3	0,01	1
AMARANTHUS sp.	Amarant sp.	0,49	3					0,17	3						
ANCHUSA ARVENSIS	Ackerkummhals														
ANTHRISCUS sp.	Kerbelsp.														
APERA SPICA-VENTI	Windhalm	0,06	1					12,96	9	23,58	9	0,02	2		
ARABIDOPSIS THALIANA	Ackerschmalwand														
ARENARIA SERPYLLIFOLIA	Quendelblattkraut														
ARTEMISIA VULGARIS	Gemeiner Beifuß			0,06	1										
ATRIPLEX HORTENSIS	Garten-Melde														
ATRIPLEX NITENS	Glanzmelde														
AUSFALLGETREIDE	Ausfallgetreide							0,19	1	0,30	2				
AVENA FATUA	Flughafer														
BRASSICA NAPUS	Raps					4,26	9	1,28	9	0,49	3	0,28	9	0,01	1
BROMUS ARVENSIS	Ackertrespe														
BROMUS HORDEACEUS	Weiche Trespe														
BROMUS STERILIS	Taube Trespe														
CAPSELLA BURSA-PASTORIS	Gemeines Hirtentäschel			0,06	1					0,06	1				
CARDUUS CRISPUS	Krause Distel														
CENTAUREA CYANUS	Kornblume														
CHENOPODIUM ALBUM	Weißer Gänsefuß	0,11	2	0,28	5			0,28	5	0,43	3				
CHENOPODIUM POLYSPERMUM	Vielsamiger Gänsefuß											0,01	1	0,02	2
CHENOPODIUM sp.	Gänsefuß sp.														
CHENOPODIUM STRICTUM	Gestreifter Gänsefuß														
CIRSIUM ARVENSE	Ackerkratzdistel	1,84	6	1,60	4			17,34	8	38,47	8				
CIRSIUM sp.	Distel sp.					0,11	2					0,63	8	0,04	3
CONSOLIDA REGALIS	Feldrittersporn														
CONVOLVULUS ARVENSIS	Ackerwinde														
CONYZA CANADENSIS	Kanadisches Berufkraut														
DAUCUS CAROTA	Wilde Möhre	0,47	6	0,33	6										
DESCURAINIA SOPHIA	Gemeine Besenraule	0,84	8	0,06	1	0,66	7	0,17	3	0,38	2				
ECHINOCHLOA CRUS-GALLI	Hühnerhirse			0,11	2							0,09	8	0,90	9
ELYMUS REPENS	Gemeine Quecke									0,43	2	0,03	3	0,09	4
EQUISETUM ARVENSE	Ackerschachtelhalm														
ERODIUM CICUTARIUM	Gemeiner Reiherschnabel														
ERYSIMUM CHEIRANTHOIDES	Ackerhöhrich														
EUPHORBIA CYPARISSIAS	Zypressenwolfsmilch														
EUPHORBIA HELIOSCOPIA	Sonnenwendwolfsmilch														
FALLOPIA CONVOLVULUS	Gemeiner Windenknöterich	0,33	6	0,28	5			0,47	6			0,36	7	0,04	3
FUMARIA OFFICINALIS	Gemeiner Erdrauch											0,01	1		
GALEOPSIS PUBESCENS	Weichhaariger Hohlzahn			2,60	3					1,54	3	0,04	4	0,04	3
GALEOPSIS sp.	Hohlzahn sp.														
GALEOPSIS TETRAHIT	Stechender Hohlzahn														
GALIUM APARINE	Klettenlabkraut	21,41	9	29,32	9	1,22	9	4,12	8	13,58	7	0,29	9	0,36	7
GERANIUM PUSILLUM	Zwergstorchschnabel														
GERANIUM sp.	Storchschnabel sp.					0,06	1								
HELIANTHUS ANNUUS	Sonnenblume														
LACTUCA SERRIOLA	Kompaßlattich														
LAMIUM ALBUM	Weiße Taubnessel														
LAMIUM AMPLEXICAULE	Stengelumfassende Taubnessel														
LAMIUM PURPUREUM	Purpurrote Taubnessel											0,01	1		
LAMIUM sp.	Taubnessel sp.														
LEPIDIUM sp.	Kresse sp.														
MALVA NEGLECTA	Wegmalve														
MATRICARIA RECUTITA	Echte Kamille														
MATRICARIA sp.	Kamille sp.														
MEDICAGO LUPULINA	Hopfenklee														
MYOSOTIS ARVENSIS	Ackervergißmeinnicht	0,36	4	0,33	6	0,06	1	0,06	1	0,06	1			0,02	2
MYOSURUS MINIMUS	Mäuseschwänzchen														
OXALIS FONTANA	Europäischer Sauerklee														
OXALIS sp.	Sauerklee sp.														
PAPAVER RHOEAS	Klatschmohn														
PHRAGMITES AUSTRALIS	Schilf														
PLANTAGO MEDIA	Mittlerer Wegerich														
POA ANNUA	Einjährige Rispe														
POA sp.	Rispe sp.					0,06	1								
POLYGONUM AMPHIBIUM	Wasser-Knöterich Landform														
POLYGONUM AVICULARE	Vogelknöterich			0,11	2							0,01	1		
POLYGONUM CONVOLVULUS	Windenknöterich									0,87	4				
POLYGONUM LAPATHIFOLIUM	Ampferknöterich							0,92	7						
POLYGONUM PERSICARIA	Flohknöterich	2,33	8	11,06	9			0,11	2	25,22	6	1,82	9	1,04	6
POLYGONUM sp.	Knöterich sp.														
RAPHANUS RAPHANISTRUM	Hederich														
RAPHANUS SATIVUS	Ölrettich	0,06	1												
RUMEX CRISPUS	Krauser Ampfer														
RUMEX sp.	Ampfer sp.														
SENECIO VERNALIS	Frühlingsgreiskraut														
SETARIA sp.	Hirse sp.	0,06	1												
SETARIA VIRIDIS	Grüne Borstenhirse														
SILENE LATIFOLIA	Weiße Lichtnelke														
SINAPIS ARVENSIS	Ackersenf														
SISYMBRIUM sp.	Rauke sp.														
SONCHUS ARVENSIS	Ackergänsedistel	3,44	3	0,36	4	1,98	7	6,97	7	1,11	1	0,39	8	0,01	1
SONCHUS OLERACEUS	Kohl Gänsedistel														
SONCHUS sp.	Gänsedistel sp.														
SPERGULA ARVENSIS	Ackerspergel														
STELLARIA MEDIA	Vogelmiere	0,28	5	0,47	6	1,03	9	1,52	6	0,43	3			0,04	3
TARAXACUM OFFICINALE	Gemeiner Löwenzahn	0,11	2					0,06	1						
THLASPI ARVENSE	Ackerhellkraut														
TRIPLEUROSPERMUM PERFORATUM	Geruchlose Kamille														
TRIFOLIUM ARVENSE	Hasenklee														
TRIFOLIUM sp.	Klee sp.														
URTICA sp.	Brennessel sp.														
VERONICA AGRESTIS	Ackerehrenpreis														
VERONICA ARVENSIS	Feldehrenpreis							0,06	1						
VERONICA HEDERIFOLIA	Efeuehrenpreis														
VERONICA POLITA	Glanz-Ehrenpreis														
VERONICA sp.	Ehrenpreis sp.					0,06	1								
VERONICA TRIPHYLLOS	Dreiteiliger Ehrenpreis														
VICIA ANGUSTIFOLIA	Schmalblättrige Wicke														
VICIA sp.	Wicke sp.														
VIOLA ARVENSIS	Feldstiefmütterchen	6,53	8	2,28	7	0,38	2	0,36	4	1,47	4	0,23	8	1,20	9

In Tab. 7 sind die Ergebnisse von insgesamt sieben Kartierdurchgängen aus den Jahren 2002 bis 2004 zusammengefasst. Nacheinander wurden Sommerraps (2002), Wintergerste

(2003) und Zuckerrübe (2004) auf dem Schlag angebaut (Tab. 6). Da in zwei der drei Jahre eine Sommerfrucht auf dem Feld stand, waren in beiden Jahren nur zwei Aufnahmetermine möglich (Frühsommer- und Hochsommeraufnahme). Stand eine Winterkultur auf dem Acker, wurde zusätzlich eine Kartierung nach der Aussaat, im Herbst des vorangegangenen Jahres, durchgeführt.

Für jeden Aufnahmetermin sind die Ergebnisse in zwei Spalten aufgeführt, die linke zeigt den Deckungsgrad der Art an dem Aufnahmetermin in Prozent, die rechte die „Stetigkeit". In diesem Fall kann die „Stetigkeit" nur Werte zwischen 0 und 9 annehmen, da die Zahl angibt, auf wie vielen der neun Einzelquadrate die Art bei einem Durchgang gefunden wurde. Prozentuale Deckungsgraddaten repräsentieren den Mittelwert der neun Einzelaufnahmen.

Wie von zahlreichen Vegetationsaufnahmen von Ackerflächen bekannt, tauchen etliche der kulturfolgenden Unkräuter in jedem Jahr relativ unabhängig von der Kulturart wieder auf, z.B. *Galium aparine*, *Sonchus arvensis*, *Stellaria media* und *Viola arvensis*. Allerdings ist ihre Präsenz deutlich abhängig von der Kulturart und dem damit verbundenen spezifischen Herbizideinsatz. Viele kommen jedoch offenbar trotz derartiger Behandlungen zum Fruchtansatz, so dass sich die Samenbank regelmäßig wieder auffüllt.

Bei Betrachtung des Durchwuchsverhaltens der kultivierten Arten zeigt sich, dass der (im ersten Jahr angebaute) Raps auch im Jahr danach (Kultur von Gerste) und im dritten Jahr (Kultur von Zuckerrübe) mit zum Teil hohen Stetigkeiten in den Folgekulturen auftritt. Allerdings ist nicht sicher, ob es sich bei dem Durchwuchsraps tatsächlich um den Sommerraps des Jahres 2002 handelt.

Ausfallgetreide findet sich mit geringer Stetigkeit hingegen nur in den Vegetationsaufnahmen aus dem Jahr 2003. In dem Jahr wurde auf der Fläche Wintergerste angebaut, so dass das Behandlungsregime auf Getreide abgestimmt war.

Tab. 8: Entwicklung der Artenzahlen aufgenommener Segetalarten in den Jahren 2002, 2003 und 2004 auf sieben untersuchten Schlägen

Landschaft		Ort	Ernte 2002			Ernte 2003			Ernte 2004		
			Herbst-Bonitur (2001)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2002)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2003)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur
Nördliche Uckermark		Dauer	-/-	3	-/-	-/-	2	3	-/-	2	6
		Ellingen	-/-	8	10	-/-	2	3	1	7	8
Tallandschaften	Nuthetal	Stülpe	-/-	17	16	11	17	16	-/-	17	15
	Fläming/Planetal	Dahnsdorf-Ost	-/-	8	-/-	2	6	8	-/-	11	10
Zentral- und Ostbrandenburgische Plattenlandschaften	Barnim-Lebuser Platte	Seelow	-/-	20	-/-	-/-	11	-/-	8	11	8
	Niederer Fläming	Illmersdorf	-/-	10	-/-	10	-/-	11	6	8	11
		Hohenseefeld	-/-	8	3	6	10	13	5	10	14
		angebaute Frucht	Winter-weizen	Winter-roggen	Winter-gerste	Winter-raps	Sommer-raps	Mais	Zucker-rübe		
		-/-	keine Bonitur durchgeführt								

Neben diesen fast unmittelbar aus den Aufnahmelisten ablesbaren Informationen liefern auch weitergehende Auswertungen Anhaltspunkte für die Interpretation der Verhältnisse auf

Äckern. Ausgesucht für die weitergehenden Auswertungen wurden Schläge, auf denen mindestens in einem Jahr der Fruchtfolge Raps angebaut wurde (Tab. 8 - 10).

Die in Tab. 8 im Überblick aufgeführten Artenzahlen der Unkrautarten sind ein indirektes Indiz für die Intensität der Unkrautbekämpfung auf einem Acker. Aufgeführt sind jeweils die mittleren Artenzahlen der neun Einzelquadrate eines jeden Aufnahmedurchgangs. Auffallend geringe Artenzahlen finden sich auf den beiden in der Uckermark gelegenen Flächen. Das Ergebnis dürfte auf besonders intensive Pflanzenschutzmaßnahmen zurückzuführen sein. Deutlich höhere Artenzahlen kommen auf den fünf anderen Flächen vor, auch und gerade auf der oben besprochenen Fläche des Landschaftsausschnittes „Stülpe“.

Tab. 9: Entwicklung des Rapsdurchwuchses in den Jahren 2002, 2003 und 2004 auf sieben untersuchten Schlägen

Landschaft		Ort	Ernte 2002			Ernte 2003			Ernte 2004		
			Herbst-Bonitur (2001)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2002)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2003)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur
Nördliche Uckermark		Dauer	-/-	#	-/-	-/-	8	6	-/-	0	1
		Ellingen	-/-	4	4	-/-	#	#	9	1	1
Tallandschaften	Nuthetal	Stülpe	-/-	#	#	9	9	3	-/-	9	1
	Fläming/Planetal	Dahnsdorf-Ost	-/-	#	-/-	4	1	0	-/-	1	0
Zentral- und Ostbrandenburgische Plattenlandschaften	Barnim-Lebuser Platte	Seelow	-/-	#	-/-	-/-	2	-/-	0	0	0
	Niederer Fläming	Illmersdorf	-/-	#	-/-	3	-/-	0	3	0	0
		Hohenseefeld	-/-	4	0	0	0	9	9	7	2

angebaute Frucht	Winter-weizen	Winter-roggen	Winter-gerste	Winter-raps	Sommer-raps	Mais	Zucker-rübe

-/- keine Bonitur durchgeführt

\# Ausfallraps in Raps nicht festgestellt

In erster Näherung zeigen die Stetigkeitsangaben, dass häufig mit stärkerem Durchwuchs gerechnet werden kann, wenn Getreide nach Raps angebaut wird. Auch in Rüben ist dessen Auftreten recht wahrscheinlich, wohingegen später angebauter Mais dem Raps nur wenige Chancen zu geben scheint.

Wesentlich weniger ausgeprägt als beim Raps ist die Durchwuchsproblematik bei Getreide. Den Untersuchungsergebnissen zufolge findet sich Durchwuchsgetreide primär in nachgebautem Getreide, jedoch mit deutlich geringeren Stetigkeiten als beim Raps. In ähnlicher Häufigkeit tritt Durchwuchs in Rapsbeständen auf.

Zusammenfassend ist zu erkennen, dass mit Hilfe der Dauerquadratmethode durchaus Veränderungen an der Segetalzönose von Äckern als Folge von Fruchtfolgen und Behandlungen erkennbar sind. Jedoch lassen die Ergebnisse beim jetzigen Stand der Auswertung noch keine Kausalzusammenhänge erkennen. Mit Sicherheit werden die Aussagen mit steigender Zahl der Stichproben besser. Außerdem sind die Ergebnisse leichter zu interpretieren, je artenreicher die Segetalzönosen zusammengesetzt sind.

In Tab. 9 sind Stetigkeitsangaben zum Auftreten von Rapsdurchwuchs in den jeweiligen Fruchtfolgen der sieben Schläge, in denen Raps in der Fruchtfolge vertreten ist. Raps tritt in den Jahren nach dem Anbau auch auf den offenbar recht intensiv bewirtschafteten Äckern in der Uckermark auf. Vermutliche Ursache dafür dürfte sein, dass nach einem Rapsanbau in

der Regel sehr viele Samen auf den Boden fallen, die während der Vegetationsperiode immer keimfähig sind.

Tab. 10: Entwicklung des Getreidedurchwuchses in den Jahren 2002, 2003 und 2004 auf sieben untersuchten Schlägen

Landschaft		Ort	Ernte 2002			Ernte 2003			Ernte 2004		
			Herbst-Bonitur (2001)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2002)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur	Herbst-Bonitur (2003)	Früh-sommer-Bonitur	Hoch-sommer-Bonitur
Nördliche Uckermark		Dauer	-/-	2	-/-	0	0	0	-/-	4	0
		Ellingen	-/-	0	0	-/-	0	0	0	0	0
Tallandschaften	Nuthetal	Stülpe	-/-	0	0	0	1	2	-/-	0	0
	Fläming/Planetal	Dahnsdorf-Ost	-/-	0	-/-	0	0	0	-/-	0	2
Zentral- und Ostbrandenburgische Plattenlandschaften	Barnim-Lebuser Platte	Seelow	-/-	2	-/-	-/-	0	-/-	0	0	0
	Niederer Fläming	Illmersdorf	-/-	0	-/-	0	-/-	0	1	0	1
		Hohenseefeld	-/-	0	0	3	1	0	0	0	5

angebaute Frucht	Winter-weizen	Winter-roggen	Winter-gerste	Winter-raps	Sommer-raps	Mais	Zucker-rübe

-/- keine Bonitur durchgeführt

Allerdings scheinen die beiden Beispiele aus der Uckermark zu belegen, dass gerade beim Raps auch eine offenbar intensive Behandlung der Kulturbestände nicht zu einem Rückgang der Durchwuchsproblematik führen muss. Im Hinblick auf die Durchwuchserfassung besitzt das von PFADENHAUER et al. (1986) vorgeschlagene Verfahren eine recht gute Indikationsleistung, die jedoch sicher noch verbessert werden kann mit größerem Stichprobenumfang. Diesbezüglich sind vertiefende Untersuchungen notwendig.

2.2 Vegetationsuntersuchungen auf Flächen mit und ohne GVP-Anbau

Stellvertretend wird im Folgenden ein Ergebnis der Erhebungen zum Vergleich der Vegetationsentwicklung auf einem mit Phosphinotricin-toleranten (HR-)Mais (Basta, oder Liberty) und einem mit herkömmlichen Mais bestellten Acker vorgestellt: Die Ergebnisse stammen von der Versuchsfläche der Biologischen Bundesanstalt (BBA - Kleinmachnow) in Dahnsdorf (Fläming). Sämtliche Daten wurden in Dauerquadraten auf den Versuchsfeldern erhoben. Die Dauerquadrate besitzen wegen der Kleinflächigkeit der Versuchsfelder je nur eine Fläche von 1 m^2. Pro Fläche werden vier derartiger Quadrate aufgenommen. Tab. 11 zeigt ein Zwischenergebnis der Vegetationsuntersuchungen an der Segetalflora. Wegen technischer Schwierigkeiten bei der Kartierung und Speicherung der Daten musste die endgültige Auswertung dieser Ergebnisse zurückgestellt werden.

Der Mais wurde in einer viergliedrigen Fruchtfolge mit Roggen, Raps und Weizen angebaut. Auf den Vergleichsflächen stehen HR-Raps und HR-Mais oder herkömmlicher Raps und herkömmlicher Mais immer im zweijährigen Abstand nach Getreide. Als Herbizid wird auf den HR-Flächen das Produkt „Liberty“, auf den herkömmlich bewirtschafteten Flächen „Gardoprim“ oder „Gardo Gold“ eingesetzt. Auf den kartierten HR-Mais-Flächen hat dem Fruchtfolgeschema folgend zwei Jahre zuvor HR-Raps gestanden.

Abgesehen vom dritten Aufnahmetermin, der kurz nach der Ernte lag, fallen etwa dreifach höhere Gesamtdeckungsgrade der Segetalarten in den mit Phosphinotricin behandelten Be-

ständen auf (die einmalige Anwendung von 2,7 l Gardo Gold/ha bzw. 4 l Liberty/ha fand einen Tag nach der ersten Bonitur statt, ist also noch unbeeinflusst vom Herbizideinsatz). Die Unkrautflora auf den „Liberty“-behandelten Flächen ist sehr stark von Unkrautraps dominiert. Darin spiegelt sich klar die Wirkungslücke dieses Herbizids gegenüber Phosphinotricintolerantem Raps wider. Aber auch die restlichen Unkrautarten zeigen in ihren Deckungsgraden ebenfalls geringfügig höhere Anteile als bei der Behandlung mit „Gardo Gold“.

Tab. 11: Mittlere Deckungsgrade der Segetalarten in einem herkömmlich bewirtschafteten und einem HR-Maisbestand (Mittelwerte aus vier Wiederholungen)

	22.05.02	12.06.02	25.09.02	22.05.02	12.06.02	25.09.02
	Gardoprim	Gardoprim	Gardoprim	Liberty	Liberty	Liberty
	%	%	%	%	%	%
Deckung Kulturart (DKP)	38	40	0	35	35	0
Deckung Unkräuter (DKU)	8	20	25,0	25	73	10,0
Brassica napus	4	18	0,4	20	55	1
Chenopodium album album	2,5	0,5	2	0,5	2	2
Viola tricolor arvensis	1,5	17	0,8	0,8	20	0,5
Fallopia convolvulus	1	0,5	0	0,5	2	0
Polygonum aviculare agg.	0,5	0,3	0,3	0,2	0	0
Agropyron repens	0,5		18			
Anagallis arvensis						0,1
Apera spica-venti		0,3				
Capsella bursa-pastoris	0,5			0,1		
Cirsium arvense			1			
Conyza canadensis			1,5			2,5
Epilobium angustifolium			0,3			
Gnaphalium uliginosum			0,5			
Matricaria discoidea			0,3			
Myosotis arvensis (intermedia)	0,5					
Plantago major ssp. intermedia		0,2	0,8			4
Poa annua	0,2	0,3	0,3	0,1		0,3
Spergula arvensis	0,2			0,1		
Stellaria media agg.	0,2		0,3	0,1	0,5	0,4
Taraxacum officinale agg.			0,4			
Trifolium repens		0,2	0,8			
Veronica arvensis	0,2			0,1		

Alles in allem unterscheidet sich die Wirkung des Totalherbizids, abgesehen von der zu erwartenden Wirkungslücke gegen herbizidresistenten Unkrautraps, nur geringfügig von der des herkömmlichen Herbizids. Stellt sich der gentechnisch veränderte Unkrautraps in der Praxis bei vergleichbaren Fruchtfolgen als Problem heraus, müsste er zusätzlich mit spezifischen Herbiziden bekämpft werden. Grundsätzlich ist die zeitweilig stärkere Unkrautbedeckung der mit dem GV-Mais bestellten Flächen positiv zu werten sowohl im Hinblick auf ihre Bedeutung als Lebensraum für Insekten als auch im Hinblick auf das geringere Bodenerosionsrisiko.

Die Ergebnisse deuten an, dass es möglich ist, auch mit Hilfe kleiner über die Fläche verteilter Aufnahmequadrate, Unterschiede an der Segetalflora zwischen verschiedenen Behandlungen aufzuzeigen.

Leider sind die vom Freisetzungsversuch mit HR-Mais der Fa. MONSANTO in Alt-Langsow erhaltenen Ergebnisse nicht brauchbar, da während eines der drei Aufnahmejahre die mit dem HR-Mais bepflanzten Teilflächen durch den Anbaubetrieb nicht wunschgemäß bewirtschaftet wurden.

Herrn Dr. Hommel (BBA, Standort Kleinmachnow) danken wir an dieser Stelle herzlich für seine tatkräftige Unterstützung unserer Arbeiten

3 Aufwandsabschätzung

Aufgrund der während der Durchführung des Projektes von uns gemachten Erfahrungen sollten repräsentativ ausgewählte und in Agrarlandschaften gelegene Landschaftsausschnitte die Grundlage für ein anbaubegleitendes Monitoring bilden. Bei der Kalkulation des Aufwandes, der mit den Arbeiten verbunden ist, gehen wir davon aus, dass die Flächenauswahl als solche im Vorfeld stattfindet (evtl. nach einem im Nachfolgeprojekt getesteten Verfahren). Die Auswahl der in das Monitoringnetzwerk aufzunehmenden Landschaftsausschnitte bestimmt letztlich die Güte und Repräsentativität der zu treffenden Aussagen und sollte daher in einem Vorweg-Verfahren erfolgen. Der abzuschätzende Aufwand bezieht sich daher im Folgenden ausschließlich auf die praktischen vor Ort durchzuführenden Arbeiten.

Leider spielten die Kartierarbeiten zum Vergleich von Flächen, die mit herkömmlichen bzw. mit gentechnisch veränderten Kulturen bestellt waren, nur eine untergeordnete Rolle im Rahmen unseres Projektes. Demzufolge sind direkte Aufwandsabschätzungen bezogen auf diesen Aspekt nicht aussagekräftig. Routinemäßige Dauerflächenuntersuchungen konnten nur auf herkömmlich bewirtschafteten Feldern und außerhalb durchgeführt werden. Der damit verbundene Aufwand bildet daher die Grundlage der folgenden Überlegungen.

Auf Feldern, die mit Winterkulturen bestellt sind, sollten basierend auf unseren Erfahrungen drei Kartierungen pro Vegetationsperiode durchgeführt werden (Herbst-, Frühjahrs- und Frühsommerbonitur). Bei mit Sommerkulturen bestellten Feldern reichen zwei Bonituren aus. Aufwandsmindernd wirkt sich aus, wenn für den Vergleich der GVP-/Nicht-GVP-Kultur Schläge im gleichen Landschaftsausschnitt zur Verfügung stehen. Letzteres sollte nach Möglichkeit angestrebt werden. Parallel zu jedem Boniturtermin sind auch Kontrollen in den potenziell ausbreitungsrelevanten Biotopen, dem zweiten Dauerbeobachtungsflächentyp, im Hinblick auf das Vorkommen von verwilderten Kulturarten und eventuellen verwandten Arten erforderlich.

Grundsätzlich hängt der zu leistende Aufwand ab von der Zahl der zu kontrollierenden Landschaftsausschnitte, der räumlichen Entfernung des Beauftragten von der Probefläche, der Zugänglichkeit der anzufahrenden Äcker und Störbiotope und letztlich von der Zahl der in einem Landschaftsausschnitt eingerichteten Dauerflächen auf und neben Äckern. Bei einer durchschnittlichen Ausstattung einer Monitoringfläche kann nach unseren Erfahrungen geschätzt werden, dass für die Kartierarbeiten pro Landschaftsausschnitt für eine Person inklusive An- und Abfahrt von einem Zeitaufwand von einem halben bis zu etwa einem Tag ausgegangen werden muss.

Zusätzlich sind mindestens zweimal jährlich Aufwendungen für eventuelle Probenahmen, z.B. von Pflanzenproben für molekularbiologische Nachweise oder für entomologische Fragen (Nahrungsnetzuntersuchungen) zu berücksichtigen. Dafür ist eine zweite Kraft erforderlich.

4 Exkurs: Vorschläge für die Flächenauswahl zum Monitoring nicht-domestizierter GVP am Beispiel von Pappeln

Gentechnisch veränderte landwirtschaftliche Kulturarten sind als weitgehend domestiziert einzustufen, da sie seit langer Zeit züchterisch bearbeitet werden. Auch bei den mit einer

Inverkehrbringensgenehmigung bereits ausgestatteten Arten sowie den Arten, für die eine entsprechende Genehmigung beantragt ist, stammen die Eltern von so genannten Hochleistungslinien ab, die zumeist nur noch geringfügig Wildtypmerkmale besitzen. Trotzdem treten auch von diesen Arten bzw. Sorten Abkömmlinge in ruderalen und vergleichbaren Lebensräumen außerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen auf. Nach den bestehenden Kenntnissen scheinen sie jedoch nur selten denen dort herrschenden Bedingungen über mehrere Jahre gewachsen zu sein, wenn ihnen eine gentechnische Veränderung keine Vorteile verschafft.

Das Verhalten nicht-domestizierter gentechnisch veränderter Pflanzenarten muss anders bewertet werden. Sie haben sich über Jahrtausende unter den bei uns herrschenden Bedingungen weitgehend ohne menschliche Eingriffe in unseren Lebensräumen behauptet. Werden Fremdgene in diese Arten inseriert, die ihnen bisher unbekannte Eigenschaften verleihen, kann das u.U. zu einer Änderung des Verhaltens dieser Arten führen.

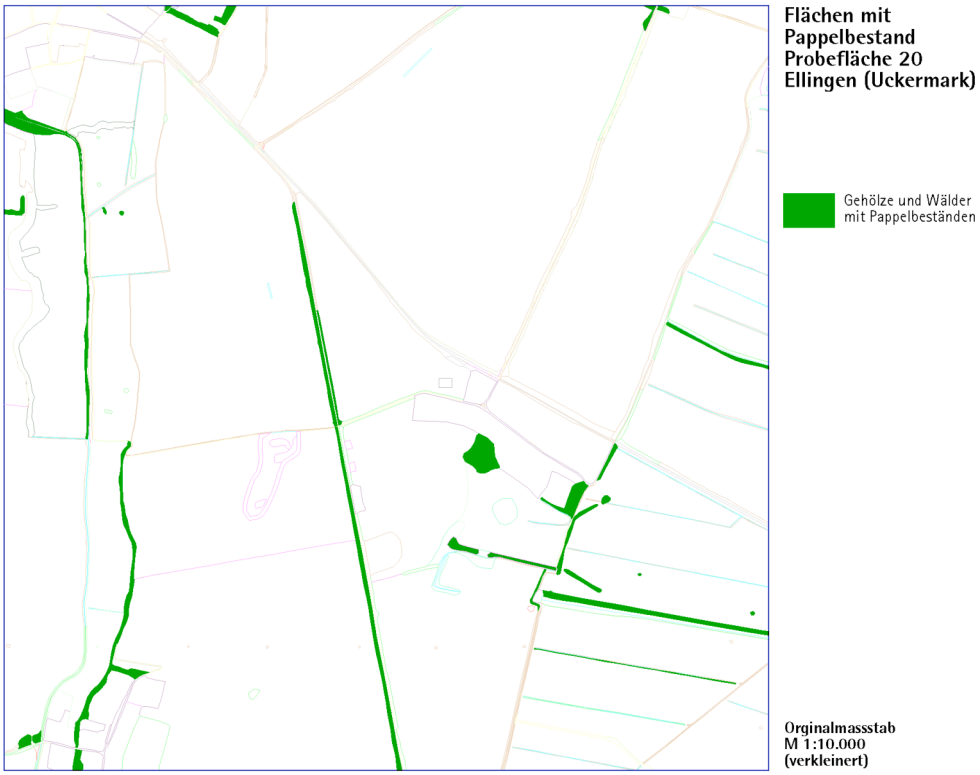


Abb. 19: Verteilung, Struktur und Größe von Pappelbeständen in einer Agrarlandschaft am Beispiel des Landschaftsausschnittes „Ellingen“ (Nördliche Uckermark)

Eine Pflanzenart, auf die das in unseren Lebensräumen möglicherweise eines Tages zutreffen könnte, ist die stark fruchtende und zur Hybridisierung neigende Pappel. Mit gentechnisch veränderten Pappeln werden seit wenigen Jahren unter hohen Auflagen in zwei Fällen Freisetzungsversuche durchgeführt. Sollte sich eines Tages die Notwendigkeit zur Durchführung eines Langfrist-Monitoring für Pappeln stellen, wäre ebenfalls die Frage der Flächenauswahl zu lösen. Eine wichtige Voraussetzung zur Lösung der Aufgabe stellt die Kenntnis über das Vorkommen der Art(en) und deren Verteilung in den Freisetzungs- oder Anbauregionen dar. Das an den Beispielen Raps und Weizen bereits vorgestellte Vorgehen (Kartierung der Lebensräume, CAD- oder GIS-gestützte Auswertung der regionalen Vorkommen der

betreffenden Art) könnte auch den Ausgangspunkt für die Auswahl von Flächen für ein Pappel-Monitoring bilden.

Beispielhaft veranschaulicht Abb. 19 die Pappelvorkommen in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft (Bsp. Ausschnitt „Ellingen“, Uckermark). Sollten Versuche mit gentechnisch veränderten Pappeln oder inverkehrgebrachte zur Blüte befähigte Sorten mit verhaltensändernden Eigenschaften in dieser Landschaft ausgepflanzt werden, wären die oben dargestellten Bestände in ein Monitoring einzubeziehen. Pappeln sind in stark ausgeräumten Agrarlandschaften Ostdeutschlands gar nicht selten, da sie häufig zu Windschutzzwecken (siehe die zumeist linienartigen Vorkommen) angepflanzt wurden.

Ein Vergleich mit Pappelvorkommen in den anderen Landschaftsausschnitten und eine weitere Auswertung sind bisher nicht durchgeführt worden. Grundsätzlich müsste ein Flächenauswahlverfahren nach ähnlichen Kriterien erfolgen wie für Raps und Weizen vorgeschlagen. Das Beispiel dient lediglich dazu aufzuzeigen, dass ein landschaftsbezogener Ansatz unter Einbeziehung von Biotopkartierungen auch zum Aufbau eines anbaubegleitenden Monitoring für nicht-domestizierte Arten eingesetzt werden kann.

Literatur (Kap. 1 - 4):

HALL L., Good A., Beckie H.J., and Warwick S.I., 2003: Gene flow in Herbicide-Resistant Canola (Brassica napus): The Canadian Experience. In: Lelley T., Balacs E., Tepfer M. (eds.): Ecological Impact of GMO-Dissemination in Agro-Ecosystems. Facultas-Verlag, Wien: 57-66.

LONDO G., 1984: The decimal scale for relevés of permanent quadrats. In: Knapp R. (ed.): Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Handbook Vegetation Science 4: 45-49 (Junk, The Hague).

LUTZE G., ASSMANN R., VOSS M., KIESEL J., WENKEL K.O., WIELAND R., 2000: Integrative, modellgestützte Studie zur Charakterisierung von Agrar-Umwelt-Problemen im Land Brandenburg. www.zalf.de/home_zalf/download/lsa/strukanalyse/elanus/cdinhalt/autoren.htm usw.

MEYNEN E., SCHMIDTHÜSEN J., GELLERT J., NEEF E., MÜLLER-MINY H., SCHULTZE J.H., 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesamt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg, Band 1 und 2.

NEEMANN G., KARWASZ M., WEITEMEIER M., 2004: Umweltbeobachtung der Ausbreitung von Raps (*Brassica napus* L., spp. *oleifera*) in ausgewählten Flächenstrukturen. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg, Band 48: „Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen. Koexistenz und Umweltbeobachtung im Agrarraum“: 38 - 48.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and development), 1999: Consensus Document on the Biology of Triticum aestivum (Bread Wheat). Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 9: 46 pp.

PFADENHAUER J., POSCHLOD P., BUCHWALD R., 1986: Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1, Berichte des ANL, 10: 41 - 60.

SHARMA H., GILL B.S., 1983: Current status of wide hybridization in wheat. Euphytica, 32: 17-31.

WILHELM R., BEIßNER L., SCHIEMANN J., 2003: Konzept zur Umsetzung eines GVO-Monitoring in Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 55 (11): 258 – 272.

5 Voraussichtlicher Nutzen der Ergebnisse

Die formalen Hintergründe für die Durchführung des Projektes sind durch die Veröffentlichung der Guidance note „2002/811/EG“ (Leitlinien zum Umweltmonitoring nach RL 2001/18) im Jahr 2002 über die in der Richtlinie 2001/18/EG festgesetzten allgemeinen

Rahmenbedingungen hinaus deutlich präzisiert worden. In den Leitlinien heißt es z.B. in Kap. 2.2 (Titel: „Gebiete/Proben“):

> „Die Gebiete und/oder Proben, die auf mögliche Auswirkungen des Inverkehrbringens des GVO überwacht werden sollen, darunter auch Bezugs- oder Kontrollgebiete bzw. –gruppen, sind zu ermitteln. Bezugs- oder Kontrollgebiete bzw. –proben müssen hinsichtlich der Umwelt und der Verwendungsbedingungen hinreichend repräsentativ sein, wenn aussagefähige Schlussfolgerungen gezogen werden sollen. Darüber hinaus sollten die Probenahmeverfahren wissenschaftlich und statistisch fundiert sein. Auf dieser Grundlage können wichtige Informationen über die Veränderung von Indikatoren erbracht werden, was die Feststellung der Auswirkung erhöht.“

Da die Entwicklung von Methoden zur Flächenauswahl die entscheidenden Aspekte unserer Arbeiten bilden, ist davon auszugehen, dass sowohl die Projekte des Verbundvorhabens, des ZALF e.V. als auch des vorliegenden Unterprojektes im Rahmen der geforderten Implementierung eines anbaubegleitenden Monitoring nach dem Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen Bedeutung erlangen werden.

Die Zulassungsbehörden legen im Bewilligungsbescheid an den Antragsteller auf das Inverkehrbringen einer gentechnisch veränderten Pflanze fest, ob und im Hinblick auf welche Risiken ein Monitoring durchzuführen ist. Für die Behörden ist sowohl von Interesse, ein auf das jeweilige Merkmal und seine Eigenschaften abgestimmtes freilandtaugliches Instrumentarium empfehlen zu können, als auch Kriterien nennen zu können, die an die Auswahl geeigneter Messpunkte zu legen sind.

Ein wirtschaftliches Interesse an der bearbeiteten Thematik liegt vorrangig auf Seiten der Saatgutproduzenten, die zukünftig für die Durchführung eines anbaubegleitenden Monitoring zuständig sind. Sie werden ein fachlich begründetes Messnetz für das ihnen auferlegte anbaubegleitende Monitoring begrüßen. Insofern ist davon auszugehen, dass die im Unterprojekt erarbeiteten Methoden zur Messgebietsauswahl Bedeutung erlangen werden.

6 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt

Während der Projektlaufzeit wurde von mehreren nationalen und internationalen Gruppen ebenfalls an der Thematik gearbeitet. Zum Teil liegen auch schon Ergebnisse publiziert vor. Zwei wichtige Arbeiten werden im Folgenden diskutiert:

a) Im Jahr 2003 hat das Umweltbundesamt in seiner Reihe „Texte“ unter der Nummer 50/2003 einen Band mit dem Titel: „Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen“ veröffentlicht. Der Bericht adressiert das Thema „Anbaubegleitendes Monitoring“ aus einer sehr umfassenden Perspektive. Mit den vorgestellten Monitoringverfahren wird versucht, eine möglichst große Zahl der postulierten und in theoretischen Szenarien in der Diskussion befindlichen Umweltfolgen aus dem Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen erkennbar werden zu lassen.

   Die in der Studie vorgestellten Ansätze sind enorm komplex und umfangreich. Eine Fokussierung auf potenzielle Umweltwirkungen und Untersuchungsräume nach Kriterien der Wahrscheinlichkeit ihres möglichen Eintretens erscheint uns - vor dem Hintergrund be-

grenzter Ressourcen und bereits vorliegender Erfahrungen - als die angemessenere Vorgehensweise.

b) Eine speziell auf die Beeinflussung der Biodiversität von landwirtschaftlichen Flächen durch den Anbau herbizidtoleranter Kulturarten zielende Veröffentlichung, die so genannte „Farm Scale Evaluation"-Studie (FSE) aus Großbritannien, ist im Oktober 2003 in den *Philosophical Transactions der Royal Society of London* erschienen. Die Studie liefert sehr umfangreiche Daten zu den Wirkungen von Totalherbiziden auf die Acker-Unkrautflora und die davon abhängige Fauna. Nach Anwendung der Totalherbizide ist die Segetalflora auf den herbizidtoleranten Rüben- und Sommerrapsschlägen stärker rückläufig als auf den herkömmlich behandelten Vergleichsflächen. Auf den HR-Mais-Flächen fallen die Ergebnisse jedoch umgekehrt aus.

   Auch die unmittelbar auf oder von den Unkrautarten lebenden Tiergruppen (z.B. Schmetterlinge) nehmen bei Behandlung mit einem Totalherbizid in ihrer Abundanz stärker ab als in den mit herkömmlichen Herbiziden behandelten Feldern. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die Unterschiede im Unkrautbesatz auf den Typ des jeweils eingesetzten Herbizids zurückzuführen sind. Das zeigt sich nicht zuletzt beim immer mehr zunehmenden Einsatz von Totalherbiziden bei nicht-wendender Bodenbearbeitung. Zur Beurteilung der Frage nach dem ökologischen Nutzen oder Risiko des eingesetzten Unkrautbekämpfungsverfahrens sind daher zusätzliche Aspekte, wie die Menge des erforderlichen Herbizids, seine Persistenz im Boden und - längerfristig - die Entstehung resistenter Unkräuter, heranzuziehen. Für unser Unterprojekt bilden nicht zuletzt die Ergebnisse von den mit herkömmlichen Herbiziden behandelten Vergleichsflächen eine wichtige Informationsquelle.

7 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Im Rahmen des Vorhabens sind bis heute zwei Veröffentlichungen erschienen:

GAÀL M., SCHMIDTKE J., RASCH D., SCHMIDT K., NEEMANN G., and KARWASZ M., 2004: Simulation experiments for investigating the robustness of the optimal construction of monitoring networks Applied Ecology and Environmental Research, 2 (2): 59 - 71.

NEEMANN G., KARWASZ M., WEITEMEIER M., 2004: Umweltbeobachtung der Ausbreitung von Raps (*Brassica napus* L., spp. *oleifera*) in ausgewählten Flächenstrukturen. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg, Band 48: „Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen. Koexistenz und Umweltbeobachtung im Agrarraum": 38 - 48.

Anmerkung:

Der Berichterstatter stuft die Ergebnisse der über die drei Jahre durchgeführten Kartierungen, die schlagbezogene Informationen enthalten, als vertraulich ein. Entsprechende Daten werden, ebenso wie die Ergebnisse aus dem Freisetzungsversuch der Fa. MONSANTO, im zur Veröffentlichung gedachten Bericht nicht dargestellt. In allen bisher veröffentlichten Aufsätzen sind ebenfalls keine betriebsbezogenen Daten enthalten.