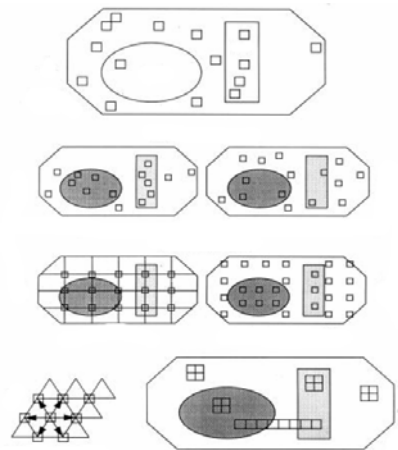
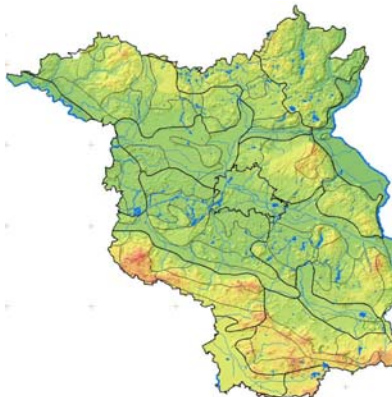


Monitoring-Workshop: Raum- und Flächenauswahl für das GVO-Monitoring

Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm

28. November bis 1. Dezember 2005



Monitoring-Workshop: Raum- und Flächenauswahl für das GVO-Monitoring

**Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm
28. November bis 1. Dezember 2005**



Redaktion:

Dr. Frieder Graef
Dr. Wiebke Züghart
Beate Fritsche

Bundesamt für Naturschutz
Fachgebiet I 1.3 „Monitoring“
Konstantinstraße 110
53179 Bonn

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturdatenbank „**DNL-online**“
(www.dnl-online.de).

Die BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Tel.: 0228/8491-0
Fax: 0228/8491-9999

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

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

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

Bonn-Bad Godesberg 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort und Einleitung.....	1
2	FRANK BERTHORN, RAINER DRÖSCHMEISTER, FRIEDER GRAEF UND WIEBKE ZÜGHART: Anforderungen an die Flächenauswahl im Bereich GMO-Monitoring und Einbezug von Konzepten und Daten bestehender Umweltbeobachtungsprogramme.....	3
3	Beiträge und Folien	
	JÜRGEN ZIPPERLE: Medienübergreifende Umweltbeobachtung und GVO-Monitoring in Baden-Württemberg.....	15
	WINFRIED SCHRÖDER, GUNTHER SCHMIDT UND JÜRGEN ZIPPERLE: Geodaten, Messdaten und Analyseabläufe zur Messflächenauswahl bei unter- schiedlichen Skalen. Überlegungen zum GVO-Messnetz in Baden-Württemberg.....	29
	JUTTA RADEMACHER: Flächenauswahl bei der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) und der Ökologischen Umweltbeobachtung (ÖUB) in Brandenburg.....	43
	FRIEDER GRAEF, WIEBKE ZÜGHART, BERND HOMMEL, UWE HEINRICH, ULRICH STACHOW UND ARMIN WERNER: Methodisches Schema für die räumliche Planung des GVP- Monitorings unter Einbezug regionaler Flächen- und Messnetz-Information am Beispiel Brandenburg.....	53
	MARGIT NAGEL: Methodik der Schaderregerüberwachung – Befallserhebungen in Mecklenburg – Vorpommern.....	69
	LUDWIG PEICHL UND ANNE THEENHAUS: Fallspezifische und allgemeine Beobachtung ökologischer Folgen bei Anbau von gentechnisch verändertem Raps.....	77
	MARION DOLEZEL: Raum- und Flächenauswahl in österreichischen Konzepten zum ökologischen Monitoring von GVO.....	97
	BRODER BRECKLING: Ökologische Befunde zur Flächenauswahl für ein Monitoring gentechnisch veränderter Organismen mit einer Fallbeispiels-Darstellung für Raps.....	111
	CHRISTOPH BÜHLER: Biodiversitätsmonitoring Schweiz: Vorteile einer rasterbasierten Stich- probe.....	143
	RAINER DRÖSCHMEISTER: Konzept der geschichteten Zufallsstichprobe für bundesweites Biodiversitätsmonitoring.....	159

BIRGIT FELINKS, SANDRA BENKWITZ, SANDRA MANN, SABINE TISCHEW UND ALICA TSCHIERSCHE: Einrichtung eines statistisch auswertbaren Probeflächendesigns für ein na- turschutzfachliches Monitoring im Einflussbereich eines aktiven Tagebaus.....	181
MARTIN KUHLMANN: Auswahl repräsentativer Standorte für ein GVP-Pollenmonitoring auf mesoskaliger Ebene.....	199
HERMANN HÖTKER: Konzept zur Erfassung der Avifauna in Zählgebieten.....	217
ANDREAS LANG: Wo, wie viel und wie oft? Aspekte der Erfassung von Insekten und Spinnen für ein GVO-Monitoring.....	235
4 Diskussion der Präsentationen	251
5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussionen	255
6 Ausblick	257
7 Anhang	
Programm	259
Teilnehmerliste	261

1 Vorwort und Einleitung

Nach der Richtlinie 2001/18/EG zur Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in die Umwelt ist das Inverkehrbringen von GVO obligatorisch mit einem Monitoring verbunden. Damit sollen potenzielle direkte, indirekte, sofortige, spätere oder unvorhergesehene Umweltwirkungen von GVO auf Mensch und Natur frühzeitig erkannt werden und die Möglichkeit gegeben werden, die aktuelle Sicherheitsbewertung der GVO zu überprüfen und auf unvorhergesehene Auswirkungen der GVO zu reagieren. Langfristige Umweltwirkungen können aber nur dann festgestellt werden, wenn ein räumlich und zeitlich fundiertes Erhebungsdesign für deren Beobachtung zu Verfügung steht.

Im Rahmen der GVO-Marktzulassungen sind von den Antragstellern Monitoringpläne zu konzipieren und vorzulegen, in denen auch das Erhebungsdesign zu definieren ist. Um fachlich begründete Mindestanforderungen an das Monitoring der Umweltwirkungen von GVOs stellen zu können, wurden durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) und andere Forschungseinrichtungen bereits zahlreiche konzeptionelle Arbeiten durchgeführt.

Das GVO-Monitoring stellt besondere Anforderungen an die Auswahl von Beobachtungsflächen, denn das Spektrum möglicher Umweltwirkungen erfordert ein breites Spektrum an Raum- und Zeitbezügen. Je nach zu erhebenden Parametern und angebauten Flächen können die Beobachtungsflächen von Fall zu Fall variieren, daher muss die Raum- und Flächenauswahl flexibel sein. Es muss ein Erhebungsdesign entwickelt werden, das die erforderliche Flexibilität mit den Anforderungen an Raumrepräsentativität, Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Daten verbindet.

Die Anforderungen an die Messflächenauswahl und Raumrepräsentativität sind auf nationaler und europäischer Ebene bisher erst sehr allgemein diskutiert worden. Das BfN möchte daher Konzepte für die Auswahl von Beobachtungsflächen für das GVO-Monitoring erarbeiten und in den internationalen Diskussionsprozess einbringen.

Zu diesem Zweck wurde mit ausgewiesenen Experten aus Forschung, Behörden und Naturschutzverbänden vom 28. November bis zum 1. Dezember 2005 ein Workshop an der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm durchgeführt, der die Plattform für einen fachlichen Austausch bot.

Ziel des Workshops war es, Ansätze und Erfahrungen aus bestehenden Umweltbeobachtungsprogrammen und Konzepten des Umwelt-, Agrar- und Naturschutzmonitorings auf geeignete Ansätze, Erfahrungen und Methoden zur Flächenauswahl und Raumrepräsentanz zu diskutieren, ihre Übertragbarkeit für das GVO-Monitoring zu überprüfen und erste Überlegungen zu einem Flächenkonzept des GVO-Monitoring vorzustellen.

Wir möchten uns an dieser Stelle herzlich bei allen Beteiligten für ihre Beiträge und die Bereitstellung der Vortragsfolien bedanken. Darüber hinaus bedanken wir uns bei den Mitarbeitern der Internationalen Naturschutzakademie für die Organisation und gastfreundliche Aufnahme. Der Workshop wurde von den Teilnehmenden durchweg als erfolgreich eingeschätzt. Es wurde angeregt, die Ergebnisse in Form von Vortrag-Zusammenfassungen und Folien in den BfN-Skripten zu dokumentieren und gegebenenfalls im Rahmen eines wissenschaftlichen Artikels zu veröffentlichen. Wir freuen uns, nun in diesem Band die Ergebnisse des Workshops der interessierten Öffent-

lichkeit vorstellen zu können. Wir hoffen, dass wir damit einen weiteren Beitrag zur Ausgestaltung des GVO-Monitorings leisten zu können.

Bundesamt für Naturschutz, Bonn

im November 2006

2 Anforderungen an die Flächenauswahl im Bereich GMO-Monitoring und Einbezug von Konzepten und Daten bestehender Umweltbeobachtungsprogramme

Frank Berhorn, Rainer Dröschmeister, Frieder Graef und Wiebke Züghart
Bundesamt für Naturschutz, Bonn

2.1 Einleitung

Nach der Richtlinie 2001/18/EG zur Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in die Umwelt ist das Inverkehrbringen von GVO obligatorisch mit einem Monitoring verbunden. Damit sollen potenzielle Umweltwirkungen von GVO auf Mensch und Natur frühzeitig erkannt werden und die Möglichkeit gegeben werden, die aktuelle Sicherheitsbewertung der GVO zu überprüfen und auf unvorhergesehene Auswirkungen der GVO zu reagieren. Langfristige Umweltwirkungen können aber nur dann festgestellt werden, wenn ein räumlich und zeitlich fundiertes Erhebungsdesign für deren Beobachtung zu Verfügung steht.

Im Rahmen der GVO-Marktzulassungen sind von den Antragstellern Monitoringpläne zu konzipieren und vorzulegen, in denen auch das Erhebungsdesign zu definieren ist. Um fachlich begründete Mindestanforderungen an das Monitoring der Umweltwirkungen von GVOs stellen zu können, wurden durch das BfN bereits zahlreiche konzeptionelle Arbeiten durchgeführt. Ein Großteil der bisherigen Arbeiten bezieht sich auf gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP). Auch im Rahmen der Tagungsdiskussion der Flächenauswahl erfolgte ein Fokus auf GVP. Die Anforderungen an die Messflächenauswahl und Raumrepräsentativität sind auf nationaler und europäischer Ebene bisher erst sehr allgemein diskutiert worden.

Die Ziele des Workshops waren:

- (a) bestehende Programme und Konzepte des Umwelt-, Agrar- und Naturschutzmonitorings auf geeignete Ansätze, Erfahrungen und Methoden zur Flächenauswahl und Raumrepräsentanz zu diskutieren und ihre Übertragbarkeit für das GVO-Monitoring zu überprüfen;
- (b) Ansätze und Konzepte zur Raumauswahl des GVO-Monitorings vorzustellen;
- (c) Anforderungen für die Raum- und Flächenauswahl beim GVO-Monitoring zu konkretisieren, um Kriterien für die Raumauswahl auszuarbeiten.

Langfristig sollen mit Hilfe der Ergebnisse Konzepte für die Auswahl von Beobachtungsflächen für das GVO-Monitoring erstellt und in den nationalen und internationalen Diskussionsprozess eingebracht werden. Der Workshop diene einem ersten fachlichen Austausch.

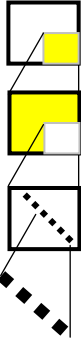
2.2 Begriffsdefinitionen

Anmerkung der AutorInnen: Die hier gegebenen Definitionen sollen dazu dienen, die in diesem Beitrag verwendeten Begriffe zu den unterschiedlichen Betrachtungsebenen verständlicher zu machen. Es handelt sich lediglich um eine Auswahl von Definitionen.

Raumklassen: Raumklassen (z. B. Standorttypen) können anhand der Daten der landschaftsökologischen Raumgliederung gebildet werden. Unter Raumklassen werden Raumeinheiten verstanden, in denen die Ausprägungen der zur Raumgliederung herangezogenen Merkmale homogener sind als außerhalb dieser.

Beobachtungsraum: Der Beobachtungsraum (z. B. ein Schutzgebiet wie das Biosphärenreservat Rhön) ist ein nach bestimmten Repräsentanzanforderungen bzw. Auswahlkriterien abgegrenzter Raum. Er bildet den Rahmen für die Auswahl von Untersuchungs- oder auch Referenzräumen. Innerhalb dieser ausgesuchten Beobachtungsräume können anhand vorher zu bestimmender Auswahlkriterien Untersuchungsräume abgegrenzt werden (Abb. 1).

Abb.1: Überblick Betrachtungsebenen

Betrachtungsebenen		Darstellungsmaßstab	Informationsart
	Raumklasse	z. B. 1: 500 000	Rauminformation ↓ Einzelprobe
	Beobachtungsraum	z. B. 1: 100 000	
	Untersuchungsraum	z. B. 1: 5000	
	Messfläche	z. B. 1: 500	

Untersuchungsraum: Der Untersuchungsraum ist ein kleiner Ausschnitt des Beobachtungsraums (z.B. ein Feld) auf dem ein bestimmter Parameter - i.d.R. wiederholt - erhoben wird.

Messfläche: Eine Messfläche (z. B. Vegetationsplot, Tagfaltertransekt, pH-Messpunkt) ist ein kleiner Ausschnitt einer Untersuchungsfläche auf dem ein bestimmter Parameter erhoben wird.

2.3 Anforderungen an die Auswahl von Beobachtungsflächen beim GVO-Monitoring

2.3.1 Auswahl der Beobachtungsparameter

Abhängig vom jeweiligen GVO ist die Auswahl der Beobachtungsparameter von Fall zu Fall ggf. neu zu treffen. Die Auswahl der Beobachtungsparameter ist u. a. abhängig vom Konstrukt, von der transgenen Spezies, der Anbaufläche oder dem Anbauverfahren. Entsprechend der unterschiedlichen Parameter und der Beobachtungswahrscheinlichkeit bestimmter Wirkungen (siehe Beispiele im Anhang) gibt es unterschiedliche Anforderungen an das Beobachtungsdesign.

2.3.2 Breites Spektrum an Raum- und Zeitbezügen

Die Auswirkungen des GVO-Anbaus können sich in verschiedenen Umweltmedien und Kompartimenten (Boden, Wasser Luft, Biota), in Organismen unterschiedlichster Trophiestufen und auf verschiedenen ökologischen Integrationsebenen manifestieren. Darüber hinaus wird die Raumauswahl durch Wissenslücken bezüglich möglicher Wirkungsketten und Wechselwirkungen mit der Umwelt erschwert. Daher stellt das GVO-Monitoring im Vergleich zu monosektoralen Beobachtungsprogrammen besondere Anforderungen an die Auswahl von Beobachtungsräumen, da für das breite Spektrum der Umweltwirkungen geeignete Beobachtungsansätze gewählt werden müssen.

Die Auswirkungen des GVO-Anbaus können in verschiedenen Zeiträumen auftreten. Es können sofortige Effekte (z. B. letale Wirkung auf Herbivore nach Fraß) und langfristige Effekte (Einkreuzung von Transgenen in Populationen und Veränderungen des Genpools) auftreten. Die Auswahl der Beobachtungsräume sollte je nach Parameter so erfolgen, dass diese Zeitbezüge berücksichtigt werden können.

2.3.3 Flexibilität versus Standorttreue bei der Raum- und Flächenauswahl

Die Expositionsquellen, also die Anbaustandorte, werden nicht statisch, sondern variabel in Raum und Zeit sein. Dies ist bei der Raumauswahl zu berücksichtigen. Ein besonderes Problem stellt die späte Bekanntgabe der geplanten Anbaustandorte dar. Sie müssen nach derzeitiger Rechtslage erst 3 Monate vor Anbau/Aussaat bekannt gegeben werden. Dies erschwert die Planungen für das GVO-Monitoring und die damit verbundene Auswahl von Untersuchungsräumen.

Die Anforderungen an die Beobachtungsflächen können in Abhängigkeit von den zu erhebenden Parametern von Fall zu Fall variieren. Es ist zu klären welche Fragestellungen eine standorttreue Untersuchung erfordern (z.B. die Persistenz von BT-Toxinen im Boden) und wann eine Flexibilität des Untersuchungsstandortes unverzichtbar erscheint. Die Erfassung von direkten Wirkungen auf wirbellose Herbivore sollte z.B. auf der jeweiligen Anbaufläche des GVO durchgeführt werden. Mit einem Wechsel der Anbaufläche sollte demnach auch ein Wechsel der Untersuchungsfläche erfolgen.

2.3.4 Raumrepräsentativität und Aussagefähigkeit der Erhebungen

Der GVO-Anbau kann in verschiedenen Naturräumen und Anbauregionen sowie in unterschiedlichen landwirtschaftlichen Anbausystemen erfolgen. Damit die Monitoring-ergebnisse methodisch vergleichbar und aussagekräftig erhoben werden, sind einheitliche Erhebungsmethoden und die Beachtung von Repräsentanzkriterien bei der Beobachtungsflächenauswahl unverzichtbar. Denkbar ist die Berücksichtigung verschiedener Repräsentanzkriterien wie z. B. Naturraum, Nutzung (Anbauschwerpunkte, Bewirtschaftungsweisen, etc.) sowie Tier- und Pflanzenverbreitung. Es ist zu klären, welche dieser Faktoren die Ergebnisse der jeweiligen Beobachtungen derart beeinflusst, dass er bereits bei der Auswahl der Beobachtungsräume berücksichtigt werden muss, um aussagefähige vergleichbare Daten zu erhalten.

2.3.5 Erhebungsdesign für unterschiedliche Betrachtungsebenen

Das GVO-Monitoring und die anschließende Datenanalyse kann auf verschiedenen Betrachtungsebenen durchgeführt werden. Die auf Messflächen oder in Untersuchungsräumen erhobenen Daten sollten für die Extrapolation und/oder Hochrechnung auf größere Räume (z. B. Beobachtungsräume oder Raumklassen), und daher für

allgemeine Aussagen, geeignet sein. Zu beachten ist hierbei die Eignung und Varianz der ausgewählten Parameter hinsichtlich der Übertragbarkeit punktförmig erhobener Daten in den Raum. Ziel ist es, Regeln zur Flächenauswahl und zur Zusammenführung von Messergebnissen aus verschiedenen Maßstabsebenen für das GVO-Monitoring abzuleiten.

2.3.6 Nutzung bestehender Rauminformationen und Beobachtungsprogramme

Eine effiziente Flächenauswahl schließt die statistische und raum-zeitliche Optimierung bereits vorhandener Ressourcen d.h. geeignete Flächen und Erhebungsdaten bestehender Beobachtungsprogramme mit ein.

Darüber hinaus müssen Informationen aus sehr verschiedenen Bereichen miteinander verknüpft werden. Dies sind im Wesentlichen nutzungsbezogene und landschaftsökologische Daten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Bundesweit verfügbare Rauminformationen relevant für ein GVP-Monitoringmessnetz

Rauminformation	Informationsgehalt	Auflösung
Flächennutzung ¹	Acker, Forst, Feuchtgebiet, Gewässer, gestörte Flächen...	250 m Raster
Standortökologie ²	Höhe ü. NN, klimatische, bodenkundliche, hydrologische Standortfaktoren	1000 m Raster
Fruchtartverteilung ³	Anbauflächen-Verhältnisse der Kulturen, 5-Jahreserhebung	Kreisebene
Befallsgebiete ⁴	Schaderregerbefall in regionalen Einsatzgebieten der PS-Dienste	ca. 1:50.000
Pot. Kreuzungspartner ⁵	Flora-Verbreitungskarten von potentiellen natürl. Kreuzungspartnern	10 km Raster

¹ CORINE Land Cover; ² Ökologische Raumgliederungen; ³ Anbaustatistiken der Länder;; ⁴ Pflanzenschutzdienste, Befallsatlas;

⁵ FloraWeb (BfN)

2.3.7 Datenvergleiche zu Referenzräumen bzw. einer „Baseline“

Es bestehen zwei Möglichkeiten des Datenvergleichs, die auch kombiniert verwendet werden können. Der räumliche Vergleich, als gleichzeitiger Vergleich von GVO-beeinflusster Fläche mit GVP-unbeeinflusster Fläche (Referenz). Und der zeitliche Vergleich, als Vergleich der Ausgangssituation vor GVO-Anbau („Baseline“ oder Ist-Zustand) mit dem Zustand während des Anbaus bzw. nach dem GVO-Anbau.

Referenzräume und -flächen sollten danach ausgewählt werden, dass diese möglichst frei von GVO – Umweltwirkungen gehalten werden. Ebenso ist aber auch zu gewährleisten, dass die Referenzräume hinsichtlich ihrer Repräsentanz mit GVO - beeinflussten Untersuchungsräumen vergleichbar bleiben. Es ist noch zu klären, welche räumliche Ausdehnung bzw. Flächengröße für Referenzräume erforderlich sein wird, um Kriterien wie „durch GVO möglichst gering beeinflusst“ und „natur- und kulturräumlich repräsentativ“ in einem Raum zu erfüllen.

Bei einer Erhebung der „Baseline“ oder des „Ist – Zustands“ der ausgewählten Beobachtungsparameter besteht ein großes organisatorisches Problem. Die zukünftigen Anbauflächen sind zum Zeitpunkt einer Baselineerhebung weder hinsichtlich ihrer Anzahl und Größe noch hinsichtlich ihrer Lage im Raum bekannt. Lässt sich unter diesen Bedingungen eine vorherige „Baseline“ - Erhebung durchführen?

2.4 Kernfragen und -thesen im Rahmen des Workshops

2.4.1 Fragen zu bestehenden Programmen und Konzepten

Fragen zu bestehenden Programmen und Konzepten des Umwelt-, Agrar- und Naturschutzmonitorings auf geeignete Ansätze, Erfahrungen und Methoden zur Raumauswahl und –repräsentanz und ihre Übertragbarkeit für das GVO-Monitoring:

- Welche Methoden und/oder Instrumentarien der Raum- und Flächenauswahl gibt es in den Beobachtungsprogrammen? Sind sie nutzbar für das GVO-Monitoring?
- Welche konzeptionellen und methodischen Ansätze werden verfolgt, um den Einfluss wechselnder räumlicher und zeitlicher Parameterausprägungen zu verringern?
- Werden Aussagen auf unterschiedlichen räumlichen Betrachtungsebenen mit dem Erhebungsdesign ermöglicht und wie wird dabei vorgegangen?
- Auf welcher räumlichen Betrachtungsebene soll die jeweilige Repräsentanz gewährleistet werden?
- Wie hängt die Wahl und Größe des Beobachtungsraumes mit der Anzahl an Wiederholungen zusammen?
- Müssen bei der Betrachtung verschiedener räumlicher Aussageebenen die jeweils angestrebten Repräsentanzen bzw. Hochrechnungsmöglichkeiten in einer bestimmten Reihenfolge aus einander entwickelt werden?
- Welcher Untersuchungsumfang ist vor dem Hintergrund statistisch abgesicherter Aussagen erforderlich und welche Fehler können auf den unterschiedlichen Betrachtungsebenen akzeptiert werden?
- Welchen Beitrag können die Beobachtungsprogramme leisten, die bereits ohne Bezüge zum GVO-Monitoring bestehen? Können die Beobachtungsräume und Messflächen für das GVO-Monitoring genutzt werden?

2.4.2 Fragen zu GVO-spezifischen Ansätzen und Konzepten

- Was sollen die ausgewählten Beobachtungsräume repräsentieren? Welche Rauminformationen sind für die Auswahl von Untersuchungsräumen/Messflächen notwendig? Gibt es Gemeinsamkeiten bei unterschiedlichen Fragestellungen oder Beobachtungsparametern?
- Wie groß müssen, wie klein können die Beobachtungsräume für die jeweilige Fragestellung sein?
- Welche Größe sollen Referenzflächen/-räume aufweisen?
- Wie wird mit wechselnden räumlichen und zeitlichen Bezügen (siehe 3.2) verfahren?

- Besteht die Anforderung einer Flexibilität des Untersuchungsstandortes und wie wird damit umgegangen (siehe 3.3)?

2.4.3 Thesen zu Anforderungen und Kriterien zur Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring

- Je nach Parameter und Methode variieren Betrachtungsebene, Raumgröße, Raumanzahl, Stichprobenverteilung sowie Erfassungszeiträume und –intervalle.
- Das Beobachtungskonzept für ein GVO-Monitoring setzt sich aus verschiedenen, sich ergänzenden methodischen Ansätzen der Raum- und Flächenauswahl zusammen.
- Um die Effizienz des Beobachtungskonzepts zu steigern, sollten die Beobachtungen möglichst auf „Kernflächen“ durchgeführt werden, die durch weitere Beobachtungsflächen oder –räume ergänzt werden.
- Es muss für jede/n Parameter/Parametergruppe ein eigenes repräsentatives Monitoringdesign erstellt werden.
- Die Auswahl von Messflächen muss parameterspezifisch erfolgen.
- Kleinräumig unterschiedlich prägende biotische und abiotische Faktoren sind soweit wie möglich bei der Auswahl von Untersuchungsräumen und Messflächen einzubeziehen.
- Es soll ein Minimum an Beobachtungsaufwand ein Maximum an Aussagemöglichkeiten erbringen.
- Aufgrund der Variabilität der Bewirtschaftungsmaßnahmen ist eine hohe Stichprobenzahl erforderlich. Bei Vorschriften/Definitionen zu Anbaubedingungen an die Landwirte ist eine geringere Stichprobenzahl erzielbar.
- Durch die Auswahl der Untersuchungsräume sollte ein repräsentativer Querschnitt aller in Deutschland verbreiteten Kultur- bzw. Naturräume und Biotoptypen erfasst werden.
- Langzeitwirkungen lassen sich nur durch einen Vergleich von GVO-Anbaugebieten mit dauerhaft gesicherten „GVO-unbeeinflusste(n)“ Räume/Flächen nachweisen.
- Um einen dauerhaften Betrieb von Dauerbeobachtungsflächen zu gewährleisten, sind neben der langfristigen Verfügbarkeit der Flächen auch die konstante Beibehaltung der Nutzung bzw. einer charakteristischen Nutzungsfolge sowie die Erfassung der Bewirtschaftungsmaßnahmen erforderlich.

Anhang (aus : Entwurf eines Konzeptes für das Monitoring gentechnisch veränderter Pflanzen, B/L-AG „Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen 2002)

Kernparametersatz Herbizidresistenter Raps

Fallspezifische Überwachung	Prüfpunkt	Parameter	Methode
	Überdauerung, Etablierung und Ausbreitung der Kulturpflanze	- Floristische Kartierung - Molekulargenetischer Nachweis	- Floristische Häufigkeitsskala nach Garve (1994) - Polymerase Chain Reaction (PCR)
	Durchwuchs der Kulturpflanze in Folgekulturen	- Erhebung der Dichte und Vitalität der Durchwuchspflanzen - Molekulargenetischer Nachweis	- Individuenzahl - Vitalität nach Murmann-Kristen (1991) - PCR
	Auskreuzung der Fremdgenkonstrukte in Arten der Wildflora	- Floristische Kartierung potenzieller Kreuzungspartner - Molekulargenetischer Nachweis	- Floristische Häufigkeitsskala nach Garve (1994) - Polymerase Chain Reaction (PCR)
	Auswirkungen auf die Ackerbegleitflora und die Flora des Ackerrains	- Deckungsgrad, Vitalität der rezenten Flora - Artenzusammensetzung, Abundanz und Keimfähigkeit der Diasporenbank	- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen: Artenspektrum und Deckungsgrad nach Pfadenhauer et al. (1986) - Vitalität nach Murmann-Kristen (1991) - Auflaufverfahren oder Schlämmmethode nach Dierschke (1994)
	Auswirkungen auf pflanzenfressende Wirbellose, insbesondere Monophage an Beikräutern	- Artendiversität, Befallsschäden, Aktivitätsdichte/Polulationsdichte	- Klopfmethode (Fritz-Köhler 1996) - Exhaustor (Mühle et al. 1983)
	Etablierung der Hybriden außerhalb der Anbaufläche	- Erfassung der Vergesellschaftung, Dichte, Deckungsgrad, Vitalität und Phänologie	- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen: Artenspektrum und Deckungsgrad nach Pfadenhauer et al. (1986) - Zielarten: Individuenzahl, Vitalität nach Murmann-Kristen (1991), Phänophase nach Dierschke (1994)
	Auswirkungen auf die Bodenfunktion und Bodenfauna/-flora	- Mikrobielle Biomasse und Basalatmung im Boden	- Substratinduzierte Respiration DIN ISO 14240-1 - Fumigations-Extraktionsmethode DIN ISO 14240-2 - Durchflussverfahren/Bestimmung der O₂-Aufnahme DIN 19 737

	Hintergrundinformationen	- Klima und Witterungsverlauf, Bodenparameter, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen, Herbizideinsatz, Topographie der Untersuchungsflächen, Nutzung, Biotopstruktur	Protokollierung aller Eingriffe und Maßnahmen, rechnergestützte Schlagkartei, Nutzung vorhandener Datenreihen des DWD und der Ländermessstationen, GPS, GIS-Karten (soweit vorhanden) Biotoptypenkartierungen der Länder Bodenkarten Erhebung von Bodenparametern (siehe Forschungsbericht)
--	--------------------------	--	--

Kernparametersatz Insektenresistenter (B.t.)-Mais

Fallspezifische Überwachung	Prüfpunkt	Parameter	Methode
	Auswirkungen auf die Bodenfunktion und Bodenfauna/-flora	Rückstandsanalyse B.t.-Toxin im Boden	- ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay)
		Mikrobielle Biomasse und Basalatmung im Boden	- Substratinduzierte Respiration DIN ISO 14240-1 - Fumigations-Extraktionsmethode DIN ISO 14240-2 - Durchflussverfahren/Bestimmung der O₂-Aufnahme DIN 19 737
		Familienspektrum, Abundanz und Dominanzstruktur Nematoden	- Extraktion nach Oostenbrink (Southey 1986)
		Nachweis rekombinanter DNA im Boden	- PCR (Polymerase Chain Reaction)
	Auswirkungen auf pflanzenfressende Wirbellose, Antagonisten und das weitere Gefüge des Nahrungsnetzes	Artendiversität, Artenspektrum, Dominanzstruktur und Abundanz von Lepidoptera, Chloropidae, Aphidina, Elateridae, Chrysomelidae (hypergäische Phytophage)	- d-vac (Henderson & Whitaker 1977, Frei & Manhard 1992, Southwood 1978) - quantitative Käskemethode (Witsack 1975)

		Befallsschäden, Aktivitätsdichte / Polulationsdichte phytophager Zielarten in Mais: Lepidoptera: Ostrinia nubilalis, Agrotis segetum, Phytometra gamma Aphidae: Rhopalosiphum maidis Carabidae: Zabrus tenebrioides Hymenoptera: Apis mellificia	- Klopfmethode (Fritz-Köhler 1996) - Exhaustor, Auszählung der Befallsschäden an Mais (Mühle et al. 1983)
		Artendiversität, Artenspektrum, Dominanzstruktur und Abundanz von Araneae, Carabidae (epigäische Prädatoren)	- Bodenfallen (Barber 1931) - Fangrahmen (Mühle et al. 1983)
		Aktivitätsdichte/Populationsdichte hypergäischer Prädatoren: Anthocoridae: Orius insidiosus Coccinellidae: Propylaea 14-punctata Coccinella 7-punctata, Adalia bipunctata	- d-vac (Henderson & Whitaker 1977, Frei & Manhard 1992, Southwood 1978)
		Artendiversität, Artenspektrum, Dominanzstruktur und Abundanz von Parasitoiden: Braconidae, Ichneumonidae Aktivitätsdichte/Populationsdichte von Macrocentrus grandii, Eriborus terebrans (Hymenoptera)	- d-vac (Henderson & Whitaker 1977, Frei & Manhard 1992, Southwood 1978) - quantitative Käskemethode (Witsack 1975) - d-vac (Henderson & Whitaker 1977, Frei & Manhard 1992, Southwood 1978)
		Absolute Häufigkeit der carnivoren Kleinvögel Schafstelze (Miracula flava), Feldlerche (Alauda arvensis), Rebhuhn (Perdix perdix), Kiebitz (Vanellus vanellus) Reproduktionsraten	- Kriterien für Bruthinweise (Bibby et al. 1992) - Nesterkontrollmethode (Schoppenhorst 1996)

		Relative Häufigkeit der insektivoren Kleinsäuger : Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>), Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>), Zwergmaus (<i>Micromys minutus</i>)	- Bodenfallen (Barber 1931)
	Hintergrundinformationen	- Klima und Witterungsverlauf, Bodenparameter, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen, Herbizideinsatz, Topographie der Untersuchungs- flächen, Nutzung, Biotopstruktur	Protokollierung aller Eingriffe und Maßnahmen, rech- nergestützte Schlagkartei, Nutzung vorhandener Datenreihen des DWD und der Ländermessstationen, GPS, GIS-Karten (soweit vorhanden) Biotoptypenkartierungen der Länder Bodenkarten Erhebung von Bodenparametern (siehe Forschungsbe- richt)

Kernparametersatz für die allgemeine Beobachtung

Herbizidresistenter Raps, insektenresistenter (B.t.)-Mais

	Prüfpunkt	Parameter	Methode
Allgemeine Beobachtung	Dokumentation der Verbreitung, Persistenz und Akkumulation von Fremdkonstrukten in der Umwelt	- Screening von Umweltmedien (u.a. Pflanzen, Pollen/Luft, Boden) auf Fremdkonstrukte	- Chip-Technologie
	Auswirkungen auf Lebensraumvielfalt und Artenvielfalt (Biodiversität)	- Artenspektrum, relative Häufigkeit und Fitness von Arten der Nahrungskettenendstufen - Zusammenführung und Auswertung vorhandener Datensätze aus bestehenden Beobachtungsprogrammen - z.B. Monitoring Greifvögel und Eulen Europas - Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen - Höhlenbrüterprogramm - Forstliche Erhebungen zu Wildtieren - Gewässermonitoring / Fische - Biotoptypenkartierungen der Länder - Bundesweite Bodennutzungserhebungen	Zusammenführung und Auswertung der vorhandenen Datensätze GIS
	Hintergrundinformationen	- Anbauregister, Genregister - Lage der Freisetzungsflächen - Änderungen der Anbaupraxis	Zusammenführung und Auswertung der vorhandenen Datensätze GIS

3 Medienübergreifende Umweltbeobachtung und GVO-Monitoring in Baden-Württemberg

Jürgen Zipperle, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

In Baden-Württemberg ist das Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) integraler Bestandteil der medienübergreifenden Umweltbeobachtung. Das Konzept der medienübergreifenden Umweltbeobachtung ist die Bündelung der sektoralen Messnetze. Grundlage hierfür ist das immissionsökologische Wirkungskataster mit der Dauerbeobachtung von Wald, Grünland und Fließgewässern. Die erhobenen Daten werden durch Messnetzdaten aus den Bereichen Boden, Wasser, Luft, Natur- und Artenschutz sowie Klima ergänzt. Weitere Bausteine sind das Umweltinformationssystem (UIS) Baden-Württemberg, die ökologische Raumgliederung, die Metadaten, die geostatistische Messdatenanalyse und ein geografisches Informationssystem. Ziel ist die Verknüpfung von raumbezogenen Daten mit Sach- und Metadaten.

Im Rahmen des immissionsökologischen Wirkungskatasters bzw. der medienübergreifenden Umweltbeobachtung wurden Dauerbeobachtungsflächen angelegt, um ursprünglich die allgemeine landesweite Hintergrundbelastung mit Schadstoffen und deren zeitliche Veränderung zu untersuchen.

Grundlage für die landesweite räumliche Verteilung der Dauerbeobachtungsflächen war die naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg (Meynen und Schmithüsen, 1962). Diese Naturräume sind relativ homogen in Bezug auf geologische Ausstattung und klimatische Bedingungen. Weitere Kriterien für die Flächenauswahl waren Ökosysteme mit geringen anthropogenen Einflüssen an emittentenfernen Standorten, Bevorzugung von Luv- bzw. Plateau-Lagen, Hangneigung ($\leq 60\%$) und naturraumtypischer Bodentyp. Zusätzlich sollte die Klimadatenerhebung des Deutschen Wetterdienstes möglichst in geringer Entfernung und auf gleicher Höhe erfolgen. Wesentliche Voraussetzung war die dauerhafte Verfügbarkeit der Beobachtungsflächen.

Die Dauerbeobachtungsflächen im Wald sind naturnahe Waldbestände d. h. unbewirtschaftete Flächen entsprechend der potenziell natürlichen Vegetation. In Baden-Württemberg sind dies Buchenwälder mit in Hochlagen zunehmender Beimischung von Nadelhölzern. Ältere Bestände (> 80 Jahre) wurden bevorzugt, da sie eine relativ stabile Sukzessionsstufe erreicht haben. Hier sind schnell ablaufende Vegetations- bzw. Biotopveränderungen nicht mehr zu erwarten. Die Walddauerbeobachtungsflächen liegen in Höhenlagen zwischen 100 und 1230 m. Die Kernzone einer Walddauerbeobachtungsfläche umfasst eine Fläche von 480 m^2 , die in eine botanische und zoologische Untersuchungsfläche von jeweils 240 m^2 unterteilt ist. Die Pufferzone beträgt 2 Baumängen. Die 60 Walddauerbeobachtungsflächen werden seit 1984 untersucht (Tabelle 1):

Tabelle 1: Walddauerbeobachtungsflächen – Untersuchungsparameter

Vegetation
Epiphytische Flechten und Moose
Baumbonitur
Collembolenfauna
Epi- und endogäische Käferfauna
Mikrobielle Aktivität im Boden
Schadstoffgehalt in Blättern der Waldbäume
Schadstoffgehalt in Pflanzen des Waldbodens
Schad- und Nährstoffgehalt im Boden
Schadstoffgehalte in Lumbriciden
Mikroklimatische Untersuchungen

Die Dauerbeobachtungsflächen im Grünland wurden auf extensiv genutztem Grünland, d. h. ungedüngten Flächen, die einschürig bewirtschaftet bzw. im Abstand von mehreren Jahren gemäht werden, angelegt. In Baden-Württemberg sind dies überwiegend Halbtrockenrasen in Naturschutzgebieten und Streu- und Bergwiesen. Die Grünlanddauerbeobachtungsflächen liegen in Höhenlagen zwischen 160 bis 1470 m. Die Kernzone einer Grünlanddauerbeobachtungsfläche umfasst 100 m². Die 19 Grünlanddauerbeobachtungsflächen werden seit 1988 untersucht. (Tabelle 2).

Tabelle 2: Grünlanddauerbeobachtungsflächen – Untersuchungsparameter

Vegetation
Schadstoffgehalt in Grünlandpflanzen
Mikrobielle Aktivität im Boden
Schad- und Nährstoffgehalt im Boden

Die Dauerbeobachtungsstellen an Fließgewässern wurden an unbeeinflussten Bachoberläufen überwiegend in Wäldern entspringenden Mittelgebirgsbächen eingerichtet. Die 38 Fließgewässerdauerbeobachtungsstellen werden seit 1984 untersucht (Tabelle 3).

Tabelle 3: Fließgewässerdauerbeobachtungsstellen – Untersuchungsparameter

Bachforellen - Population, Alterstruktur, Organuntersuchungen
Wasserhärte
Säuregrad
Leitfähigkeit
Metallgehalt - Al, Pb, Cd, Zn

Anhand der ökologischen Raumgliederung (Schröder et al. 2002) wurde die Raumrepräsentanz der Dauerbeobachtungsflächen überprüft. Ziel dieser Raumgliederung sind nach ökologischen Kriterien homogene Teilräume. Eingangsdaten für die Raumgliederung sind die potentiell natürliche Vegetation, die Höhenstruktur, die klimatischen Parameter Lufttemperatur, Niederschlag, Verdunstung und Globalstrahlung sowie die Bodenart und -gründigkeit. Als Ergebnis entstand eine statistisch nachvollziehbare, bearbeiterunabhängige landschaftsökologische Klassifikation von Baden-Württemberg.

In Baden-Württemberg bilden die Grünlanddauerbeobachtungsflächen das Basismessnetz für die Beobachtung der Umweltwirkungen von GVO. Allerdings sind, unter Zugrundelegung der ökologischen Raumgliederung, die ursprünglich nach der naturräumlichen Gliederung ausgewählten Grünlanddauerbeobachtungsflächen nicht in allen Raumklassen vertreten. Neben vegetationskundlichen Erhebungen auf den Grünlandflächen werden in Kooperation mit der Universität Hohenheim Bodenproben aus dem direkten Umfeld der Dauerbeobachtungsflächen untersucht. Dadurch sollen mögliche Wirkungen von GVO auf den Boden und die Bodenflora erfasst werden. Von besonderer Bedeutung ist bei diesen Untersuchungen derzeit die Dokumentation des Ist-Zustands (Baseline) vor dem Inverkehrbringen von GVO. Neben der Charakterisierung der funktionellen und strukturellen Diversität der Bodenmikroorganismen mit enzymatischen und molekularbiologischen Verfahren wird die Gesamtbiomasse in den Bodenproben bestimmt. Ein immunologischer Nachweis von Bt-Toxin, das durch GVO in den Boden gelangt, wurde etabliert. Die Bodenproben werden chemisch-physikalisch analysiert und ihre mikrobielle Aktivität bestimmt. Pflanzenproben von bestimmten Kreuzblütlerarten (Tabelle 4), die als potenzielle Kreuzungspartner von gentechnisch verändertem Raps einzustufen sind, werden molekularbiologisch charakterisiert.

Tabelle 4: Beprobte Brassicaceen-Arten – potenzielle Kreuzungspartner von gentechnisch verändertem Raps

<i>Brassica napus</i> (Raps)
<i>Brassica nigra</i> (Schwarzer Senf)
<i>Raphanus raphanistrum</i> (Hederich)
<i>Sinapis alba</i> (Weißer Senf)
<i>Sinapis arvensis</i> (Ackersenf)
<i>Sisymbrium spec.</i> (Raukenarten)

Auf den Grünlanddauerbeobachtungsflächen selbst wurden keine Brassicaceen gefunden. Die Pflanzenproben wurden von ebenfalls landesweit verteilten Alternativstandorten in Baden-Württemberg entnommen.

Die Grünlanddauerbeobachtungsflächen bilden für das GVO-Monitoring in Baden-Württemberg das Grundmessnetz. Allerdings decken sie nicht alle Untersuchungsparameter eines GVO-Monitoring ab. Für spezifische Fragestellungen sind zusätzliche Flächen bzw. Probenahmeorte erforderlich. Möglichkeiten zur Optimierung der Raumrepräsentanz müssen geprüft werden.

Literatur:

Meynen, E. & J. Schmithüsen (1962): Handbuch zur naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bad Godesberg. Bd. 1 u.2, 1339 S.

Schröder, W., F. Broecker, & G. Schmidt (2002): Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten. - F&E-Vorhaben im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 115 S.



MEDIENÜBERGREIFENDE UMWELTBEOBACHTUNG UND GVO-MONITORING IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Dr. Jürgen Zipperle
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Referat 23 - Biologische Umweltbeobachtung -



Baden-Württemberg



Inhalt

- Konzept GVO-Monitoring in Baden-Württemberg
- Konzept Medienübergreifende Umweltbeobachtung
- Dauerbeobachtungsflächen
- GVO-Monitoring – Stand der Untersuchungen
- Raumrepräsentanz
- Zusammenfassung



Baden-Württemberg



GVO-Monitoring in Baden-Württemberg – Konzept

- GVO-Monitoring als Bestandteil der medienübergreifenden Umweltbeobachtung
- Bodenbiologische, zoologische und vegetationskundliche Untersuchungen auf den Dauerbeobachtungsflächen der LfU
- Molekularbiologische Untersuchungen von potenziellen natürlichen Kreuzungspartnern im Biologielabor der LfU
- Aufnahme der Baseline vor und Beobachtung der Wirkungen nach Inverkehrbringen von GVO



Baden-Württemberg



Medienübergreifende Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg – Konzept

- Bündelung der sektoralen Messnetze
- Grundlage immissionsökologisches Wirkungskataster
 - Dauerbeobachtung von Wald, Grünland und Fließgewässern
 - Erhebungen an Belastungsschwerpunkten
- Ergänzung durch Messnetzdaten von Boden, Wasser, Luft, Natur- und Artenschutz, Klima
- Weitere Bausteine
 - Umweltinformationssystem UIS Baden-Württemberg
 - Ökologische Raumgliederung
 - Metadaten
 - Geostatistische Messdatenanalyse
 - Geografisches Informationssystem
- Auswertung
 - Verknüpfung von raumbezogenen Daten mit Sach- und Metadaten



Baden-Württemberg



Dauerbeobachtungsflächen – Immissionsökologisches Wirkungskataster

- Anlage von Dauerbeobachtungsflächen im Rahmen des immissionsökologischen Wirkungskatasters
- Verfügbarkeit der Beobachtungsflächen für den Zeitraum des Monitoring
- Ziel allgemeine landesweite Hintergrundbelastung mit Schadstoffen und deren zeitliche Veränderung



Baden-Württemberg



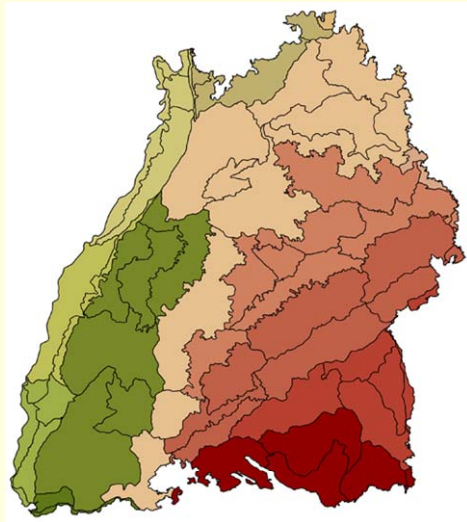
Dauerbeobachtungsflächen - Auswahl

- Grundlage für die landesweite räumliche Verteilung der DBF ist die naturräumliche Gliederung
- Naturräume sind relativ homogen hinsichtlich der geologischen Ausstattung und den klimatischen Bedingungen
- Ökosysteme mit geringen anthropogenen Einflüssen an emittentenfernen Standorten
- Bevorzugung von Luv- bzw. Plateau-Lagen
- Hangneigung $\leq 60\%$
- Naturraumtypischer Bodentyp
- Klimadatenerhebung des DWD möglichst in geringer Entfernung und auf gleicher Höhe



Baden-Württemberg

Dauerbeobachtungsflächen - Naturräumliche Gliederung (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962)



nag200

Großlandschaften

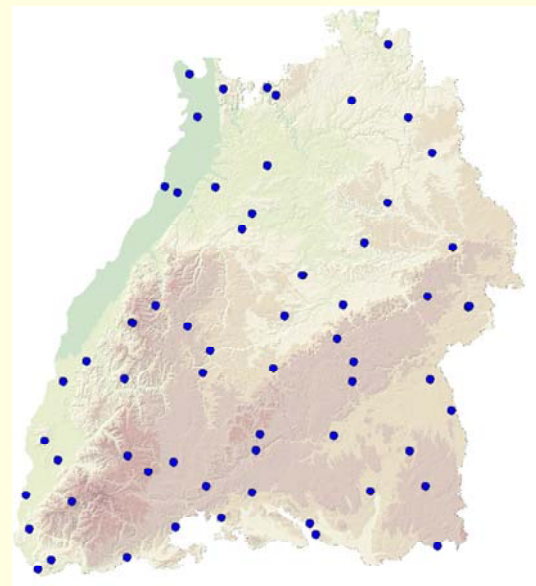
- Schwarzwald (6)
- Neckar- und Tauber-Gäuplatten (10)
- Schwäbisches Keuper-Lias-Land (9)
- Schwäbische Alb (9)
- Donau-Iller-Lech-Platte (6)
- Voralpines Hügel- und Moorland (5)
- Mittleres Oberrhein-Tiefland (3)
- Odenwald (3)
- Nördliches Oberrhein-Tiefland (5)
- Südliches Oberrhein-Tiefland (4)
- Hochrheingebiet (2)
- Fränkisches Keuper-Lias-Land (2)
- Mainfränkische Platten (2)



Baden-Württemberg

Dauerbeobachtungsflächen – Wald

- Naturnahe Waldbestände; unbewirtschaftete Fläche entsprechend der potentiellen natürlichen Vegetation
- Buchenwälder mit in Hochlagen zunehmender Nadelhölzer-Beimischung
- Bestandsalter > 80 Jahre; stabile Sukzessionsstufe
- Höhenlagen 100-1230 m
- Größen
 - Kernzone 480 m²
 - Zoologische Untersuchungsfläche 240 m²
 - Botanische Untersuchungsfläche 240 m²
 - Sukzessionsquadrate 10 X 4 m²
 - Pufferzone 2 Baumlängen
- Zeitreihen seit 1984



Baden-Württemberg



Dauerbeobachtungsflächen – Wald – Untersuchungsumfang

- Vegetation
- Epiphytische Flechten und Moose
- Baumbonitur
- Schadstoffgehalt in Blättern der Waldbäume
- Schadstoffgehalt in Pflanzen des Waldbodens
- Schadstoffgehalte in Lumbriciden
- Collembolenfauna
- Epi- und endogäische Käferfauna
- Mikrobiologische Aktivität im Boden; Basalatmung, SIR
- Schad- und Nährstoffgehalt im Boden
- Mikroklimatische Untersuchungen

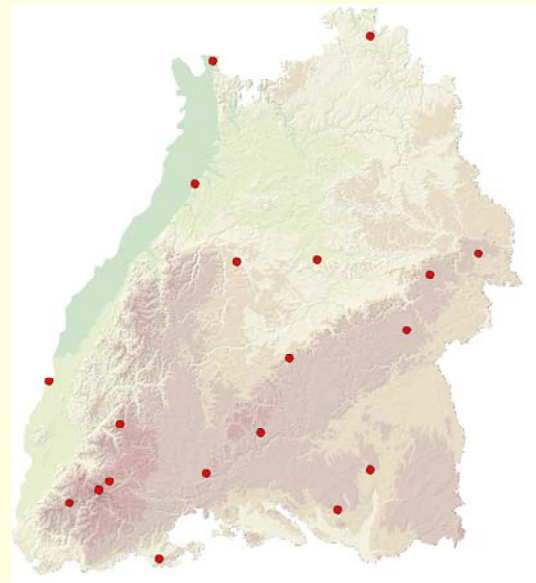


Baden-Württemberg



Dauerbeobachtungsflächen – Grünland

- Extensiv genutztes Grünland (ungedüngt, einschürig bewirtschaftet bzw. in Abständen von mehreren Jahren gemäht)
- Überwiegend Halbtrockenrasen in Naturschutzgebieten und Streu- und Bergwiesen; überwiegend mit landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Umgebung
- Höhenlagen 160 bis 1470 m
- Größe
 - Kernzone 100 m²
 - Sukzessionsquadrate 10 X 1 m²
- Zeitreihen seit 1988



Baden-Württemberg

Dauerbeobachtungsflächen – Grünland – Beispiel

- Apfelberg (Tauberbischofsheim)
- landwirtschaftliche Nutzflächen in unmittelbarer Umgebung



Baden-Württemberg

Grünland-Dauerbeobachtungsflächen – Untersuchungsumfang

- Vegetation
- Schadstoffgehalt in Grünlandpflanzen
- Mikrobiologische Aktivität im Boden; Basalatmung, SIR
- Schad- und Nährstoffgehalt im Boden



Baden-Württemberg

Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstellen

- Unbeeinflusste Bachoberläufe, überwiegend in Wäldern entspringende Mittelgebirgsbäche

Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstellen – Untersuchungsumfang

- Bachforellen - Population, Alterstruktur, Organuntersuchungen (Schadstoffgehalt der Leber)
- pH, Wasserhärte, Lf, Al, Pb, Cd, Zn



Baden-Württemberg

GVO-Monitoring – Stand der Untersuchungen

- Aufnahme der Baseline auf den Grünland-Dauerbeobachtungsflächen
- Etablierung der molekularbiologischen Methoden im Biologielabor der LfU
- Entnahme von Pflanzenproben und molekularbiologische Untersuchung potenzieller natürlicher Kreuzungspartner (Brassicaceen) von Raps
- Untersuchung von Bodenproben der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen; Kooperationsprojekt mit der Universität Hohenheim, Fachbereich Bodenbiologie
 - Physikalisch-chemische Parameter
 - Mikrobielle Aktivität; Basalatmung, SIR
 - Diversität von Bodenmikroorganismen
 - Immunologischer Nachweis von Bt-Toxin
 - Abschlussbericht Frühjahr 2006

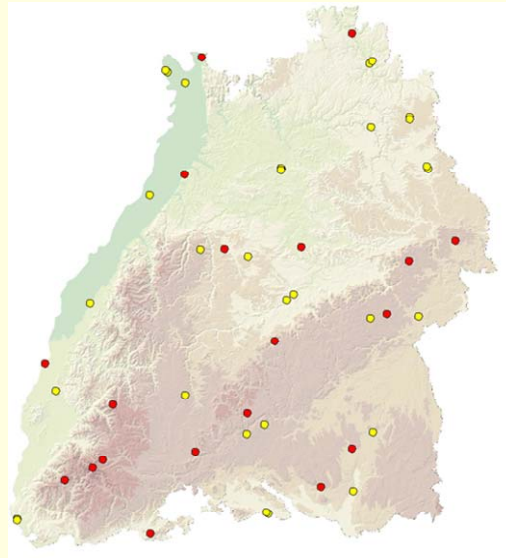


Baden-Württemberg

GVO-Monitoring – Probenahmeorte Brassicaceen

- Gesammelte Arten
 - Brassica napus (Raps)
 - Brassica nigra (Schwarzer Senf)
 - Raphanus raphanistrum (Hederich)
 - Sinapis alba (Weißer Senf)
 - Sinapis arvensis (Ackersenf)
 - Sisymbrium spec. (Raukenarten)

- Grünlanddauerbeobachtung
- Probenahme Brassicaceen



Baden-Württemberg

Raumrepräsentanz – Ökologische Raumgliederung – Eingangsdaten (SCHRÖDER et al. 2002)

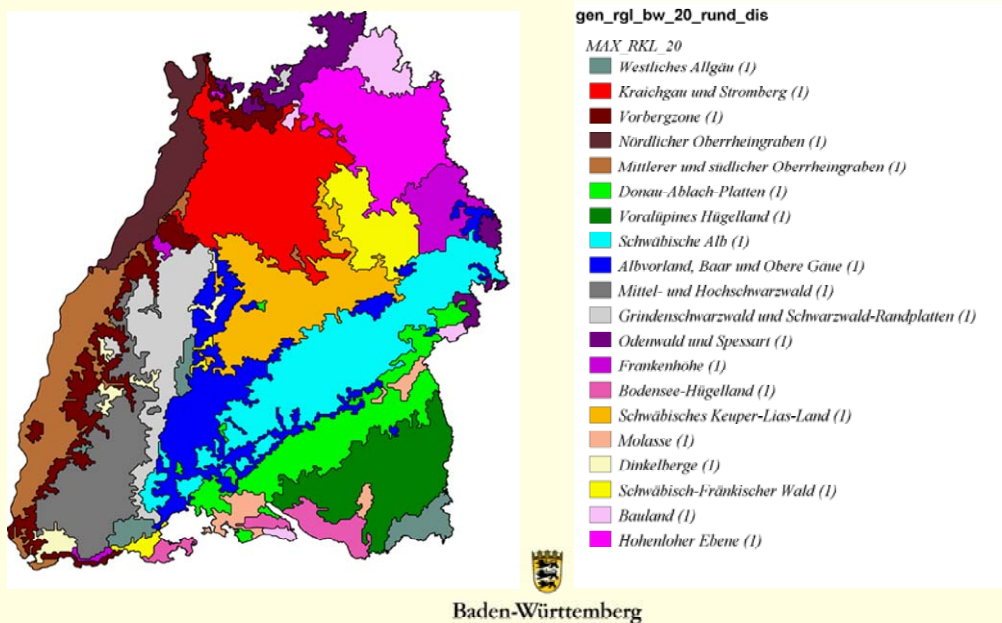
- potenziell natürliche Vegetation
- Höhenstruktur
- klimatische Parameter
 - Lufttemperatur
 - Niederschlag
 - Verdunstung
 - Globalstrahlung
- Bodenart und –gründigkeit

Ziel sind nach ökologischen Merkmalen homogene Teilräume



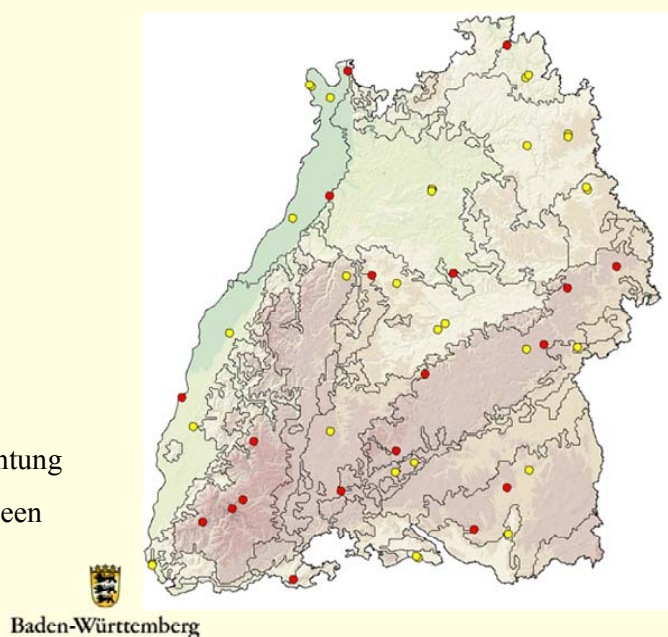
Baden-Württemberg

Raumrepräsentanz – Ökologische Raumgliederung – Raumklassen

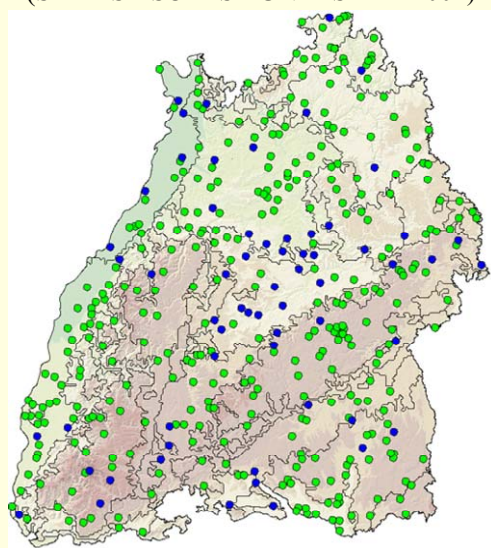


Raumrepräsentanz – Ökologische Raumgliederung - Grünland-Dauerbeobachtung - Probenahmeorte Brassicaceen

- Grünlanddauerbeobachtung
- Probenahme Brassicaceen

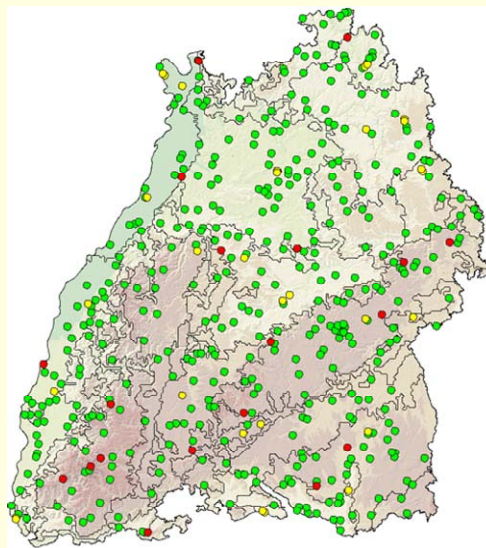


Raumrepräsentanz - Ökologische Flächenstichprobe (STATISTISCHES BUNDESAMT 2004)



● ÖFS

● ÖFS + Brutvogelmonitoring



● Grünlanddauerbeobachtung

● Probenahme Brassicaceen



Baden-Württemberg

Zusammenfassung

- GVO-Monitoring im Rahmen der medienübergreifenden Umweltbeobachtung
- Untersuchungen erfolgen auf den Grünlanddauerbeobachtungsflächen
- Grünland-DBF decken nicht alle Untersuchungsparameter ab (z.B. Kreuzblütler); zusätzliche Flächen bzw. Probenahmeorte sind erforderlich für spezielle Fragestellungen
- Möglichkeiten zur Optimierung der Raumrepräsentanz



Baden-Württemberg

Geodaten, Messdaten und Analyseabläufe zur Messflächen- auswahl bei unterschiedlichen Skalen. Überlegungen zum GVO-Messnetz in Baden-Württemberg

Winfried Schröder*, Gunther Schmidt* und Jürgen Zipperle**

*Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Hochschule Vechta

**LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,
Karlsruhe

Zusammenfassung

Am Beispiel der Standorte der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) in Baden-Württemberg (B.-W.) wird in erster Linie aus Blickwinkeln der Messnetzplanung gezeigt, wie ein vorhandenes Messnetz auf seine Eignung für das Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO-Monitoring) untersucht werden kann. Dies erfolgt zum einen statistisch durch die Berechnung der Landschaftsrepräsentanz und der nachbarschaftsanalytischen Repräsentanz der ÖFS-Flächen. Zum anderen wird durch eine Metadaten-gestützte Analyse von Messnetzen der medienübergreifenden Umweltbeobachtung (MUB) in einem Internet-basierten Geographischen Informationssystem (Web-GIS) geprüft, welche MUB-Daten sinnvoll für ein GVO-Monitoring mitgenutzt werden können. Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) stellte die Daten bereit, die wissenschaftliche Konzeption und die technische Realisierung erfolgten durch den Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Hochschule Vechta.

1 ÖFS-Flächen als Standorte des GVO-Monitoring in Baden-Württemberg

Für das naturschutzorientierte Tierartenmonitoring bestimmte Heidrich-Riske (2004) eine räumliche Stichprobe der Beobachtungsflächen. Diese Flächen gelten gleichzeitig als Dauerbeobachtungsflächen einer bundesweit flächendeckenden ÖFS. Neben der Stichprobe für das bundesweite Monitoring wurde für jedes Bundesland eine Stichprobe für bundeslandinterne Monitoring-Programme ausgewiesen. Die Stichprobe für das bundesweite Programm ist eine Unterstichprobe aus der Gesamtstichprobe - das ist die Summe der bundeslandinternen Ziehungen für alle sechzehn Bundesländer. Um die Heterogenität der so genannten Normallandschaft abzubilden, wurde die Stichprobe als geschichtete Stichprobe konzipiert.

Als Grundlage für die Schichtenbildung dienten Objektarten des Digitalen Landschaftsmodells im Maßstab 1:25000 (DLM25) und die berechnete landschaftsökologische Raumgliederung Deutschlands (Schröder und Schmidt 2001). Während die Objektarten des DLM25 die aktuelle Landnutzung des Bundesgebietes beschreiben, liegen den landschaftsökologisch definierten Raumklassen vorwiegend Merkmale mit langfristigen Änderungen zu Grunde. Fachlich bedeutsamer als diese ist beispielsweise für ein bundesweites Tierarten-Monitoring die aktuelle Landnutzung. Doch für die Nutzung der Flächen in einer bundesweit flächendeckenden ÖFS ist auch die landschaftsökologische Raumgliederung erforderlich.

Für das Bundesgebiet sowie die sechzehn Bundesländer im Einzelnen wurde zunächst der Gesamtstichprobenumfang festgelegt. Danach wurde dieser zunächst auf sechs DLM25-Schichten – gebildet aus 12 Objektarten - verteilt. Grundlage dafür sind die Flächenanteile der Objektarten in dem jeweiligen Gebiet, Kenntnisse über den zu erwartenden Homogenitätsgrad der Objektarten sowie Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebnisse. Innerhalb jeder DLM25-Schicht wird der jeweilige Stichprobenumfang anschließend flächenproportional auf die Standort- bzw. Landschaftsklassen verteilt. Anschließend wurden manuelle Korrekturen vorgenommen, um weitere Randbedingungen des Stichprobendesigns zu erfüllen.

Für das bundesweite Tierarten-Monitoring entfallen 103 von bundesweit 1000 Flächen auf B.-W. Der Stichprobenumfang der bundeslandinternen Monitoring-Variante beträgt im Falle von B.-W. 400 von bundesweit insgesamt 2637 Flächen (Heidrich-Riske 2004). Die Koordinaten dieser 400 Flächen wurden von der LUBW zur Verfügung gestellt, um beispielsweise eine Unterstichprobe ($n = 29$) für das GVO-Monitoring in B.-W. (LfU 2002) zu bilden. Hierbei sollten die Landschafts- und Nachbarschaftsrepräsentanz sowie die Mitnutzung von Daten benachbarter MUB-Flächen, die für das GVO-Monitoring fachlich geeignet sind, untersucht werden (Folie 2). Die wissenschaftliche und praktische Bedeutung dieser drei Aspekte wird in anderen Veröffentlichungen behandelt (Schröder und Pesch 2005; Schröder und Schmidt 2005; Schröder et al. 2002 b) näher dargelegt.

2 Landschaftsrepräsentanz

Für eine flächengewichtete Stichprobe (Kapitel 1) ist zu ermitteln, wie sich die 400 ÖFS-Flächen in B.-W. bzw. die exemplarische Unterstichprobe mit $n = 29$ in den Klassen der bundesweiten Raumgliederung (Schröder und Schmidt 2001) und einer räumlich höher aufgelösten Raumgliederung von B.-W. (Schröder et al. 2002 a; Schröder und Schmidt 2003) verteilen. Im Einzelnen wurde ermittelt (Folie 3):

1. Wo liegen die ÖFS-Flächen in B.-W.? Datengrundlagen hierfür sind die geographischen Koordinaten der 400 ÖFS-Flächen des Landes B.-W. (Kapitel 1) einschließlich derjenigen der exemplarischen Stichprobe ($n = 29$), welche zunächst für das GVO-Monitoring überprüft werden soll.
2. Welche Landschaftseinheiten (Raumklassen) gibt es in B.-W.? Datengrundlagen sind die Ökologische Raumgliederungen des Bundes mit 21 Raumklassen (RK) (Schmidt und Schröder 2001) und des Landes B.-W. (20 RK) (Schröder et al. 2002 a; Schröder und Schmidt 2003).
3. Welche Flächengröße haben die Raumklassen der jeweiligen Raumgliederung in B.-W.? Eine Flächenberechnung im GIS liefert absolute Flächengrößen und prozentuale – anteile (Folie 4).
4. Wie sind die ÖFS-Flächen in den Landschaftseinheiten verteilt? Eine Frequenzanalyse der im GIS miteinander verknüpften Koordinaten und Raumklassen liefert absolute und prozentuale Anteile der ÖFS-Flächen und der GVO-Unterstichprobe (Folie 5).
5. In welchen RK gibt es zu viel oder zu wenig ÖFS-Flächen? Die absolute und prozentuale Über- bzw. Unterrepräsentanz von Monitoring-Flächen in den RK wird im GIS anhand des Kriteriums der flächenproportionalen Verteilung ermittelt (Folie 6). Damit wird jedoch noch nichts darüber ausgesagt, wo in den einzelnen landschaftsökologischen Raumklassen die Monitoring-Flächen aus statistischer Sicht liegen sollten bzw. wie die Repräsen-

tanz der vorhandenen Monitoring-Flächen innerhalb der Raumklassen ausgeprägt ist. Dies kann mit der Nachbarschaftsanalyse festgestellt werden (Kap. 3).

3 Nachbarschaftsanalyse

Mit der Nachbarschaftsanalyse lässt sich ermitteln, inwieweit die Umgebung einer Fläche dem räumlichen Verteilungsmuster eines oder mehrerer ausgewählter Merkmale – hier: der landschaftsökologischen Raumklassen in Deutschland bzw. in B.-W. – entspricht (Vetter et al. 1991). Diese räumliche Struktur ist u.a. für die Berechnung und naturschutzfachliche Bewertung der GVO-Verbreitung bedeutsam. Hierzu wurde untersucht (Folie 7):

1. Wie sieht die typische Nachbarschaft eines Raumausschnitts in B.-W. aus? Für die Berechnungen wurden die landschaftsökologischen Raumgliederungen des Bundes (21 RK) (Schröder und Schmidt 2001) und von B.-W. (20 RK) (Schröder et al. 2002 a; Schröder und Schmidt 2003) sowie die Landnutzung (Corine Landcover, Erhebungsjahr 2000, Veröffentlichungsjahr 2005) verwendet (Folie 8).

2. Wie groß ist der jeweilige MNR-Wert für jede Rasterzelle in B.-W., und wie sieht die flächenhafte MNR-Verteilung in B.-W. aus? Die Repräsentanz einzelner Flächen wird als multidimensionaler Nachbarschaftsrepräsentanzwert (MNR) nach Vetter et al. (1991) in SPlus berechnet. Die MNR werden im Intervall [0, 1] angegeben (Folie 9).

3. Welche MNR-Werte haben die 400 ÖFS-Flächen bzw. die 29 GVO-Monitoring-Flächen, welche ÖFS-Standorte könnten gemäß der landschaftlichen Überrepräsentanz wegfallen, und wo könnten weitere Standorte ergänzt werden, um eine landschaftliche Unterrepräsentanz auszugleichen? Hierfür werden die MNR-Rasterkarten mit den geographischen Koordinaten der Monitoring-Standorte im GIS verschnitten. Die Standorte mit den geringsten MNR je überrepräsentierter RK werden identifiziert und für eine Nichtberücksichtigung vorgeschlagen. Ferner werden diejenigen Rasterzellen je unterrepräsentierter RK ermittelt, welche den höchsten MNR aufweisen. Sie werden für eine Ergänzung des Messnetzes vorgeschlagen (Folie 10).

4 Abgleich relevanter Messnetze der MUB mit den ÖFS-Flächen

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist es sinnvoll, die in den Kapitel 2 und 3 behandelten Repräsentanzkriterien durch inhaltliche Aspekte des Monitoring-Designs zu ergänzen. Hierbei ist u.a. die Nutzung von Daten der medienübergreifenden Umweltbeobachtung für das GVP-Monitoring interessant (Graef et al. 2005; Schröder und Schmidt 2006). Welche dieser MUB-Daten für das GVO-Monitoring fachlich bedeutsam sind, wird anhand von GVO-Monitoringkonzepten (Züghardt und Breckling 2003) und –Richtlinien (VDI 2005) sowie von Forschungsarbeiten (Breckling et al. 2004; Menzel et al. 2004) ermittelt. In der MUB-Metadatenbank B.-W. wird recherchiert, welche der in diesen Dokumenten für ein Monitoring von GVO-Umweltwirkungen als relevant erachteten Messgrößen in der MUB bereits erhoben werden. Dies erfolgt mit den folgenden Schritten (Folie 11):

1. Wo liegen Standorte GVO-relevanter Umweltbeobachtungsmessnetze in B.-W.? Beispielfhaft verwendete Datengrundlagen sind die Metadaten über das Ökologische Wirkungskataster, die Bodendauerbeobachtung sowie das Immissions- und Depositionsmessnetz (Folie 12; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Standorte an).

2. Welche MUB-Standorte liegen innerhalb eines 4 km-Radius um die ÖFS-Flächen? Durch Bufferbildung und Verschneidung im GIS werden MUB-Standorte ermittelt, die in maximal 4 km Entfernung zu den ÖFS-Flächen betrieben werden (Folie 13).

3. Welche für das GVO-Monitoring relevanten Messgrößen werden an diesen Standorten erhoben? Hierzu werden die MUB-Metadatenbanken der o.g. Messnetze auf GVO-Monitoring-relevante Messgrößen überprüft (Folie 14).

Zitierte Literatur

- Breckling, B.; Middelhoff, U.; Borgmann, P.; Menzel, G.; Brauner, R.; Born, A.; Laue, H.; Schmidt, G.; Schröder, W.; Wurbs, A.; Glemnitz, M. (2004): Generische Erfassungs- und Extrapolationsmethoden der Rapsausbreitung (*Brassica napus* L.). – Bremen (Abschlussbericht im BMBF-Förderschwerpunkt Biologische Sicherheitsforschung), 684 S.
- Graef, F.; Schmidt, G.; Schröder, W.; Stachow, U. (2005): Determining ecoregions for environmental and GMO monitoring networks. In: Environmental Monitoring and Assessment 108, pp. 189 – 203
- Heidrich-Riske, H. (2004): Ziehung einer räumlichen Stichprobe für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 'Monitoring von Vogelarten in Deutschland' des Bundesamtes für Naturschutz. Monitoring-Modul I: Zustand der Normallandschaft. – Wiesbaden (Statistisches Bundesamt, Abteilung II)
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. (2002). Konzept für das Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in Baden-Württemberg – Karlsruhe (unveröffentlicht).
- Menzel, G.; Lünsmann, I.; Middelhoff, U.; Breckling, B.; Schmidt, G.; Tillmann, J.; Schröder, W.; Filser, J.; Reuter, H. (2004): Abstandsregelungen beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) in der Nähe von Schutzgebieten. – Bremen, Kiel, Vechta (Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abschlussbericht FKZ 803 89 010, im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz), 227 S.
- Schröder, W.; Broecker, F.; Schmidt, G. (2002 a): Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten. – Karlsruhe (Abschlussbericht Dezember 2002, FuE-Vorhaben im Auftrag der LfU Baden-Württemberg)
- Schröder, W.; Pesch, R. (2005): Geographische Umweltmessnetzanalyse und –planung. In: Geographica Helvetica 60 (2), S. 77 – 86
- Schröder, W.; Schmidt, G. (2001): Defining ecoregions as framework for the assessment of ecological monitoring networks in Germany by means of GIS and classification and regression trees (CART). In: Gate to EHS 2001, pp. 1 – 9 [DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/ehs2001.03.006>]
- Schröder, W.; Schmidt, G. (2005): Metadatenbanken und GIS als technische Unterstützung der stofflichen Expositions- und Wirkungsanalyse in der Umweltbeobachtung. In: Fränzle, S.; Markert, B.; Wünschmann, S. (Hrsg.): Lehrbuch der Technischen Umweltchemie. – Landsberg (ecomod), Kap. 4.11, S. 211 – 227
- Schröder, W.; Schmidt, G. (2006): A methodological approach of site selection and data analysis to provide model input data for an up-scaling of population effects of transgenic oilseed rape in Northern Germany. In: Ecological Indicators 6, p. 168-183
- Schröder, W.; Schmidt, G.; Pesch, R.; Eckstein, Th. (2002 b): Harmonisierung der Umweltbeobachtung. Instrumente zur Prüfung methodischer Vergleichbarkeit und räumlicher Repräsentanz. In: Fränzle, O.; Müller, F.; Schröder, W. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. - Landsberg am Lech, Kap. V-1.3 (8. Erg.Lfg., 22 S.)

- Schröder, W.; Schmidt, G. (2003): Medienübergreifende Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg. Ergebnisse eines Modellprojekts. In: Medienübergreifende Umweltbeobachtung. Stand und Perspektiven. – Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz, Hrsg.), S. 39 – 60
- VDI (2005): Beobachtung ökologischer Wirkungen gentechnisch veränderter Organismen: Grundlagen und Strategien. Gentechnisch veränderte Pflanzen. – Düsseldorf (VDI-Richtlinie 4330, Blatt 1, Gründruck)
- Vetter, L.; Maass, R.; Schröder, W. (1991): Die Bedeutung der Repräsentanz für die Auswahl von Untersuchungsstandorten am Beispiel der Waldschadensforschung. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, Jg. 135, H. 3, S. 165 - 175
- Züghart, W.; Breckling, B. (2003): Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring der Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. – Berlin (UBA-Texte 50/03)

Geodaten, Messdaten und Analyseabläufe zur Messflächenauswahl bei unterschiedlichen Skalen. Wissenschaftliche Überlegungen zur GVO-Beobachtung in Baden-Württemberg

Gliederung

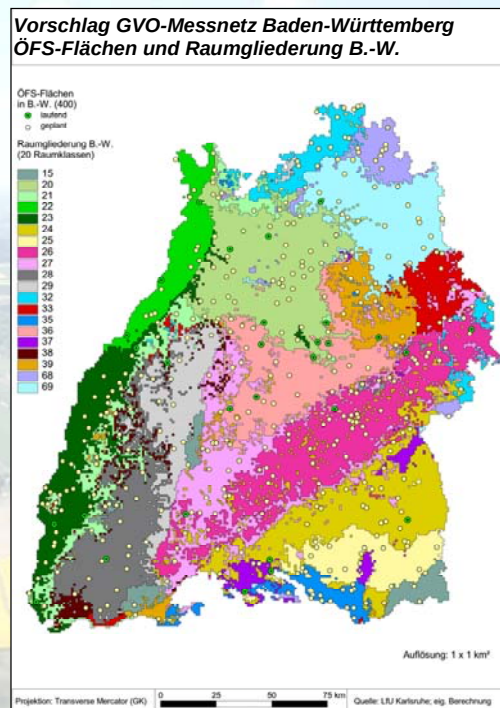
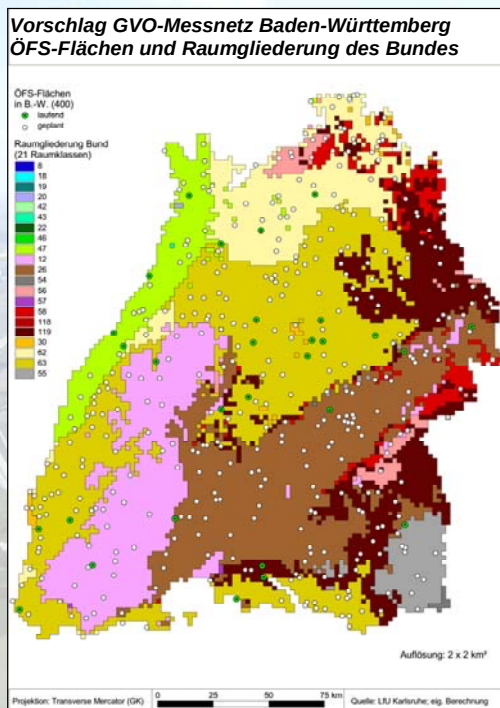
- 1. Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz der ÖFS-Flächen in B.-W.**
- 2. Nachbarschaftsanalyse der ÖFS-Flächen in B.-W.**
- 3. Abgleich relevanter Messnetze der UB mit den ÖFS-Flächen in B.-W.**

1 Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz

- Wo liegen die ÖFS-Flächen in Baden-Württemberg?
Datengrundlagen: exemplarische Stichprobe (29) und geplante (400) ÖFS-Flächen des Landes
- Welche Landschaftseinheiten (Raumklassen) gibt es in B.-W.?
Datengrundlagen: Ökol. Raumgliederungen des Bundes (21 RK) und des Landes (20 RK)
- Welche Flächenanteile nehmen die Raumklassen der jew. Raumgliederung in B.-W. ein?
Frequenzanalyse im GIS liefert proz. Flächenanteile
- Wie sind die ÖFS-Flächen B.-W.'s in den Landschaftseinheiten verteilt?
Verschneidung und Frequenzanalyse im GIS liefert Belegungsanteile
- In welchen RK gibt es zu viel oder zu wenig ÖFS-Flächen?
Bestimmung der absoluten Über-/Unterrepräsentanz von Standorten in den RK im GIS

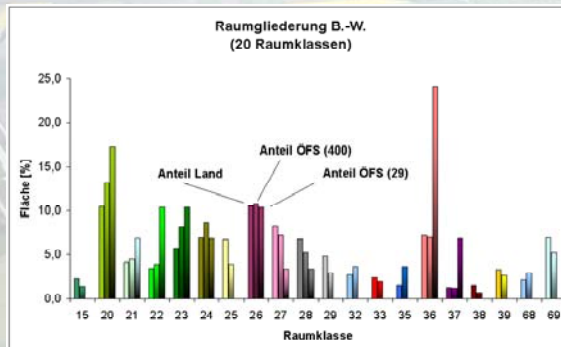
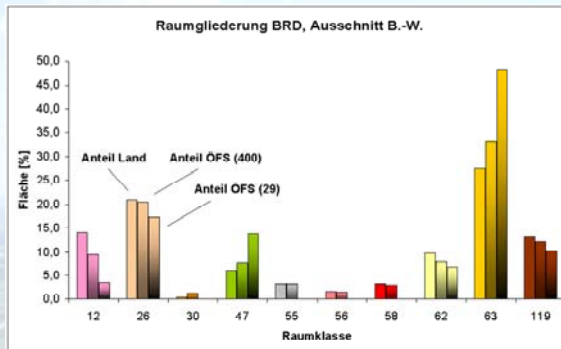
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Verteilung der ÖFS-Standorte in den Raumgliederungen



Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Auszählung der Belegungen in den Raumklassen

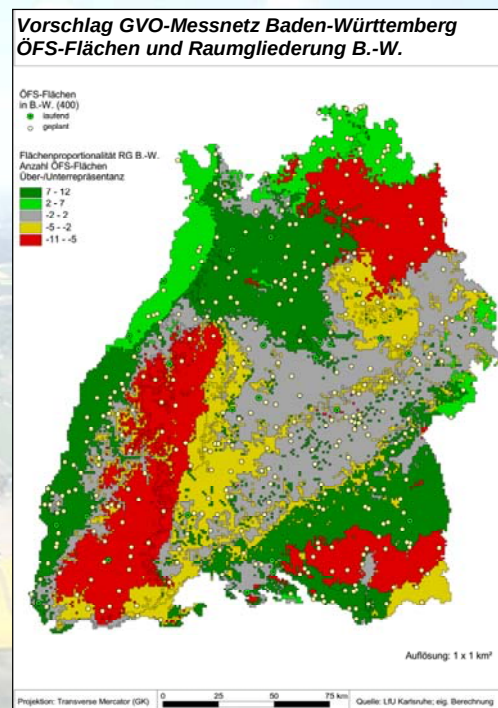
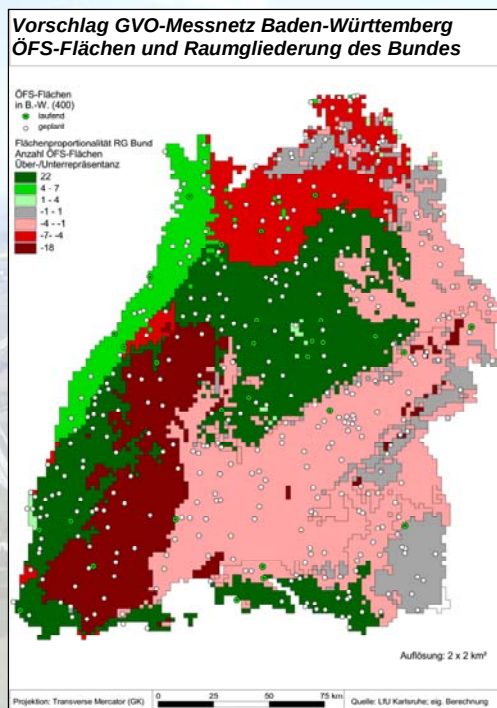


Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

RK	BW %	ÖFS-Flächen (400)		(29)	
		OEFS abs.	OEFS %	Diff. abs.	Diff. %
12	14,0	38	9,5	-4,5	-3,4
26	20,9	82	20,5	-0,4	-2
30	0,4	5	1,3	0,8	3
47	6,1	31	7,8	1,6	7
55	3,2	13	3,3	0,1	0
56	1,6	6	1,5	-0,1	0
58	3,2	12	3,0	-0,2	-1
62	9,8	32	8,0	-1,8	-7
63	27,5	132	33,0	5,5	22
119	13,1	49	12,3	-0,8	-3

RK	BW %	ÖFS (400)		(29)	
		OEFS abs.	OEFS %	Diff. abs.	Diff. %
15	2,3	6	1,5	-0,8	-3,3
20	10,5	53	13,3	2,8	11,2
21	4,2	18	4,5	0,3	1,2
22	3,5	16	4,0	0,5	2,1
23	5,8	33	8,3	2,5	10,0
24	6,9	35	8,8	1,8	7,3
25	6,7	16	4,0	-2,7	-10,9
26	10,5	43	10,8	0,2	0,9
27	8,3	29	7,3	-1,1	-4,3
28	6,9	21	5,3	-1,6	-6,4
29	4,8	12	3,0	-1,8	-7,3
32	2,8	15	3,8	0,9	3,8
33	2,4	8	2,0	-0,4	-1,7
35	1,6	15	3,8	2,1	8,6
36	7,2	28	7,0	-0,2	-0,9
37	1,4	5	1,3	-0,1	-0,4
38	1,6	3	0,8	-0,9	-3,5
39	3,4	11	2,8	-0,6	-2,5
68	2,2	12	3,0	0,8	3,3
69	7,0	21	5,3	-1,7	-6,9

Landschaftsrepräsentanz der ÖFS-Standorte



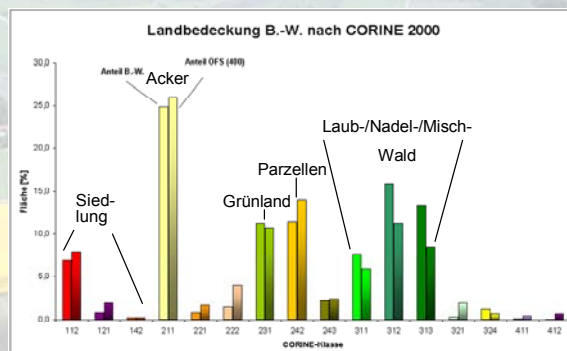
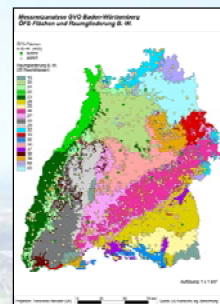
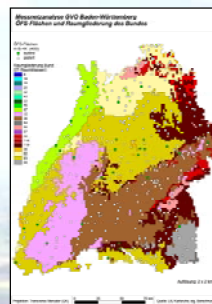
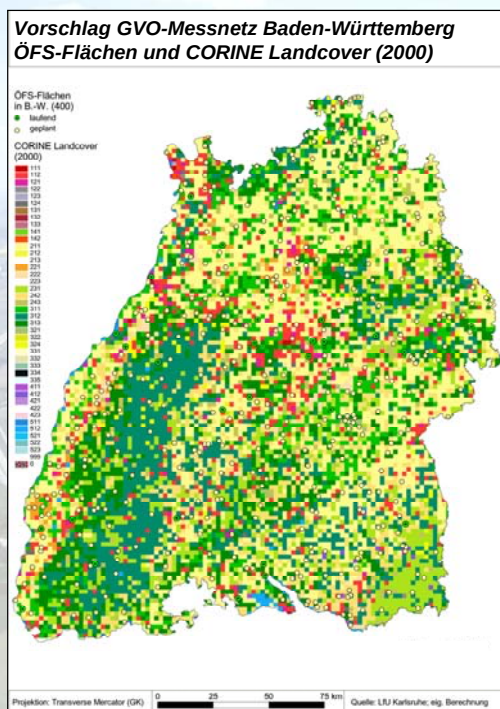
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

2 Nachbarschaftsanalyse der ÖFS-Flächen

- Wie sieht die typische Nachbarschaft eines Raumausschnitts in B.-W. aus?
Datengrundlagen: Ökol. Raumgliederungen Bund (21 RK) und B.-W. (20 RK),
Corine Landcover (2000)
Aufrasterung der Flächenkarten in einer Auflösung von 2x2 km² (Bund), 1x1 km² (B.-W.)
- Wie groß ist der jeweilige MNR-Wert für jede Rasterzelle in B.-W.?
Nachbarschaftsanalyse in SPLUS
- Wie sieht die flächenhafte MNR-Verteilung in B.-W. aus?
Darstellung der MNR-Rasterkarten im GIS
- Welche MNR-Werte haben die aktuellen und geplanten ÖFS-Flächen?
Verschneidung der MNR-Rasterkarten mit den ÖFS-Standorten
- Welche ÖFS-Standorte könnten gemäß der landschaftlichen Überrepräsentanz wegfallen?
Bestimmung derjenigen ÖFS-Standorte mit den geringsten MNR je überrepräsentierter RK
- Wo könnten weitere ÖFS-Standorte gem. der landschaftlichen Unterrepräsentanz ergänzt werden?
Bestimmung derjenigen Rasterzellen je unterrepräsentierter RK mit den höchsten MNR

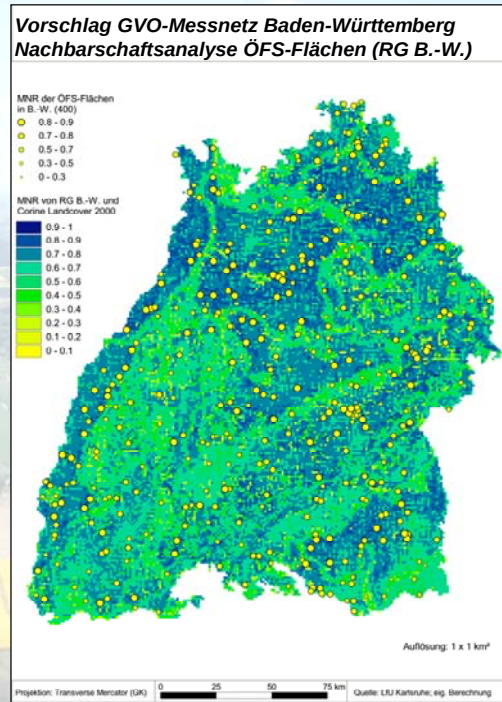
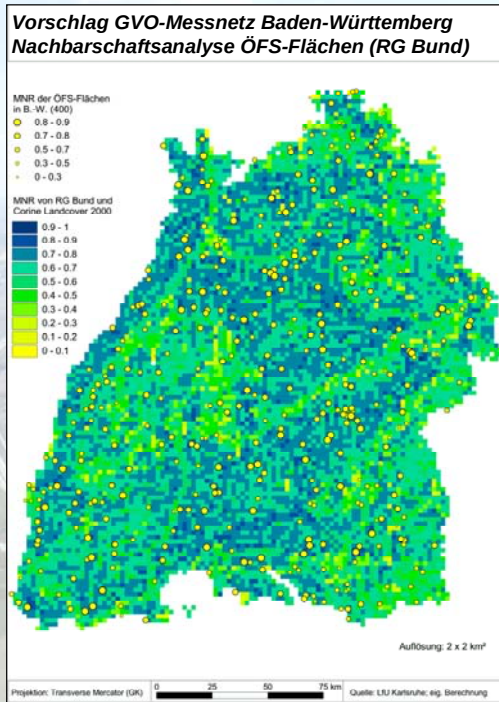
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Rasterkarten zur MNR-Berechnung



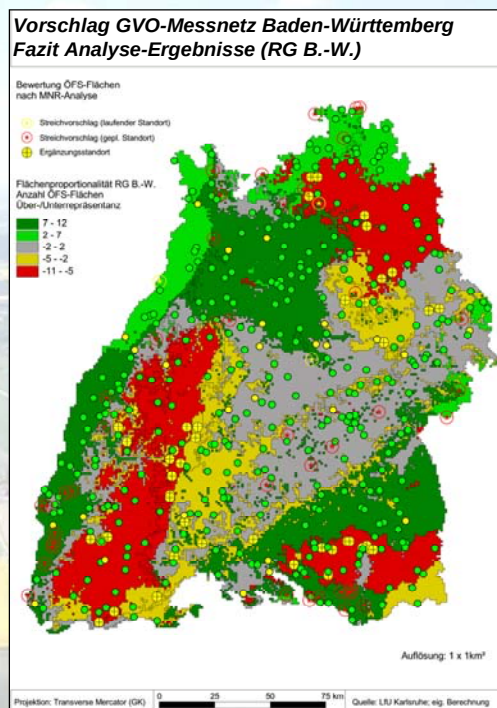
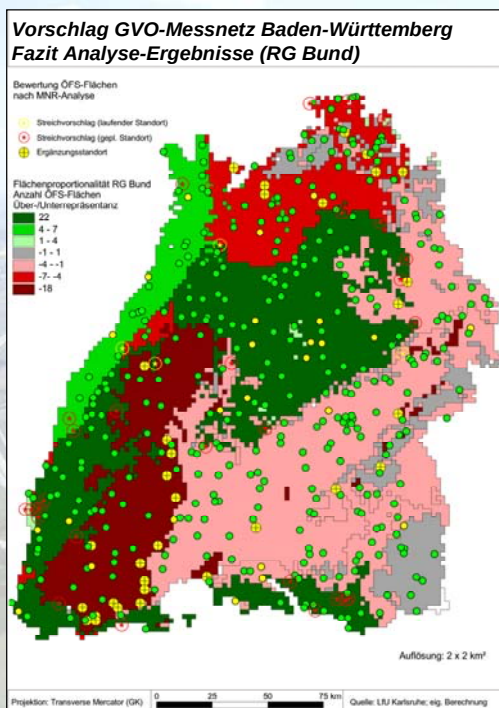
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

MNR-Karten und ÖFS-Standorte in B.-W.



Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Änderungsvorschläge für ÖFS-Standorte



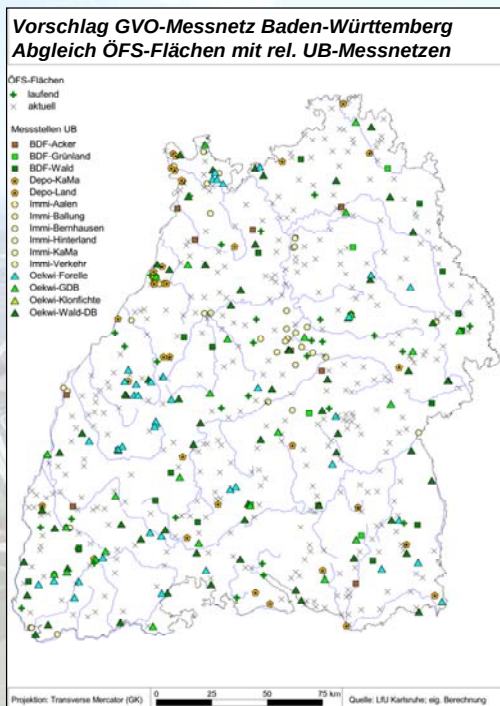
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

3 Abgleich relevanter Messnetze der UB mit den ÖFS-Flächen

- Wo liegen Standorte GVO-relevanter Umweltbeobachtungsmessnetze in B.-W.?
Datengrundlagen: Ökol. Wirkungskataster, Bodendauerbeobachtung, Immissions- und Depositionsmessnetz
- Welche UB-Standorte liegen innerhalb eines 4 km-Radius um die ÖFS-Flächen?
Bufferbildung und Verschneidung im GIS
- Welche für das GVO-Monitoring relevanten Messgrößen werden an diesen Standorten erhoben?
Abgleich von UB-Metadatenbank und GVO-Prüfpunkten

Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Ausgewählte Messnetze der Umweltbeobachtung



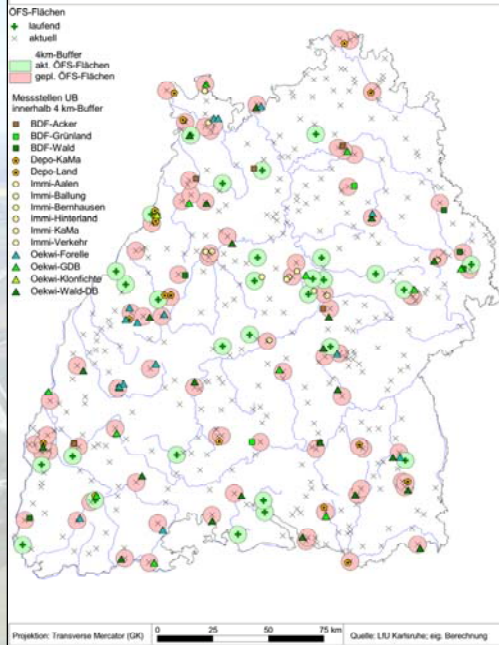
UB-Messnetze in Baden-Württemberg

- Ökologisches Wirkungskataster
Wald-Dauerbeobachtung (65 Standorte)
Grünland-Dauerbeobachtung (19)
Klonfichten-Monitoring (10)
Bachforellen-Monitoring (40)
- Basismessnetz der Bodendauerbeobachtung
im Wald (17)
auf Grünland (6)
an Ackerflächen (10)
- Immissions- und Depositionsmessnetz (VIKOLUM)
in Ballungsräumen (26)
im Raum Karlsruhe-Mannheim (11+14)
in verkehrsreichen Räumen (7)
im Hinterland (4+24)
in Aalen, Bernhausen (2)

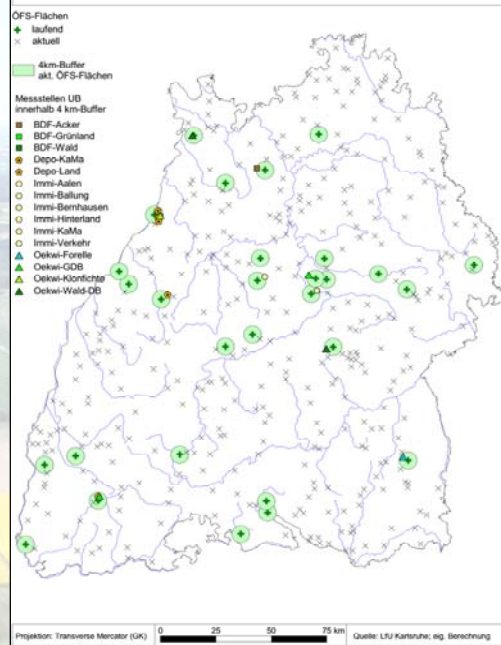
Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Messnetzabgleich ÖFS-Standorte

**Vorschlag GVO-Messnetz Baden-Württemberg
Abgleich ÖFS-Flächen (400) mit rel. UB-Messnetzen**



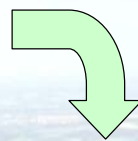
**Vorschlag GVO-Messnetz Baden-Württemberg
Abgleich ÖFS-Flächen (29) mit rel. UB-Messnetzen**



Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

UB-Standorte in Nachbarschaft (16) zu den exemplarischen ÖFS-Flächen (29)

STANDORT	MESSNETZ
Leonberg - BAB	Immi-Verkehr
Karlsruhe NW	Immi-KaMa
Esslingen	Immi-Ballung
Enzhöhen	Depo-Land
Feldberg	Depo-Land
Karlsruhe NW	Depo-KaMa
Karlsruhe LfU	Depo-KaMa
Karlsruhe-Knielingen	Depo-KaMa
Karlsruhe-Mühlburg	Depo-KaMa
Schloss Neuhaus	BDF-Acker
Schwetzingen	Oekwi-Wald-DB
Bad Urach	Oekwi-Wald-DB
Kappelberg	Oekwi-Grünland-DB
Feldberg	Oekwi-Grünland-DB
Karlsruhe NW	Oekwi-Klonfichte
Schorrenbach	Oekwi-Forelle



GVO-relevante Messgrößen der UB nach Metadatenkatalog:

- Immissions- und Depositionsmessnetz (VIKOLUM)
Angaben zum Schwebstaub (Fragen 58, 67)
Angaben zum Staubbiederschlag (52, 53)
- Bodendauerbeobachtung Acker
Angaben zur Bodentextur (37-50)
Angaben zur Bodenphysik und -chemie (121-130, 212-216)
Angaben zur Boden(mikro-)biologie (222-235)
Angaben zur Bewirtschaftung (Schlagdateien) (52-80)
- Ökologisches Wirkungskataster
Angaben zur (Boden-)fauna (11-17)
Angaben zur Vegetationszusammensetzung (21-35)

Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Zusammenfassung

1. **Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz der ÖFS-Flächen in B.-W.**
2. **Nachbarschaftsanalyse der ÖFS-Flächen in B.-W.**
3. **Abgleich relevanter Messnetze der UB mit den ÖFS-Flächen in B.-W.**

Workshop Vilm, 28. November bis 01. Dezember 2005

Flächenauswahl bei der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) und der Ökologischen Umweltbeobachtung (ÖUB) in Brandenburg

Jutta Rademacher, Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam

1. Die Integrierende Ökologische Dauerbeobachtung (IÖDB)

Die Konzeption der integrierenden ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) wurde im Landesumweltamt Brandenburg entwickelt, um die vom Sachverständigenrat für Umweltfragen formulierten und im § 12 des novellierten Bundesnaturschutzgesetzes implementierten Anforderungen an eine medienübergreifende, ökosystembezogene Umweltbeobachtung zu erfüllen.

Mit Hilfe der IÖDB soll der Naturhaushalt als Ganzes beobachtet werden. Dazu gehören sowohl die abiotischen Faktoren wie Luftqualität, Bodenzustand und Gewässergüte als auch Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen und deren Wirkungsgefüge untereinander.

Anhand dieser biotischen und abiotischen Parameter soll die langfristige Entwicklung aller wichtigen Ökosystemtypen und landestypischen Sonderstandorte in Brandenburg erfasst werden. Dabei werden auch verschiedene Nutzungsformen und die unterschiedlich starke anthropogene Belastung berücksichtigt.

Das Grundprinzip der IÖDB ist, schon bestehende Messnetze und Monitoringprogramme für eine medienübergreifende Bewertung zu nutzen und zusätzliche Untersuchungen zur notwendigen Schließung von Daten- bzw. Informationslücken auf ein Minimum zu beschränken. Die Zusammenführung der Messnetze und Monitoringprogramme sowie die vertiefenden Beobachtungen sollen an maximal 12 Dauerbeobachtungsflächen vorgenommen werden.

Die Auswahl der Dauerbeobachtungsflächen erfolgte nach fachlichen und pragmatischen Kriterien, geostatistische Verfahren wurden nicht angewandt. Die IÖDB-Flächen sollten landesweit auf alle Landschaftsräume verteilt sein und alle landestypischen Ökosysteme und Lebensräume repräsentieren. Hier sind in erster Linie landwirtschaftlich genutzte Lebensräume wie Acker und Grünland sowie Forsten zu nennen, die den größten Teil der Landesfläche einnehmen. Typisch für Brandenburg sind aber auch halbnatürliche Ökosysteme wie Bruchwälder, Niedermoore, Auen und als Sonderstandorte Truppenübungsplätze, ehemalige Rieselfelder und Bergbaufolgelandschaften.

Im ersten Schritt der Flächenauswahl wurden Standorte begutachtet, an denen schon eine Bodendauerbeobachtungsfläche des BDF-Programms oder eine Level II-Fläche aus der forstlichen Umweltbeobachtung vorhanden war. Ein weiteres Kriterium war das Vorhandensein bestehender Messnetzpunkte und / oder laufender Monitoringprogramme auf oder in der Nähe dieser Flächen. Es wurden drei Level II- und vier BDF-Flächen ausgewählt. Bei letzteren handelte es sich um zwei Ackerflächen im Nordwesten und im Nordosten des Landes, einer Grünlandfläche auf Niedermoor im westlichen Havelland und einer Grünlandfläche in einer Flussaue im Nationalpark Unteres Odertal. Die Forstflächen liegen im Norden Brandenburgs im Naturpark Stechlin, im Nordosten im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und im Südwesten im Naturpark Hoher Fläming.

Wichtig war auch die dauerhafte Verfügbarkeit für die IÖDB und die Möglichkeit, das Untersuchungsprogramm ohne großen Aufwand auszubauen. Außerdem spielten bei der

Flächenauswahl praktische Überlegungen wie leichte Erreichbarkeit bzw. Zugänglichkeit, evtl. Stromanschluss, Schutzmöglichkeiten vor Vandalismus und die Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Behörden und Institutionen eine Rolle. Anhand dieser Bedingungen wurden noch drei weitere Dauerbeobachtungsflächen ausgewählt: Eine weitere Ackerfläche im Naturpark Märkische Schweiz östlich von Berlin, ein Bruchwaldstandort im Biosphärenreservat Spreewald und eine Fläche auf einem ehemaligen Truppenübungsplatz im Südosten Brandenburgs. Die konkrete Festlegung von IÖDB-Flächen in den Bergbaufolgelandschaften und den ehemaligen Rieselfeldern wurde aus organisatorischen Gründen vorerst zurückgestellt.

2. Die Ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten

Die ökosystemare Umweltbeobachtung (ÖUB) dient der langfristigen Erfassung, Dokumentation und Bewertung der regionaltypischen Entwicklung der prägenden Lebensraumtypen in den drei brandenburgischen Biosphärenreservaten Spreewald, Schorfheide-Chorin und Flusslandschaft Elbe. Die Konzeption für die ÖUB wurde im Auftrag der ehemaligen Landesanstalt für Großschutzgebiete (heute Abteilung Großschutzgebiete des Landesumweltamtes) an der Fachhochschule Eberswalde (Frau Prof. Dr. Luthardt und Mitarbeiter) entwickelt und umgesetzt.

Ein wichtiges Kriterium für die Flächenauswahl war daher die Abbildung von Wäldern und Forsten, Äckern, Grünland auf mineralischen und auf Moorboden, Söllen, Mooren sowie Seen und Fließgewässern als charakteristischen Ökosystemen der Biosphärenreservate. Außerdem sollten die charakteristischen Nutzungsgradienten dieser Ökosysteme erfasst werden. Auch die natürliche Entwicklung und Sukzession in Totalreservaten soll beobachtet werden, um langfristige Hintergrundwerte zu bekommen. Weitere Auswahlkriterien waren die Integrationsmöglichkeiten schon laufender Dauerbeobachtungen und die Arbeitsteilung zwischen den Biosphärenreservaten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen naturräumlichen Ausstattung.

In einem ersten Schritt erfolgte eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Ökosysteme auf der Grundlage von digitalen Daten aus Biotopkartierungen und terrestrischen Aufnahmen für Pflege- und Entwicklungspläne sowie aus der mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) für die Offenlandschaften. Außerdem wurde Expertenwissen hinzugezogen.

Die so erhobenen Ökosystemtypen wurden nach verschiedenen Kriterien klassifiziert. Eine Kategorie bilden die Lebensräume mit einer flächenmäßigen Dominanz innerhalb einer naturräumlichen Einheit. Naturnahe bzw. halbnatürliche Ökosysteme mit großem Flächenanteil, die unter schwachem bis stärkeren, aber vorwiegend mechanischen menschlichen Einfluss stehen, bilden die zweite Klasse. Des weiteren wurden seltene und überregional sehr seltene naturnahe und halbnatürliche Ökosysteme zusammengefasst. Außerdem wurden die Lebensräume nach einem Nutzungsgradienten (intensive oder extensive Nutzung oder Brache) eingeordnet. Ein wichtiger Aspekt ist auch die maßnahmenbezogene Beobachtung in bestimmten Ökosystemen, beispielsweise der Waldumbau oder die Wiedervernässung ehemaliger Feuchtgebiete. Außerdem sollen Vergleiche alternativer Nutzungs- und Managementmodelle bestimmter Ökosysteme vorgenommen werden. So werden z. B. Ackerlebensräume nach konventioneller oder ökologischer Bewirtschaftung und der Art der Düngung unterschieden. Standortcharakteristika wie Bodenart, Bodentyp, Hydro- und Geomorphie, Relief wurden für die Bildung von Standortregionaltypen genutzt. Bei der Grünlandbewirtschaftung erfolgt die Einteilung in intensive oder extensive Rinderweide, Schafweide, Mähwiese und Brache, auch die Bewirtschaftungsform vor 1990 wird in die Bewertung einbezogen. Die Einteilung in 12 Geotoptypen

erfolgt anhand Wasserregime, Substrat, Trophie, Relief und Bodenreaktion. Durch die Verschneidung mit der Biotoptypenkartierung ist eine Unterscheidung von Frisch- und Feuchtweiden, Intensivgrasland auf Lehm Boden sowie Borstgras- und kontinentalen Steppengrassrasen möglich. Auch für die Ökosystemtypen Moor, Seen und Fließgewässer wurden entsprechende Klassifizierungen vorgenommen.

Aus den so selektierten Ökosystem-Nutzungskomplexen wurden dann im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin 21 Waldflächen, 30 Seen, 7 Grünlandflächen, 5 Ackerflächen, 4 Moore und 4 Sölle für die Dauerbeobachtung ausgewählt. Im Biosphärenreservat Spreewald wurden 8 Waldflächen, 9 Grünlandflächen, 2 Acker- bzw. Gartenbauflächen und 30 Fließgewässerabschnitte eingerichtet, im Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe insgesamt 8 Waldflächen, 13 Fließgewässerabschnitte, 6 Grünlandflächen, 4 Moore und ein Soll.

3. Mögliche Eignung von IÖDB- und ÖUB-Flächen für ein GVO-Monitoring

Die Flächenauswahl erfolgte bei IÖDB und ÖUB ausschließlich nach fachlichen und auch pragmatischen Kriterien. Die räumlichen Betrachtungsebenen sind jeweils die einzelnen Dauerbeobachtungsflächen als Fallbeispiele für bestimmte Ökosystemtypen und Nutzungs- bzw. Belastungsarten. Da keine geostatistischen Verfahren angewendet wurden, ist eine statistische Hochrechnung auf größere Räume kaum möglich.

Die Erhebung faunistischer und floristischer Parameter erfolgt bei der ÖUB aus finanziellen Gründen in relativ großen Zeitabständen von mindestens 3 bis 6 Jahren. Die weitere Finanzierung von biologischen Untersuchungen im Rahmen der IÖDB ist nicht gesichert. Unter diesen Voraussetzungen ist die Nutzung für ein GVO-Monitoring nur eingeschränkt möglich. Eventuell könnten in den Biosphärenreservaten Spreewald und Schorfheide-Chorin ÖUB-Flächen als Referenzstandorte genutzt werden, da Landwirte in diesen Regionen auf freiwilliger Basis auf den Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen verzichten und gentechnikfreie Zonen eingerichtet haben.

Literatur zur ÖUB (Auswahl):

Vahrson, W.-G., Dreger, F., Luthardt, V. (2000): Flächenauswahl und Ökosystemares Monitoring in den Biosphärenreservaten Schorfheide-Chorin und Spreewald. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 12 (6), 362-372

Luthardt, V., Vahrson, W.-G., Dreger, F. (1999): Konzeption und Aufbau der Ökosystemaren Umweltbeobachtung für die Biosphärenreservate Brandenburgs. Natur und Landschaft 74 (4), 135-143

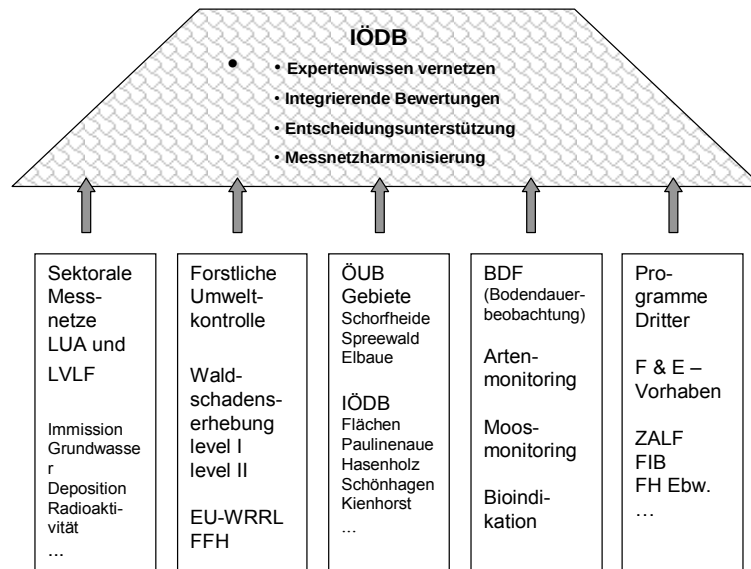
Erste Ergebnisse der ÖUB sind in der Reihe Fachbeiträge des Landesumweltamtes erschienen unter dem Titel „Lebensräume im Wandel – Bericht zur ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den Biosphärenreservaten Brandenburgs“ (Heft Nr. 94, 2004).

Flächenauswahl bei der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) und der Ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in Brandenburg

- Konzeption der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB)
- Kriterien der Flächenauswahl für die IÖDB
- Konzeption der Ökosystemaren Umweltbeobachtung in den Biosphäreservaten (ÖUB)
- Kriterien der Flächenauswahl für die ÖUB in den Biosphärenservaten
- Eignung von IÖDB- und ÖUB-Flächen für ein GVO-Monitoring

Die Konzeption der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB)

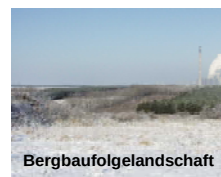
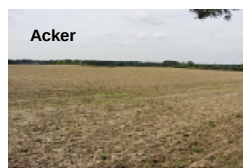
- Beobachtungsgegenstand ist der *Naturhaushalt* gemäß § 12 BNatSchG
- Beobachtung aller wichtigen Ökosystemtypen Brandenburgs
- Beobachtung von landestypischen Sonderstandorten
- Erfassung unterschiedlicher Nutzung und anthropogener Belastung
- Beobachtung der langfristigen Entwicklung anhand biotischer und abiotischer Parameter
- Zusammenführung der bestehenden Umweltmessnetze und Monitoringprogramme
- Intensivierte ökologische Dauerbeobachtung an 12 Flächen



Modell der Integration der Messnetze (verändert nach V. Luthardt)

Kriterien der Flächenauswahl für die IÖDB

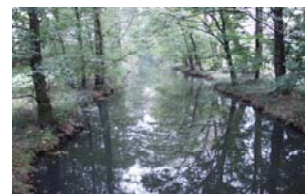
- Repräsentanz für landestypische Lebensräume bzw. Ökosysteme



Wälder und Forsten

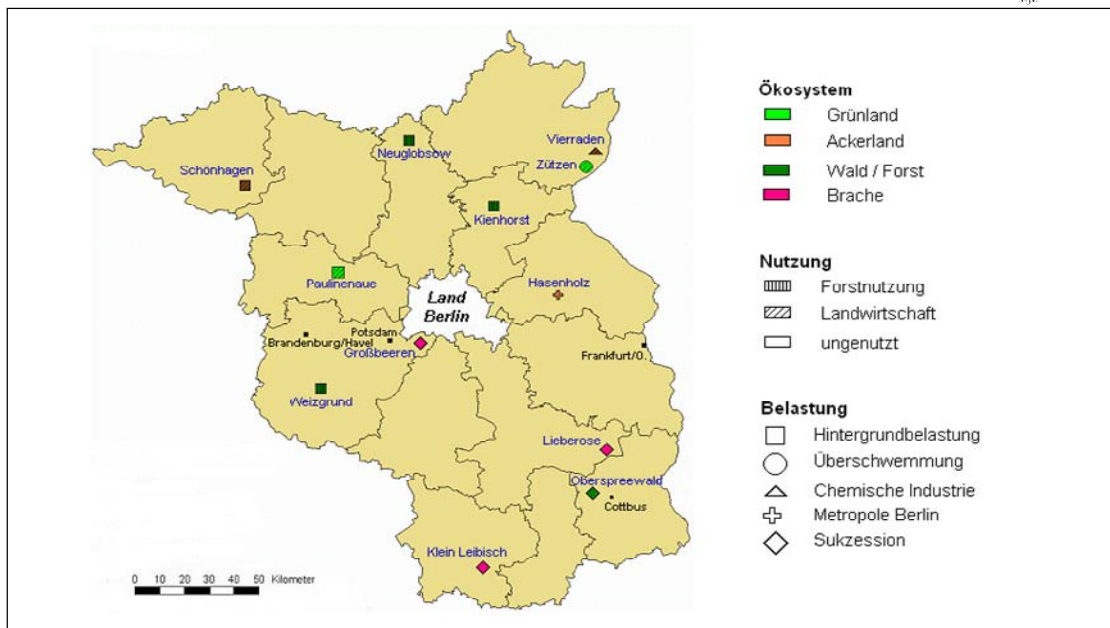


Moore und Bruchwälder



Gewässer und Auen

- Landesweite Verteilung auf alle Landschaftsräume
- Vorhandensein einer Bodendauerbeobachtungsfläche oder Level II-Fläche
- Konzentration weiterer Messnetzstandorte in der Umgebung
- laufende Monitoringprogramme auf oder in der Nähe der Fläche
- Ausbaufähigkeit für weitere Messparameter/ Monitoringprogramme
- dauerhafte Verfügbarkeit
- praktische Erwägungen wie z. B. leichte Erreichbarkeit, evtl. Stromanschluss, Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Institutionen
- keine Auswahl nach statistischen bzw. geostatistischen Kriterien



Die Konzeption der Ökosystemaren Umweltbeobachtung in den Biosphärenreservaten (ÖUB)

- langfristige Erfassung, Dokumentation und Bewertung der regionaltypischen Entwicklung von

- Wälder und Forsten
- Seen und Fließgewässer
- Mooren
- Mineralischem und Moorgrünland
- Äckern
- Söllen

als prägende Lebensraumtypen in den drei brandenburgischen Biosphärenreservaten
Spreewald, Schorfheide-Chorin und Flusslandschaft Elbe

Kriterien der Flächenauswahl für die ÖUB in den Biosphärenreservaten

- Abbildung der für die Biosphärenreservate charakteristischen Ökosysteme
- Abbildung der für die Biosphärenreservate charakteristischen Nutzungsgradienten
- Integrationsmöglichkeiten laufender Dauerbeobachtungen
- Beobachtung auch in Totalreservaten, um langfristige Hintergrundwerte zu bekommen und die natürliche Entwicklung und Sukzession zu erfassen
- Arbeitsteilung zwischen den Biosphärenreservaten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen naturräumlichen Ausstattung



Bestandsaufnahme der vorhandenen Ökosysteme auf der Grundlage von

- digitalen Daten aus Biotopkartierungen und terrestrischen Aufnahmen für Pflege- und Entwicklungspläne
- Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) für die Offenlandschaften
- Expertenwissen

Klassifikation der Ökosystemtypen und relevanten Nutzungsformen nach

- flächenmäßige Dominanz innerhalb einer naturräumlichen Einheit
- naturnahe bzw. halbnatürliche Ökosysteme mit großem Flächenanteil
- seltene und überregional sehr seltene naturnahe bzw. halbnatürliche Ökosysteme
- Abbildung von Nutzungsgradienten (intensiv, extensiv, Brache)
- maßnahmenbezogene Beobachtung (z. B. Waldumbau, Wiedervernässung)
- Vergleich alternativer Nutzungs- und Managementmodelle

Weitere Kriterien für die Flächenauswahl am Beispiel von zwei Ökosystemtypen

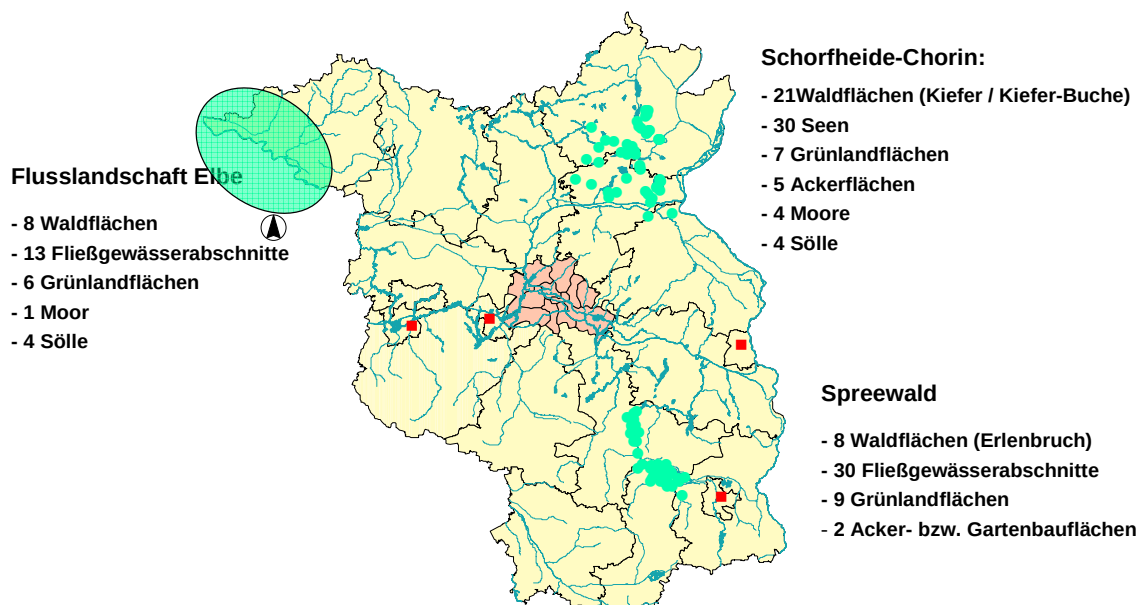
Acker	Mineralisches Grünland
Bildung von Standortregionaltypen anhand langfristiger Standortcharakteristika auf Basis der MMK (Bodenart, Bodentyp, Hydro- u. Geomorphie, Relief)	Einteilung in 12 Geotoptypen anhand Wasserregime, Substrat, Trophie, Relief, Bodenreaktion
Unterscheidung nach konventioneller oder ökologischer Bewirtschaftung	Verschneidung mit Biotoptypenkartierung, Frisch- und Feuchtweiden, Intensivgrasland auf Lehm, Borstgras- und kontinentale Steppengrasrasen
Unterscheidung nach Art der Düngung, d. h. reiner Pflanzenbau ohne oder auch Viehwirtschaft mit Gülleausbringung	Einteilung in Rinderweide, Schafweide, Mähwiese und Brache, Unterscheidung zwischen intensiver und extensiver Nutzung, auch vor 1990

Vilm 11/2005

Workshop GVO-Monitoring

LUA_Folien.ppt Folie 9 von 2

Ausgewählte Flächen in den Biosphärenreservaten



Vilm 11/2005

Workshop GVO-Monitoring

LUA_Folien.ppt Folie 10 von 2

Eignung von IÖDB- und ÖUB-Flächen für ein GvO-Monitoring

- die Flächenauswahl nach fachlichen und pragmatischen Kriterien, statistische Hochrechnungen auf größere Räume kaum möglich
 - räumliche Betrachtungsebene sind die einzelnen Dauerbeobachtungsflächen als Fallbeispiele für bestimmte Ökosystemtypen und Nutzungs- bzw. Belastungsarten
 - Erhebung faunistischer und floristischer Parameter erfolgt bei der ÖUB aus finanziellen Gründen in relativ großen Zeitintervallen, i. d. R. mindestens 3 – 6 Jahre
 - weitere Finanzierung von biologischen Untersuchungen in der IÖDB ist nicht gesichert
 - die Biosphärenreservate Schorfheide-Chorin und Spreewald wurden von Landwirten auf freiwilliger Basis zu gentechnikfreien Zonen erklärt
- Eignung als Referenzräume für ein GvO-Monitoring ?

Methodisches Schema für die räumliche Planung des GVP-Monitorings unter Einbezug regionaler Flächen- und Messnetz-Information am Beispiel Brandenburg

Frieder Graef^{1,2}, Wiebke Züghart¹, Bernd Hommel³, Uwe Heinrich², Ulrich Stachow² und Armin Werner²

¹ Bundesamt f. Naturschutz, Bonn; ²Leibniz-Zentrum f. Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Müncheberg; ³Biologische Bundesanstalt, Kleinmachnow

Einleitung

In diesem Forschungsprojekt ist am Beispiel von Brandenburg eine wissenschaftliche Methodik erarbeitet worden, wie ein anbaubegleitendes Monitoring zu entwerfen ist. In einem GVP-Monitoring sind die jeweiligen regionalspezifischen Landschafts- und Anbaustrukturen und die Dynamik der landwirtschaftlichen und der landschaftlichen Entwicklung zu berücksichtigen. Insbesondere muss das langfristig ausgerichtete Monitoring-Design repräsentativ und ausreichend flexibel sein, um sich zukünftigen Sorten- und anbautechnischen Entwicklungen anpassen zu können. Der Ansatz in diesem Forschungsprojekt ist integrativ ausgelegt, um nicht nur einzelne Wirkungen sondern ein breites Spektrum an Umweltwirkungen bei GVP zu beobachten. Landschaftliche und landwirtschaftliche Eigenheiten von Anbauregionen sowie bestehende Monitoring-Programme mit Bezug zur Agrarumwelt werden berücksichtigt und Schritte für eine Prioritätensetzung der auszuwählenden Monitoring-Messnetze und -standorte vorgeschlagen.

Methodischer Ansatz

Bei der Auswahl von Monitoring-Standorten empfiehlt es sich, auf vorhandene Umwelt- und Agrar-Monitoring-Strukturen zurückzugreifen und diese gegebenenfalls zu ergänzen. In Brandenburg liegen z.B. vier statische Monitoring-Netzwerke vor, die für das GVP-Monitoring relevante Daten erfassen (Abbildung 1). Ein konsistentes Monitoring-Konzept muss die relevanten Komponenten wie z.B. Schutzziele, potenzielle Wirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen, Merkmale, Methoden und Untersuchungsräume integrieren (Perry et al. 2003). Als Grundlage hierzu dienten Ergebnisse der AG „Anbaubegleitendes Monitoring“ und der Bund/Länder-AG "Monitoring der Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Pflanzen" (Züghart & Breckling 2003). Die dort systematisch hergeleiteten Indikatoren wurden in Bezug zu relevanten Rauminformationen zur Auswahl von Monitoring-Standorten gebracht. Diese Rauminformationen liegen als Geo-Informationsebenen mit unterschiedlichem Informationsgehalt und räumlicher Auflösung vor (Tabelle 1).

Tabelle 1. Bundesweit verfügbare Rauminformationen relevant für ein GVP-Monitoringmessnetz

Rauminformation	Informationsgehalt	Auflösung
Flächennutzung ¹	Acker, Forst, Feuchtgebiet, Gewässer, gestörte Flächen...	250 m Raster
Standortökologie ²	Höhe ü. NN, klimatische, bodenkundliche, hydrologische Standortfaktoren	1000 m Raster
Fruchtartverteilung ³	Anbauflächen-Verhältnisse der Kulturen, 5-Jahreserhebung	Kreisebene
Befallsgebiete ⁴	Schaderregerbefall in regionalen Einsatzgebieten der PS-Dienste	ca. 1:50.000
Anbauverfahren ⁵	Unterschiede Fruchtfolgen, kritische Einzelmaßnahmen	ca. 1:50.000
Pot. Kreuzungspartner ⁶	Flora-Verbreitungskarten von potentiellen natürl. Kreuzungspartnern	10 km Raster

¹ CORINE Land Cover; ² Ökologische Raumgliederungen; ³ Anbaustatistiken der Länder; ⁴ Pflanzenschutzdienste, Befallsatlas; ⁵ in Bearbeitung am ZALF; ⁶ FloraWeb (BfN)

Entscheidend ist es hierbei, die Relevanz verschiedener Rauminformationen für die räumliche Verteilung der ausgewählten Indikatoren zu bewerten. Dazu wurde ein systematisches Bewertungsschema erarbeitet, bei dem jeder Indikator mit jeder Rauminformationsebene in Zusammenhang gebracht wird hinsichtlich der Frage: „Welchen Einfluss (nach bisheriger Erkenntnis) haben die Faktoren, die die Rauminformationsebene prägen, auf die räumliche Verteilung des zu messenden Indikators?“ (Tabelle 2). Dieser Bewertung liegen empirische Daten und Expertenwissen zugrunde. Eine aus ZALF, BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) und UBA (Umweltbundesamt) bestehende Expertengruppe führte diese Bewertung beispielhaft für Bt-Mais, HR-Raps, HR-Zuckerrübe und Stärke-veränderte Kartoffeln durch.

Tabelle 2: Beispiel-Parameter für das fallspezifische Monitoring von Bt-Mais in Brandenburg (Bewertung und Ranking von Rauminformationsebenen)

Potentielle Umweltwirkungen	Beispiel-Parameter (BBA Tagung 2002)	Flächen- nutzung	Standort- ökologie	Fruchtart- verteilung	Befalls- gebiete	Regionale Anbau- verfahren
DNA -persistenz	Persistenz im Boden Transgen-DNA	3 ¹	3	1	0	2
Verschiebung in Nahrungsnetzen, Artenvielfalt	Artendiversität u. -dichte v. herbivoren Arthropoden und spezifischen Antagonisten	3	3	1	1	2
	Artendiversität u. -dichte v. Schmetterlingen außerhalb der Anbaufl.	3	3	1	0	1
	Zersetzer im Boden (Dipterenlarven)	3	3	1	0	2
Änderung von Biomasse-Abbau	mikrobielle Basalatmung	3	3	0	0	1
Verschiebung in Bodenzönosen	mikrobielle Summenindikatoren	3	3	0	0	1
Spätfolgen auf gute fachl. Praxis	Änderung Anbauverfahren	3	2	1	3	3
Änderung von tierischen Schädlingen	Resistenzbildung bei Maiszünsler	3	1	3	3	3
Gesamtbewertung: Häufigkeit der Bewertung 3 bzw. 2 (2 x 2= 3)		8	6	1	2	3
Ranking der Rauminformationsebenen		erste	zweite	fünfte	vierte	dritte

¹ Einfluss der Faktoren in den Rauminformationsebenen auf die räumliche Verteilung der Parameter: hoch: 3, mittel: 2, niedrig: 1, irrelevant: 0

GIS-Analyse

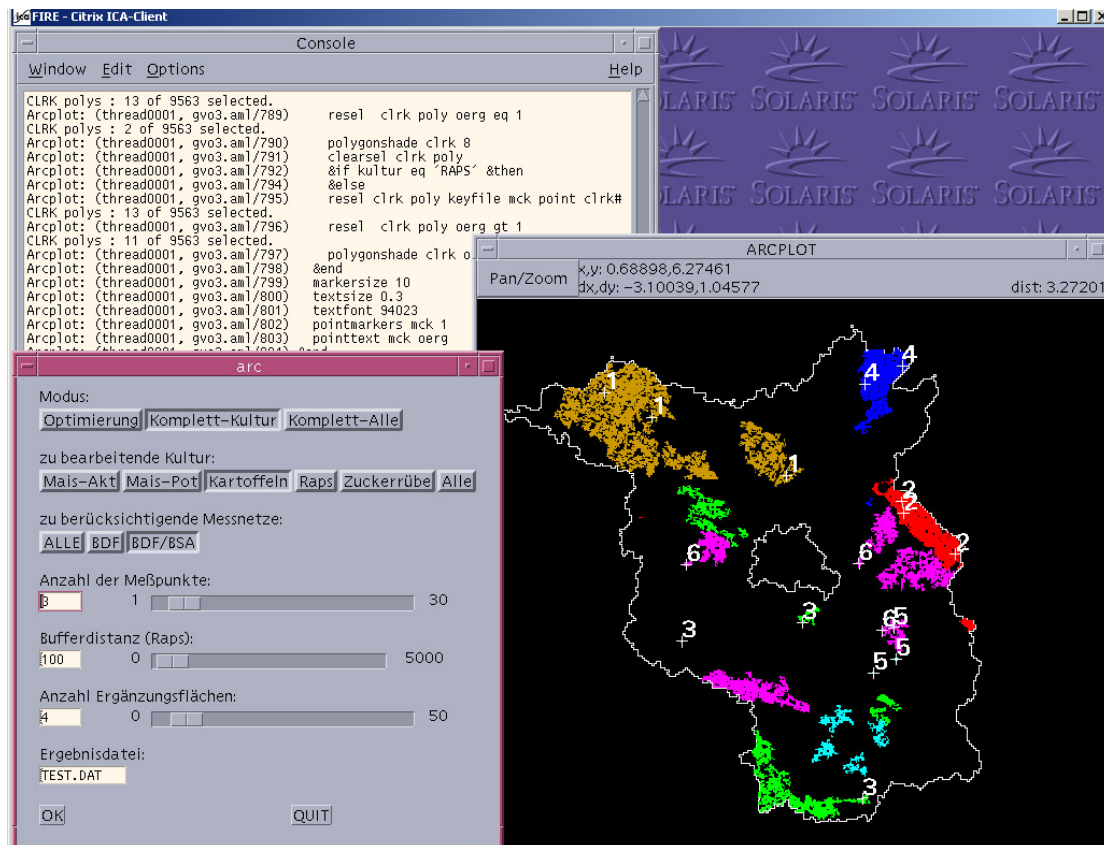


Abbildung 1: GIS-Schnittstelle zur Auswahl optimaler Monitoring-Messpunkte aus bestehenden Messnetzen (Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖÜB), Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (I-ÖDB), Sortenversuche des Bundessortenamtes und des Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (BSA/LVL) sowie weiteren Monitoringflächen in sechs Landschaften Brandenburgs.

Die Relevanz bereits vorhandener Messnetze mit Agrarumwelt-Bezug wurde ebenfalls bewertet. Damit sollen zur Verfügung stehende Ressourcen, Infrastruktur und Hintergrunddaten als Bezugsbasis für das Monitoring optimal genutzt werden. Auch diese Messnetze lassen sich als Geo-Informationsebenen verarbeiten (Tabelle 3, Abbildung 1). Die Auswahl geeigneter Monitoring-Messnetze erfolgte nach den folgenden Kriterien:

- Raum-Repräsentanz für BB (ermittelt durch Repräsentanzanalysen)
- (Arten-)Zahl und Relevanz der gemessenen Medien und Organismen
- Dauerhaftigkeit und Häufigkeit der Messungen
- Bezug zu anderen Landes- und Bundesmessnetzprogrammen

Tabelle 3: Eignung statischer Agrarumwelt-Messnetze für ein GVP-Monitoring in Brandenburg

Monitoring-Messnetz	BDF*	IÖDB	ÖÜB	BSA/LVL	PSA	Relevanz**
Räumliche Repräsentativität						
Messstandorte in BB	31	12	89	23	flexibel	-
Landwirtsch. Messflächen in BB	24	3	36	23	20-30, flexibel	-
Messstandorte in Deutschland	672	-	-	815	-	-
Bewertung räuml. Verteilung	hoch	niedrig	niedrig	hoch	mittel	
Parametergruppen und Anzahl gemessener Parameter						
Bodenbeschreibung	3	7	5	4		1
Bodenanalysen	8	11	9	3	1	1
Klima-Parameter	2	5	6	2	1	1
Fauna	0	3	2	0	1	2
Flora	3	4	1	0	2	2
Landwirtsch. Maßnahmen	4	4	7	8	8	2
Gesamtzahl an Parametern	19	33	30	17	13	-
Eignungsbewertung***	27	46	42	25	24	
Ranking	dritte	erste	zweite	vierte	-	

*Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖÜB), Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB), Sortenversuche des Bundes-sortenamtes und des Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (BSA/LVL), Pflanzenschutzämter (PSA).

** Relevanz für das GVP-Monitoring (nach Ergebnissen der BBA Tagung in Braunschweig 2002); hoch: 2, mittel: 1, gering oder irrelevant: 0.

*** $\sum$ Merkmalszahl x Relevanz

Die Eignung dieser Kriterien für das GVP-Monitoring wird durch Indexbildung ($\sum$ Merkmalszahl x Relevanz) bewertet. Die Bewertungen der Rauminformationsebenen und Monitoring-Messnetze stellen die Grundlage für eine hierarchische Verschneidung der verschiedenen Geo-Informationen in einem regelbasierten GIS-Analysemodell dar (Graef et al. 2005), für das eine Arc/Info-Schnittstelle programmiert wurde. Ziel der hierarchischen Verschneidung ist es, aus der Gesamtzahl der bestehenden Messstandorte auf landwirtschaftlichen Flächen (ca. 100; Tabelle 3), diejenigen zu ermitteln, die qualitativ am höchsten zu bewerten sind und die verschiedenen Agrarumwelt-Räume optimal repräsentieren.

Ergebnisse und Diskussion

In Brandenburg liegen im Wesentlichen vier geeignete statische d.h. ortsfeste Monitoring-Messnetze mit sehr unterschiedlicher räumlicher Verteilung und Messstandort-Zahl vor (Tabelle 3). Darüber hinaus sind auch flexible Monitoringstrukturen, wie etwa die der Pflanzenschutzdienste vorhanden, die jedoch keine festen Monitoring-Standorte darstellen. Messnetze mit hoher räumlicher Repräsentativität in Brandenburg weisen eine geringere Anzahl an gemessenen Parametern auf. Als Basis für die regelbasierte GIS-Analyse wurde eine Anzahl verschiedener Szenarien entwickelt:

- Verschiedene transgene Fruchtarten (Bt-Mais, HR-Raps, HR-Zuckerrübe und Stärke-modifizierte Kartoffel),
- Unterschiedliche einzusetzende Messnetze und Messnetz-Kombinationen
- Unterschiedliche Messstandort-Anzahl von drei bzw. sechs je Landschaftstyp

Das Ergebnis der GIS-Analyse zeigt, dass die Zahl an optimalen Messstandorten unter den Messnetzen je nach Szenario sehr unterschiedlich sind (Tabelle 4). Es existieren auch einige Messstandorte, die bei allen Szenarien ausgewählt wurden, die also eine besonders hohe Eignung besitzen. Die *Bodendauerbeobachtungsflächen* und auch die *Sortenversuchs*-Standorte könnten als alleiniges Messnetz mit 3-4 Monitoringstandorten pro Landschaftseinheit betrieben werden, jedoch wären an den Standorten voraussichtlich einige weitere Parameter für das GVP-Monitoring zu erheben. Dagegen bieten die *Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖUB)* und die *Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB)* über die Vielzahl an gemessenen Basisparametern eine bessere Grundlage zu abgesicherten Aussagen über potenzielle Umweltwirkungen der GVP. Ein gemeinsames Monitoring der vier transgenen Kulturen an wenigen Standorten ist nach den Ergebnissen der GIS-Analyse möglich und würde zu einer Reduzierung der Gesamt-Messflächenzahl führen.

Tabelle 4. Fruchtarten- und Messnetz-Szenarien (Zahl optimaler Standorte je Kombination)

Szenario	HR Raps			Bt Mais ²			4 Kulturen kombiniert		
	alle ¹	BDF + BSA	BDF	alle	BDF + BSA	BDF	alle	BDF + BSA	BDF
	Messintensität: 36 Standorte vorgegeben								
BDF	9	22	22	4	21	22	4	20	22
IÖDB	3	-	-	3	-	-	3	-	-
ÖUB	13	-	-	18	-	-	17	-	-
BSA	11	12	-	11	13	-	12	14	-
Σ	36	34	22	36	34	22	36	34	22

¹ Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖUB), Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB), Sortenversuche des Bundessortenamtes und des Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (BSA/LVL)

² Optimierung für potentiellen Maiszünslerbefall nach Kluge et al. (1999)

Die Umsetzung der verschiedenen Fruchtarten-, Messnetz- und Messintensität-Szenarien in die Praxis ist zum derzeitigen Stand nicht einzuschätzen. Sicherlich können manche Messnetze aus diversen (praktischen historischen, formalen, etc) Gründen nicht beliebig kombiniert oder genutzt werden. Dadurch reduziert sich der anfangs angenommene Gestaltungsspielraum bei der Flächenauswahl.

Um statistisch abgesicherte Aussagen zu Umweltwirkungen der GVPs ableiten zu können, muss ein Messnetz-Design die Variabilität der Parameter im Raum berücksichtigen. Laut statistischen Analysen der Farm Scale Evaluations (FSE) waren 60-70 Monitoring-Standorte pro transgener Kultur in ganz Großbritannien nötig, um sichere Ergebnisse abzuleiten (Perry et al. 2003). Dieser Aufwand ließe sich jedoch wesentlich reduzieren, wenn a) bereits vorhandene Ressourcen genutzt werden und b) genauere räumliche Basisinformationen zur Auswahl von Monitoringstandorten - wie in dieser Arbeit gezeigt - vorliegen (Tabelle 1).

Die hier analysierten Szenarien und die damit erzielten Ergebnisse dienen zur Überprüfung und Veranschaulichung des Bewertungs- und Optimierungskonzeptes. Wenn politische Entscheidungen etwa zu Schwellenwerten, Zuständigkeiten und Kosten getroffen worden sind, so ist dieses GVP-Monitoringkonzept flexibel umsetzbar und übertragbar.

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten und -bedarf in Bezug auf die Flächenauswahl

Der vorgestellte Ansatz integriert die regionale Heterogenität der Agrarumwelt auf der Skala eines Bundeslandes. Um dies in die Praxis zu überführen und die Monitoringstandorte genau zu positionieren, sind weitere Detailinformation nötig, etwa zu a) Landnutzung, b) landwirtschaftlichem Betrieb, c) Probenahmedesign (z.B. Split block Design).

Die Messpunkthäufigkeiten bei diesem Ansatz basierten auf Ergebnissen von Perry et al. (2003) der FSEs (60 Standorte für ganz Großbritannien). Um die Messpunkthäufigkeit in unserem Ansatz zu bestimmen, wäre es nötig, die Varianz aller verwendeten Indikatoren zu bestimmen und von dieser auf die Stichprobenzahl zu schließen (Lang 2004). Das Ergebnis wären unterschiedliche Stichprobenzahlen bzw. Messpunktstandorte je Indikator. Die Indikatoren wären an den ermittelten Standorten je nach ermittelter Stichprobenzahl entweder gemeinsam oder getrennt zu monitoren. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist die Varianz jedoch für eine Vielzahl an möglichen Indikatoren nicht bekannt.

Als Problem wurde erkannt, dass bei GVP-Neuanbau eine zu geringe Flächenauswahl vorliegen wird. Denn es ist von anfangs wenigen Anbauflächen und einer sukzessiven Anbauausweitung auszugehen. Damit würde der hier gezeigte Ansatz zur Ermittlung repräsentativer Standorte nicht sofort anwendbar sein. Als Zwischenlösung für diesen Fall könnte an wenigen GVP-Anbaustandorten intensiver gemonitort und die Standorte dann im Laufe der Jahre erweitert werden.

Es ist damit zu rechnen, dass angrenzende Länder / Staaten unterschiedliche Vorgehensweisen für ein repräsentatives Monitoring entwickeln. Im Grenzbereich der Länder / Staaten könnten sich Monitoringstandorte überschneiden und damit unnötigen Mehraufwand verursachen. Als Lösung wäre eine überregionale Abstimmung bei der Flächenauswahl vorzunehmen, beispielsweise mit Hilfe einer ökologischen Raumgliederung Europas.

Die Variabilität von einzelnen Anbaumaßnahmen in Anbausystemen ist verantwortlich für den größten Teil der gemessenen Varianz von Organismen im Bereich des Agrar- und Umweltmonitorings (Leigh und Johnston 1994). Bislang ist es nur in geringem Maße gelungen, Anbausysteme auf regionaler Ebene im Hinblick auf einzelne Anbaumaßnahmen mit Umweltrelevanz praktikabel zu differenzieren (Werner et al. 2000). Gelänge dieses, könnte man die bislang notwendigen Stichprobenzahlen weiter reduzieren.

Literatur:

- Graef, F., Züghart, W., Hommel, B., Heinrich, U., Stachow, U. & Werner, A., 2005. Methodological scheme for designing the monitoring of genetically modified crops at the regional scale. *Environmental Monitoring and Assessment* 111 (1-3): 1-26
- Lang, A., 2004. Monitoring the impact of Bt maize on butterflies in the field: estimation of required sample sizes. *Environmental Biosafety Research* 3: 55-66.
- Leigh, R. A. & Johnston, A. E. 1994. Long-Term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences, in: *Proceedings of a Conference to Celebrate the 150th Anniversary of Rothamsted Experimental Station*, 14–17 July 1993, CAB International, Wallingford.
- Perry, J.N., Rothery, P., Clark, S.J., Heard, M.S. & Hawes, C. 2003. Design, analysis and statistical power of the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant. *Journal of Appl. Ecology* 40:17-31.
- Werner, A., Berger, G., Stachow, U. & Glemnitz, M.: 2000, Abschätzung der Auswirkungen transgener Sorten auf Umweltqualitätsziele, TA Projekt Bericht, BATS, Basel.
- Züghart, W. & Breckling, B., 2003. Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. UBA -Texte 50/03.

Methodisches Schema für die räumliche Planung des GVP-Monitorings unter Einbezug regionaler Flächen- und Messnetz-Information (Bsp. Brandenburg)

F. Graef^{1,2}, U. Heinrich¹, U. Stachow¹,
A. Werner¹, W. Züghart², B. Hommel³
¹ZALF, ²BfN, ³BBA

BMBF-Ausschreibung „Sicherheitsforschung und Monitoring“ (2001-2004)

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Projektziel

**systematisches
Konzept für
GVP-Monitoring!**

potentielle Wirkungen
Parameter / Merkmale
Mess-Methode
Monitoringstandorte

bei verschiedenen...

- GVPs und Gen-Konstrukten
- Landschaften und Standorten
- Anbausystemen
- vorhandenen Beobachtungsprogrammen

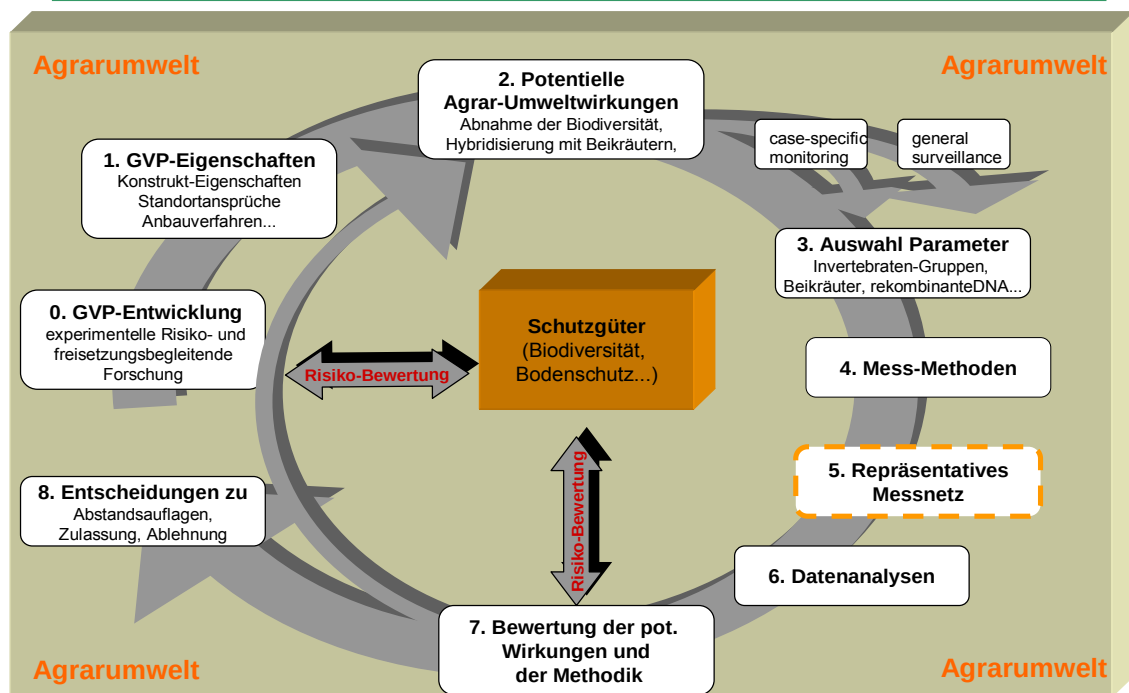
„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Methodischer Ansatz und Anspruch

- Vorarbeiten aus GVP Risikoforschung und GVP-Monitoring Arbeitsgruppen **BBA** und **UBA / BfN**
- Systematik für das Monitoring
 - Auswahl von Monitoringfaktoren nachvollziehbar (Parameter, Messmethode, Standort)
 - flexibel
 - übertragbar
- Repräsentativität der GVP-Monitoringmessnetze (Geo-Daten)

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Ablaufschema im GVP-Monitoring



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Bundesweite Flächen- oder Rauminformationen (Karten) zur Planung eines repräsentativen Messnetzes

Rauminformation	Informationsgehalt	Auflösung
Flächennutzung ¹	Acker, Forst, Feuchtgebiet, Gewässer, gestörte Flächen...	250 m
Standortökologie ²	Höhe ü. NN, klimatische, edaphische, hydrologische Standortfaktoren	1000 m
Fruchtartverteilung ³	Anbauflächen-Verhältnisse der Kulturen, 5-Jahreserhebung	Kreisebene
Befallsgebiete ⁴	Schaderregerbefall in regionalen Einsatzgebieten der PS-Dienste	ca. 1:50.000
Anbauverfahren ⁵	Unterschiede Fruchtfolgen, umweltrelevante Einzelmaßnahmen	ca. 1:50.000
pot. Kreuzungspartner ⁶	Flora-Verbreitungskarten von potentiellen natürl. Kreuzungspartnern	10 km

¹ CORINE Land Cover

² Ökologische Raumgliederungen

³ Anbaustatistiken

⁴ Pflanzenschutzdienste, auch Befallsatlas

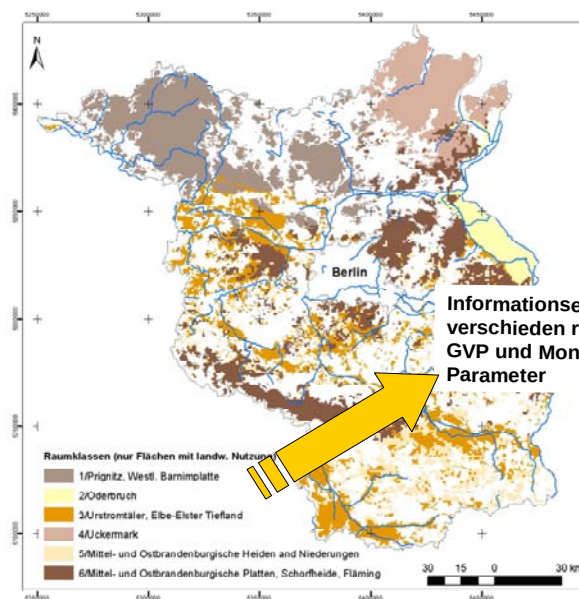
⁵ Anbauverfahren in Bearbeitung

⁶ FloraWeb

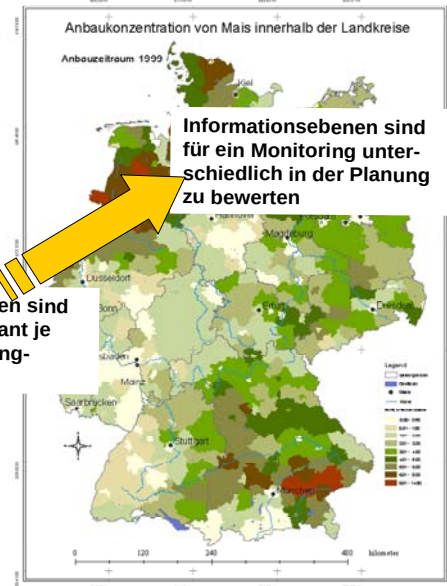
„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Rauminformationsebenen für das GVP - Monitoring

Standortsökologie + Landnutzung (Verschneidung)

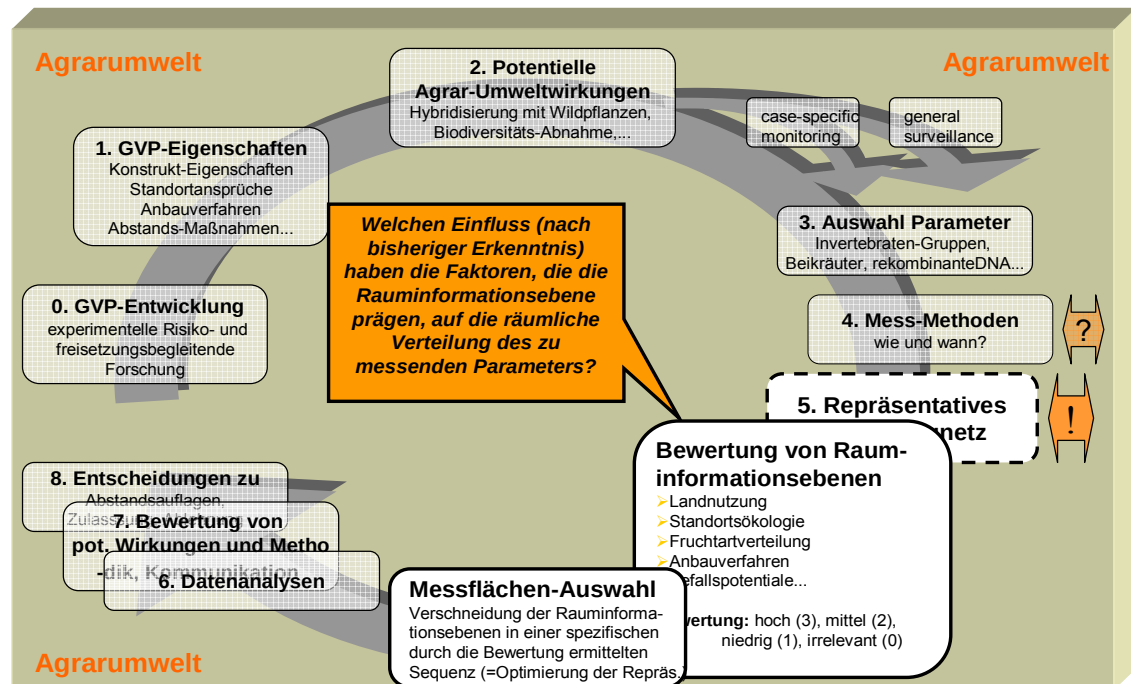


Fruchtartverteilung



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Repräsentatives Messnetzkonzept



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Beispiel-Parameter für das fallspezifische Monitoring von Bt-Mais in Brandenburg (Bewertung und Ranking von Rauminformationsebenen)

Potentielle Umweltwirkungen	Beispiel-Parameter (BBA Tagung 2002)	Flächen-nutzung	Standort-ökologie	Fruchtart-verteilung	Befalls-gebiete	Regionale Anbau-verfahren
DNA -persistenz	Persistenz im Boden Transgen-DNA	3 ¹	3	1	0	2
Verschiebung in Nahrungsnetzen, Artenvielfalt	Artendiversität u. -dichte v. herbivoren Arthropoden und spezifischen Antagonisten	3	3	1	1	2
	Artendiversität u. -dichte v. Schmetterlingen außerhalb der Anbaufl.	3	3	1	0	1
	Zersetzer im Boden (Dipterenlarven)	3	3	1	0	2
Änderung von Biomasse-Abbau	mikrobielle Basalatmung	3	3	0	0	1
Verschiebung in Bodenzönosen	mikrobielle Summenindikatoren	3	3	0	0	1
Spätfolgen auf gute fachl. Praxis	Änderung Anbauverfahren	3	2	1	3	3
Änderung von tierischen Schädlingen	Resistenzbildung bei Maiszünsler	3	1	3	3	3
Gesamtbewertung: Häufigkeit der Bewertung 3 bzw. 2 (2 x 2= 3)		8	6	1	2	3
Ranking der Rauminformationsebenen		erste	zweite	fünfte	vierte	dritte

¹ Einfluss der Faktoren in den Rauminformationsebenen auf die räumliche Verteilung der Parameter: hoch: 3, mittel: 2, niedrig: 1, irrelevant: 0

GIS-Analyse

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Gesamtbewertung der Rauminformationsebenen für das fallspezifische GVP-Monitoring (Ranking der Umweltparameter-Einzelbewertungen)

	Flächen- nutzung	Standort- ökologie	Fruchtart- verteilung	Befalls- gebiete	Regionale Anbau- verfahren	pot. Kreuzungs- partner
Bt-Mais (n=8)	1.	2.	5.	4.	3.	6.
HR-Raps (n=4)	1.	3.	4.	6.	2.	5.
HR-Zuckerrübe (n=3)	1.	3.	4.	6.	2.	5.
Stärke-modif. Kartoffel (n=1)	1.	2.	5.	4.	3.	6.

n = Anzahl der potenziellen Parameter bei einem GVP-Monitoring



GIS-Analyse

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

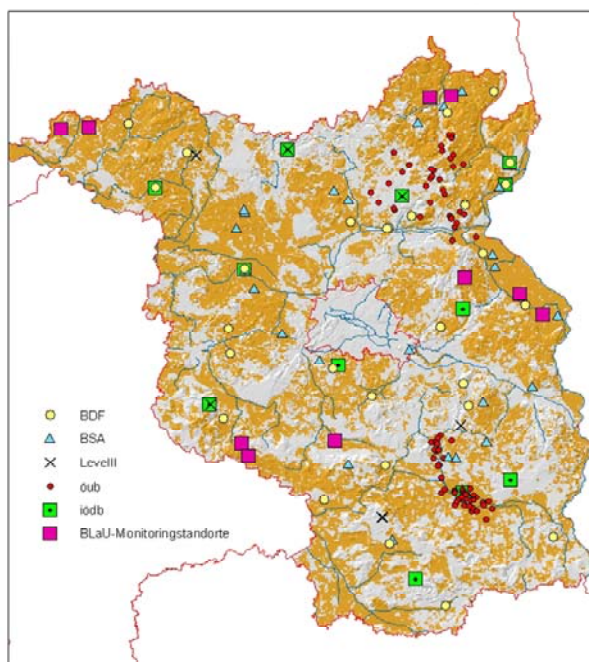
Einbezug statischer Messnetze mit Agrarumweltbezug und ihre Standorte in Brandenburg

BDF – Bodendauer-
beobachtungsflächen

BSA/LSA – Standorte
(Bundessortenamt /
Landessortenamt)

ÖUB – Ökologische
Umweltbeobachtung

IÖDB – Integr. Ökologische
Dauerbeobachtung



Quellen : Ökologisches Messnetzkataster
Brandenburg (LUA 2002)
Bundessortenanstalt (2002)

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Relevanz der Messnetze für ein GVP-Monitoring in Brandenburg

Monitoring-Messnetz	BDF*	IÖDB	ÖÜB	BSA/LVL	PSA	Relevanz**
Räumliche Repräsentativität						
Messstandorte in BB	31	12	89	23	flexibel	-
Landwirtsch. Messflächen in BB	24	3	36	23	20-30, flexibel	-
Messstandorte in Deutschland	672	-	-	815	-	-
Bewertung räuml. Verteilung	hoch	niedrig	niedrig	hoch	mittel	
Parametergruppen und Anzahl gemessener Parameter						
Bodenbeschreibung	3	7	5	4		1
Bodenanalysen	8	11	9	3	1	1
Klima-Parameter	2	5	6	2	1	1
Fauna	0	3	2	0	1	2
Flora	3	4	1	0	2	2
Landwirtsch. Maßnahmen	4	4	7	8	8	2
Gesamtzahl an Parametern	19	33	30	17	13	-
Eignungsbewertung***	27	46	42	25	24	
Ranking	dritte	erste	zweite	vierte		GIS-Analyse

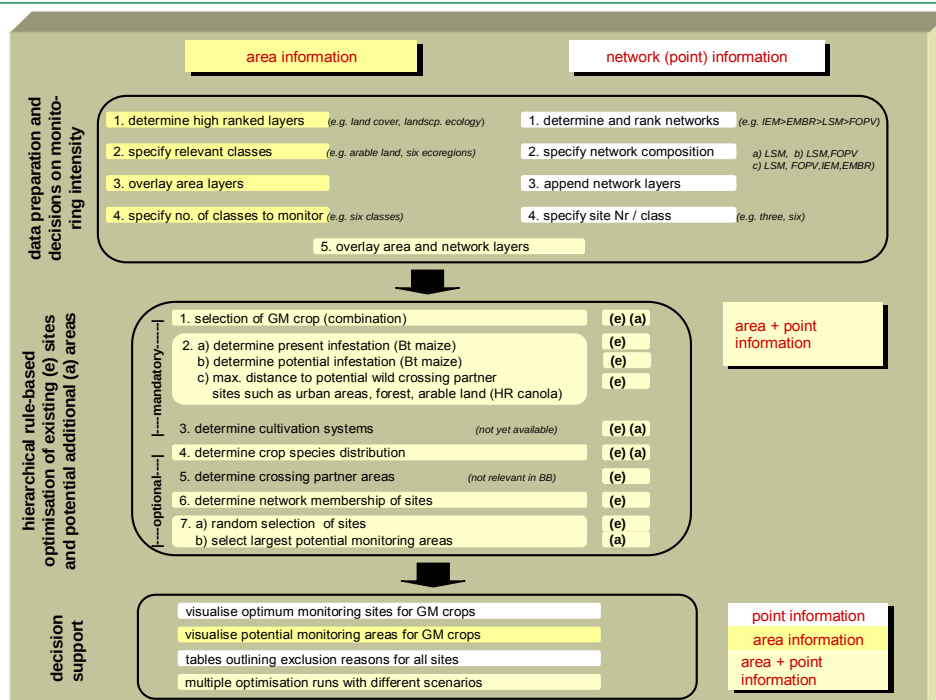
*Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖÜB), Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB), Sortenversuche des Bundes-sortenamtes und des Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (BSA/LVL), Pflanzenschutzämter (PSA).

** Relevanz für das GVP-Monitoring (nach Ergebnissen der BBA Tagung in Braunschweig 2002); hoch: 2, mittel: 1, gering oder irrelevant: 0.

*** $\sum$ Merkmalszahl x Relevanz

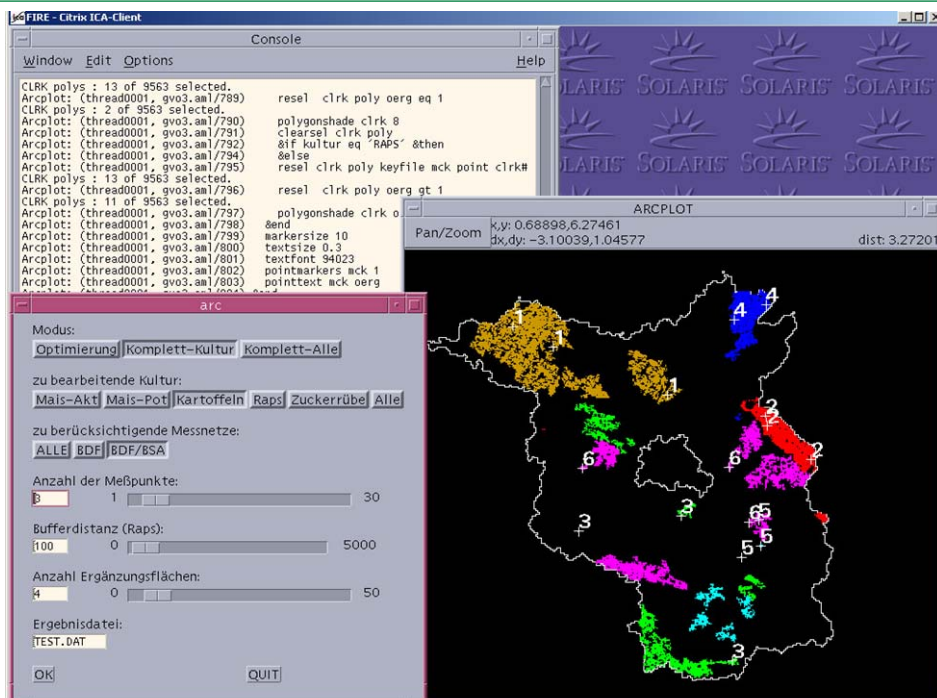
„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Regelbasierte GIS - Analyse zur Bestimmung / Optimierung von GVP Monitoringstandorten



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Schnittstelle GIS Szenarien



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Fruchtarten- und Messnetz-Szenarien (Zahl optimaler Standorte)

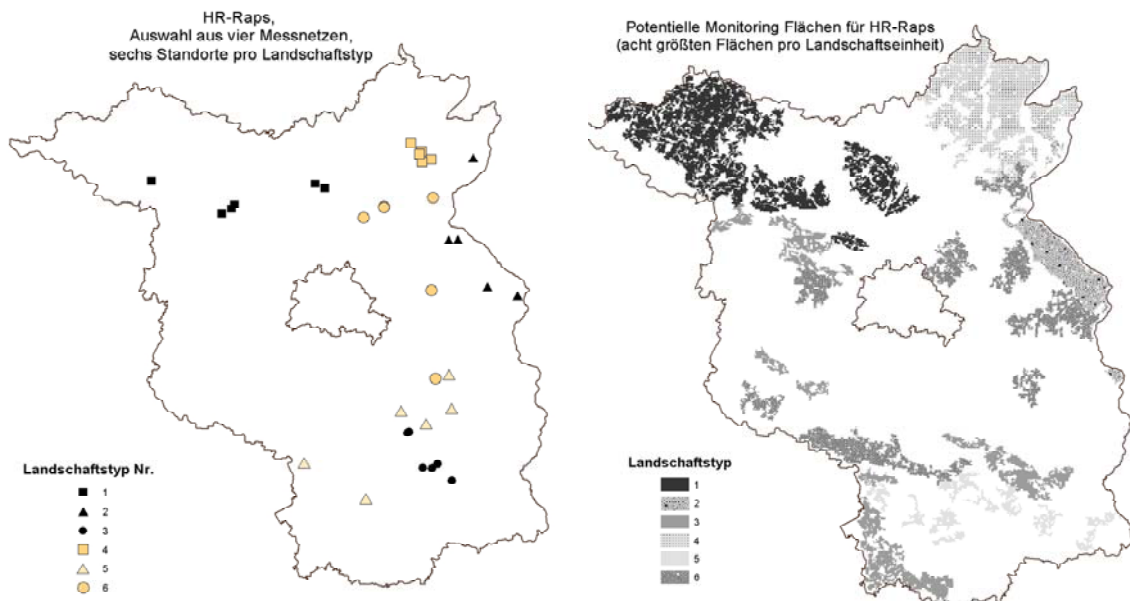
Szenario	HR Raps			Bt Mais ²			4 Kulturen kombiniert		
	alle ¹	BDF +BSA	BDF	alle	BDF + BSA	BDF	alle	BDF + BSA	BDF
Messintensität: 36 Standorte vorgegeben									
BDF	9	22	22	4	21	22	4	20	22
IÖDB	3	-	-	3	-	-	3	-	-
ÖUB	13	-	-	18	-	-	17	-	-
BSA	11	12	-	11	13	-	12	14	-
Σ	36	34	22	36	34	22	36	34	22

¹ Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Ökosystemare Umweltbeobachtung in Biosphärenreservaten (ÖUB), Integrierende ökologische Dauerbeobachtung in Brandenburg (IÖDB), Sortenversuche des Bundessortenamtes und des Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft (BSA/LVL)

² Optimierung für potentiellen Maiszünslerbefall nach Kluge et al. (1999)

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

(Nach Bewertungskriterien) optimierte Monitoring-Standorte und zusätzliche Monitoringflächen



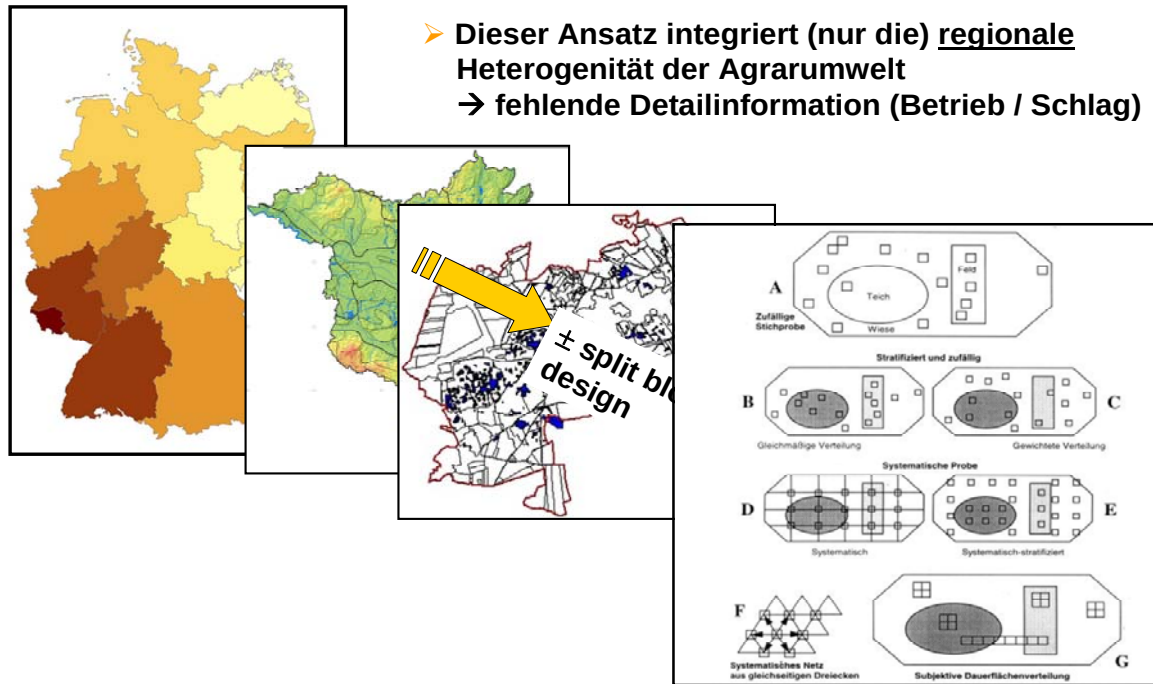
„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Zusammenfassung

- Methodik und Systematik zur Ableitung von GVP-Monitoring-Messnetzen
- basiert auf Expertenwissen, semi-quantitativen und quantitativen Daten (derzeitiger Stand des Wissen)
 - Ableitung von Bewertungen, Rankings und Optimierungs-Regeln
- übertragbares und flexibles Schema
- funktional (Datenverfügbarkeit, Rechnerzeit, PC Programme)

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Offene Fragen: Skalierbarkeit des Monitoringnetzes / der Ergebnisse?



„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Offene Fragen / Probleme: Repräsentativität

- Angenommene Messpunkthäufigkeiten (vgl. Farm Scale Evaluations mit 60 Standorten / UK)
- zu wenig Flächenauswahl bei GVP-Neuanbau
- Abstimmung der Flächenauswahl zwischen angrenzenden Ländern / Staaten
- Differenzierung von Anbausystemen nur wenig gelöst

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005

Offene Fragen und Probleme: Allgemein

- **Praktikabilität der Eignungsbewertung Messnetze; können sie beliebig kombiniert werden? Gestaltungsspielraum bei der Flächenauswahl?**
- **Was wird in Zukunft wie intensiv gemonitort?**
- **Geringe Detailliertheit, wo welcher GVP angebaut wird**
- **Systematisiertes, harmonisiertes Datenmanagement für die Auswertung → Konzeption Monitoring-Informationssystem**

„Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“
Tagung auf Vilm 28.11.2005 – 01.12.2005



Methodik der Schaderregerüberwachung – Befallserhebungen in Mecklenburg – Vorpommern

Margit Nagel

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei
Pflanzenschutzdienst M-V, Regionaldienst Greifswald

Laut PS (Pflanzenschutz)-Gesetz §1-Abs.1 sind Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen. Das erfolgt im Rahmen der Schaderregerüberwachung (SEÜ) der PS-Dienste in den Ländern. Es werden für die Landwirtschaft wichtige Schadorganismen überwacht („was tritt wo und wie auf?“). Der Befallsverlauf wird vom Erstauftreten unter Beachtung befallsfördernder Faktoren kontrolliert sowie eine Einschätzung der Situation vorgenommen. Dabei werden regionale Unterschiede ermittelt und gegebenenfalls Bekämpfungsentscheidungen abgeleitet. Ziel ist die Vermeidung von Kalamitäten in landwirtschaftlichen Kulturen. Über die Kontrolle „nicht typischer“ bzw. „nicht wichtiger“ Schadorganismen kann eine Veränderung des Schaderregerpotentials erkannt werden.

Die Überwachung wird in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich organisiert. In M-V ist das Land in 4 Regionaldienste mit je 5-7 Inspektionsgebieten untergliedert. Der Hauptsitz der Abteilung PS ist in Rostock. Die Regionaldienste Greifswald, Neubrandenburg, Rostock sowie Schwerin arbeiten selbständig mit abgestimmten Schwerpunktaufgaben.

Für die Überwachungsaufgaben in der SEÜ werden feste Kontrollschläge in den Hauptkulturen ausgewählt. Kriterien zur Auswahl sind u.a. Anbauverhältnis, agrotechnische Daten (Frühsaaten, Sortenanfälligkeiten, Vorfrüchte, Anbauverfahren, gefährdete Lagen...) und die Erreichbarkeit der Fläche. Die Kontrollen erfolgen nach einem einheitlichen Arbeitsplan. Für bestimmte Kulturen oder Schädlinge sind außerdem zusätzliche gezielte Bonituren notwendig. Dazu zählen z.B. Probenahmen von Getreide-Erntegut zur Untersuchung auf Fusarium-Befall. Alle Bonituren werden nach einheitlicher Richtlinie durchgeführt. Zur Verrechnung der Boniturdaten wird das Programm REBA zur Regionalen Befallsanalyse genutzt.

Grundlage ist die visuelle Bonitur im Bestand sowie weiterführende Diagnosen im Labor. Als Hilfsmittel dienen außerdem Gelbschalen, Pheromonfallen und Prognosemodelle, aber auch Hinweise von Landwirten und die Nutzung langjähriger Berufserfahrung. Daraus ergeben sich dann gegebenenfalls Bekämpfungsentscheidungen.

Das Agrarportal des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei wird genutzt, um u.a. Monitoringdaten zu den wichtigsten Krankheiten im Weizen darzustellen. In den Monaten April bis Juni wurden 2005 an 26 Standorten im Land unbehandelte Kontrollflächen und behandelte Weizenflächen wöchentlich bonitiert. Dadurch ist die Entwicklung der Krankheiten auch durch die Landwirte zu beobachten und mit eigenen Daten zu vergleichen. Wichtig bei allen Einschätzungen ist der regionale Bezug. Am Beispiel des Auftretens der Kleinen Kohlflye (*Delia radicum*) am Raps ist die unterschiedliche Befallsstärke im Land zu erkennen. Im Nordosten lagen die Befallszahlen der letzten 10 Jahre immer unter den Landesergebnissen, wobei aber die Tendenz der eindeutigen Befallszunahme ebenfalls erkennbar ist.

Ähnlich kann durch die Beobachtung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*) die Ausbreitung dieses bedeutenden Schädlings in M-V überwacht werden. Seitdem 2001 lokale Erstfun-

de im Südosten festgestellt wurden, zeigt sich seit 2005 ein räumlich zusammenhängendes Befallsgebiet mit zunehmender Ausdehnung.

Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Nutzung bzw. Validierung von Prognosemodellen für einzelne Schaderreger. Dazu werden gezielte Erhebungen durchgeführt; z.B. „Simcerc“ für die Halmbruch-Prognose im Weizen und „Simphyt“ für das Phytophthora-Auftreten an Kartoffeln.

Neben der Überwachung der Allgemeinschädlinge im Ackerbau gibt es verschiedene Erhebungen zu Quarantäneobjekten nach EU –Richtlinien. Ziel ist es, Kenntnisse über Vorkommen und Verbreitung bestimmter Schadorganismen für ein Frühwarnsystem der EU-Mitgliedstaaten zu erhalten. Diese sind Grundlage für eine Risikoanalyse und Vorsorgemaßnahmen, falls ein Schädling eine echte Gefährdung darstellt. Hier sei der Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) genannt, der z.B. besonders an Verkehrswegen für den Transitverkehr –Autobahnen, Flugplatznähe- überwacht wird. Weitere wichtige Quarantäneobjekte sind *Erwinia amylovora* (Feuerbrand), Scharka-Virus, *Phytophthora ramorum*, *Ralstonia solanacearum*, Pepino-Mosaik-Virus, *Coniferalis* (Kiefernholz-Nematode) und der Asiatische Laubbockkäfer.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die SEÜ in der Regel in festen Betrieben auf jährlich neu ausgewählten Flächen erfolgt. Dabei werden im Ackerbau 95 Schadorganismen regelmäßig bonitiert, ca. 50 weitere über Phänologische Beobachtungen kontrolliert. Dazu kommen ca. 80 Schadorganismen im Gartenbau. Es kann dabei nicht der Anspruch auf eine vollständige Übersicht mit statistisch gesicherten Werten erhoben werden, da die AK-Reduzierungen auch das Arbeitsvermögen des Amtlichen Pflanzenschutzdienstes beschränken. Über die Pflanzenbeschau erfolgt die Kontrolle der „geregelten Organismen“ nach EU-Vorgaben.



Methodik der Schaderregerüberwachung Befallserhebungen in Mecklenburg - Vorpommern



Aufgaben der Schaderregerüberwachung

- Laut PS-Gesetz §1-Abs.1: „Schutz der Pflanzen vor Schadorganismen....“
 - ▶ ▶ ▶ ▶
- Überwachung des Auftreten von Schadorganismen - „was tritt wo wie auf“ ?
- Befallsverlauf – Erstauftreten, welche befallsfördernde Faktoren?
- Befallseinschätzung – Bekämpfungsentscheidungen?, regionale Unterschiede?
- Ziel: Vermeidung von Kalamitäten – Massenauftreten rechtzeitig signalisieren
- Kontrolle „nichttypischer“ Schadorganismen – Veränderung der Schaderregerpotentials



Methoden der SEÜ in M-V

- Gliederung in 4 Regionaldienste bzw. 5-7 Inspektionsgebiete/Regionaldienst
- Prinzip: Selbständiges Arbeiten - bei abgestimmten Schwerpunkten
- Auswahl von Kontrollschlägen in Hauptkulturen
- Kontrollen nach einheitlichem Arbeitsplan
- Gezielte Probenahme in Risikogebieten
- Bonituren nach „Methodischer Anleitung“ bzw. EPPO- Richtlinien

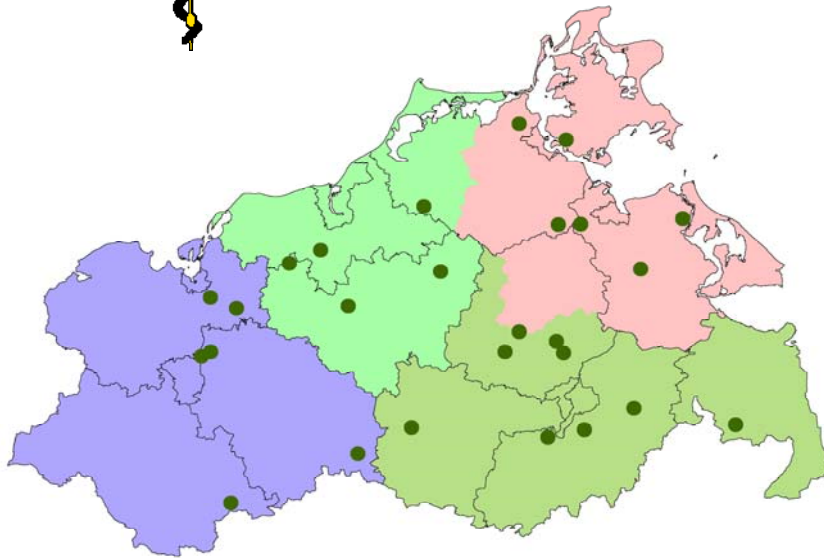


Auswahl von Kontrollschlägen

- Jeder Inspektor hat im wesentlichen „feste“ Betriebe, in denen für die Hauptkulturen Flächen ausgewählt werden
- Kriterien zur Auswahl:
 - ▶ Anbauverhältnis
 - ▶ agrotechnische Daten: z.B. Frühsaaten, Sortenanfälligkeiten, Vorfrüchte, gefährdete Lagen, Anbauverfahren
 - ▶ Standort-Fläche muss gut erreichbar sein
 - ▶ Zuverlässigkeit des Betriebes



Standorte Winterweizen - Monitoring Agrarportal M-V 2005



Wöchentliche
Bonituren in
behandelten und
unbehandelten
Kontrollflächen
von April - Juni

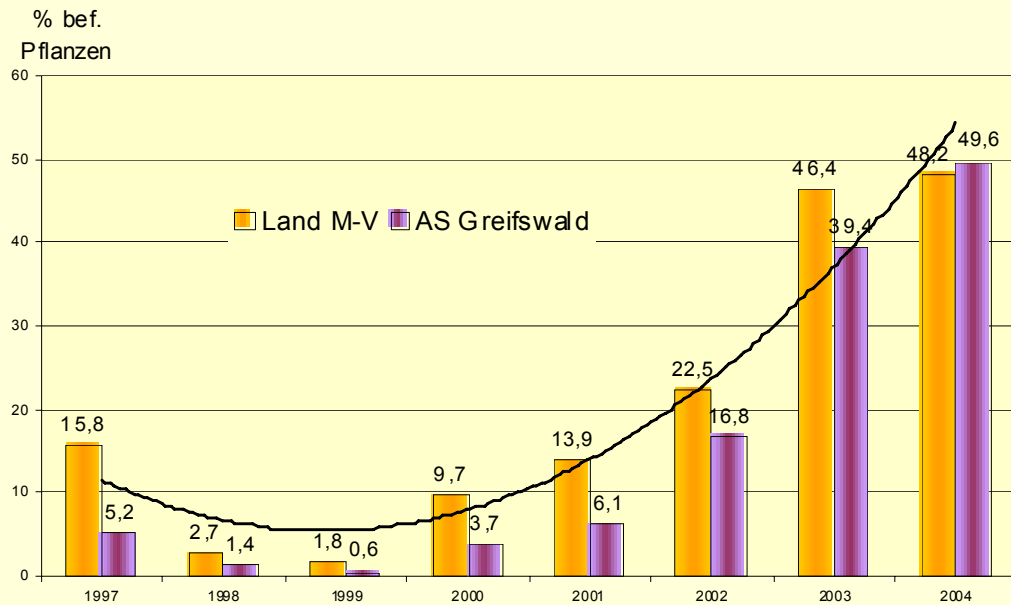


Hilfsmittel

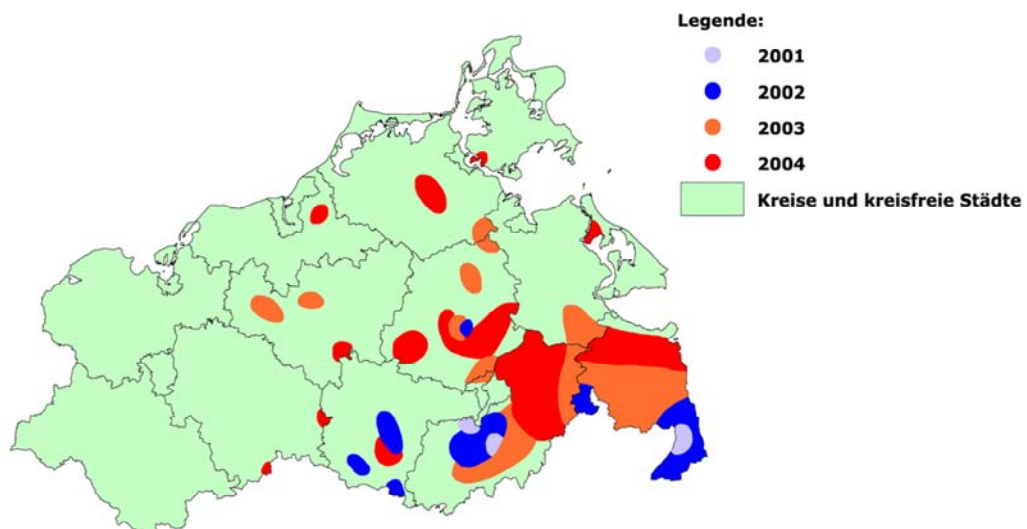
- Visuelle Bonitur im Bestand
- Diagnose im Labor
- Gelbschalen mit und ohne Köder
- Pheromonfallen
- Prognosemodelle
- Langjährige Erfahrungen
- Hinweise von Landwirten

Kohlfliegenbefall

Ergebnisse der SEÜ – Beobachtungen (8 Jahre)



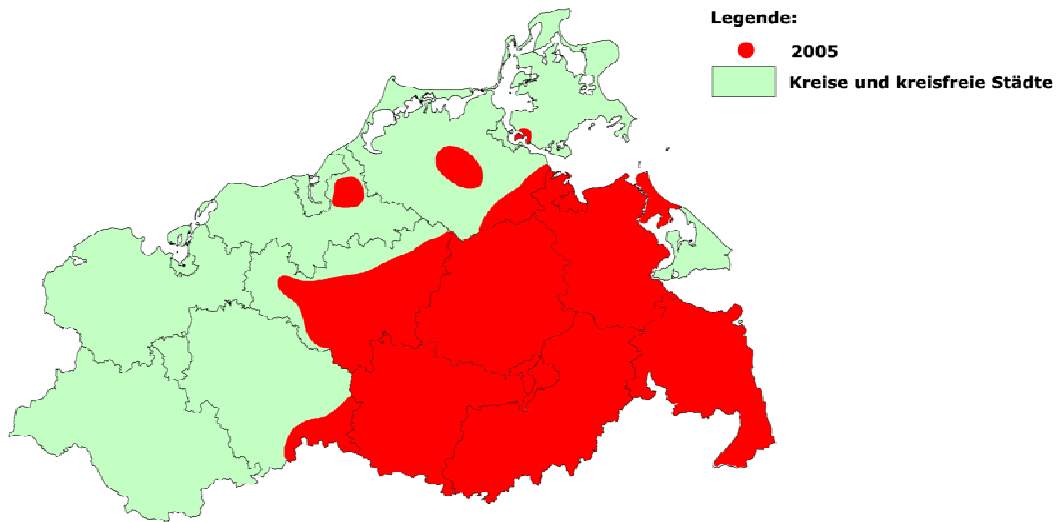
Auftreten vom Maiszünslern in M - V 2001 - 2004



Darstellung auf der Grundlage der digitalen Rasterdaten des LVernA © LVernA M-V Nr.V/1/2000
 Kartographische Abbildung: G.K., 4. Streifen, Bezugssystem: Berlin
 Diese Karte ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung ist nur mit Erlaubnis der Herausgeber zulässig.
 Als Vervielfältigung gilt der Nachdruck, Fotokopie, Mikroverfilmung, Digitalisierung, Scannen, sowie Speicherung auf Datenträgern.

Landesgflanzenschutzamt
 Mecklenburg - Vorpommern
 Marcus Hahn

Auftreten des Maiszünslers in M - V 2005



Darstellung auf der Grundlage der digitalen Rasterdaten des LVormA © LVormA H-V Nr.V/1/2000
Kartographische Abbildung: G-K, 4. Rasterfeld, Revuequellensatz: Pinnel
Diese Karte ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung ist nur mit Erlaubnis der Herausgeber zulässig.
Als Vervielfältigung gilt der Nachdruck, Fotokopie, Mikroverfilmung, Digitalisierung, Scannen, sowie Speicherung auf Datenträgern.

Landesplantenschutzamt
Mecklenburg-Vorpommern
Marcus Hahn



Monitoring von Quarantäneobjekten

- Grundlage sind EU-Richtlinien für ein Frühwarnsystem der EU-Mitgliedstaaten
- Ziel: Kenntnisse über Vorkommen und Verbreitung bestimmter Schadorganismen
- Methoden einheitlich in den Bundesländern
- Datenbank erstellt und alle zuständigen Behörden im In- und Ausland informiert
- Grundlage für Risikoanalyse und Vorsorge-maßnahmen, falls der Schädling eine echte Gefährdung darstellt



Überwachte Objekte:

- *Erwinia amylovora* (Feuerbrand)
- Scharka –Virus
- *Phytophthora ramorum* (Blattbräune)
- *Ralstonia solanacearum* (Bakterielle Welke an Pelargonien)
- Pepino-Mosaik-Virus (an Tomaten)
- *Coniferalis* (Kiefernholz-Nematode)
- Asiatischer Laubbockkäfer
- *Diabrotica virgifera virgifera* (Maiswurzelbohrer)



Zusammenfassung:

- SEÜ erfolgt in festen Betrieben auf jährlich neu ausgewählten Flächen nach Anbau
- 95 Schadorganismen regelmäßig
- ca. 50 über Phänologische Beobachtungen
- 80 Schadorganismen im Gartenbau
 - „nicht geregelte“ Organismen
- Über die Pflanzenbeschau- „geregelte Organismen“ nach EU-Vorgaben

Fallspezifische und allgemeine Beobachtung ökologischer Folgen bei Anbau von gentechnisch verändertem Raps

Ludwig Peichl, Anne Theenhaus
Bayerisches Landesamt für Umwelt

In zwei Projekten wurden Monitoringmethoden zur Ermittlung möglicher Wirkungen von gentechnisch verändertem herbizidtoleranten Raps (HR-Raps) auf die Zusammensetzung der einheimischen Flora erarbeitet. Als mögliche primäre Wirkung wurden in beiden Projekten mögliche Diversitätsveränderungen der wild wachsenden Kreuzblütlervorkommen (*Brassicaceae*) angenommen, bedingt durch Veränderungen ihrer ökologischen Eigenschaften durch Kreuzung mit HR-Raps.

In **Projekt 1** "*Monitoring möglicher Auswirkungen von gentechnisch verändertem herbizidtoleranten Raps auf die einheimische Flora*" sollten primär die Grundlagen geschaffen werden, in einem ausgedehnten Gebiet von mehr als 5000 ha möglichst flächendeckend die *Brassicaceen*-Vorkommen auffinden, ansprechen und mit einem Geoinformationssystem deren genaue Lage und Ausdehnung erfassen zu können.

In **Projekt 2** "*Entwicklung eines Konzepts für die Untersuchung des Einflusses von GVP auf die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft in naturnahen Lebensräumen*" wurde der Untersuchungsschwerpunkt auf die mögliche Veränderung der Diversität der Farn- und Blütenpflanzen als Folgewirkung einer Einkreuzung von Fremdgenen in wild wachsende *Brassicaceen* gelegt.

Als Untersuchungsgebiet wurde ein Areal der Größe 5.700 ha ausgewählt, das sich in Niederbayern zwischen Neustadt an der Donau und Kelheim befindet. Das Untersuchungsgebiet ist vielfältig strukturiert. Intensiv bewirtschaftete Äcker liegen in unmittelbarer Nähe zu geschützten Biotopen, wie Trockenrasen und Flussauen. Es konnte davon ausgegangen werden, dass sich keine Fremdgene aus HR-Raps im Untersuchungsgebiet befanden, denn in der Nähe oder innerhalb des Gebietes gab es weder aktuelle noch ehemalige Freisetzungsfelder von gentechnisch veränderten Pflanzen. Um die Kartierungen und deren Auswertung besser strukturieren zu können, wurde das Untersuchungsgebiet in 57 Rasterfelder der Größe von je 1 km² aufgeteilt.

Die gewonnenen Daten sollen den Ist-Zustand (baseline) des Untersuchungsgebiets vor Inverkehrbringen von HR-Raps beschreiben. Zur Absicherung, dass keine Fremdgene aus HR-Raps im Untersuchungsgebiet vorhanden sind, wurde von Imkern, die innerhalb des Untersuchungsgebiets Bienenstände unterhielten, jährlich (Jahre 2000-2003) Raps-honig gekauft. Aus dem Honig wurde der Rapspollen extrahiert und molekulargenetisch hinsichtlich des Gehalts an Fremdgenen aus HR-Raps analysiert.

Projekt 1 "*Monitoring möglicher Auswirkungen von gentechnisch verändertem herbizidtoleranten Raps auf die einheimische Flora*"

Ausgangspunkt für das Erkennen von Veränderungen ist die Erhebung des Ist-Zustands (baseline) von Vorkommen und Verbreitung der Kreuzblütler vor einem möglichen Inverkehrbringen von gentechnisch verändertem Raps. Dafür müssen die räumliche Verteilung und die Größe der Vorkommen aller im Gebiet auftretenden Kreuzblütlerarten und die zeitliche Variationsbreite dieser Parameter bekannt sein. Wenn dieser Ist-Zustand dokumentiert wurde, können Veränderungen erkannt und bewertet werden.

Es wurde ein Konzept erarbeitet, mit dem das Vorkommen und die Verbreitung von Raps und seinen möglichen Kreuzungspartnern innerhalb des Untersuchungsgebiets flächendeckend dokumentiert werden kann. In den Jahren 2000 bis 2003 wurden insgesamt sechs Gesamtkartierungen des Untersuchungsgebiets durchgeführt, vier im Frühjahr (Jahre 2000 bis 2003) und zwei im Sommer (Jahr 2001 und 2003). Die Parameter, die im Rahmen der Kartierungen erhoben wurden, sind im Verlauf der Fortentwicklung des Projekts stetig verbessert worden. Im Jahr 2002 und 2003 wurden pro Rasterfeld für jede Kreuzblütlerart erhoben:

die Anzahl der Vorkommen pro Rasterfeld,

die Lage und die Grenzen jedes Vorkommens und

die Zahl der Individuen pro Vorkommen. Dafür wurde eine logarithmische Skala verwendet (1, >1 bis ≤ 10 , >10 bis ≤ 100 , >100 bis ≤ 1000 , >1.000 bis ≤ 10.000 , >10.000 Individuen).

Vorkommen von Kulturarten wurden unterteilt in die Kategorien „Anbau“ und „spontan auftretend“. Die Ergebnisse der Kartierungen wurden mit dem Programm ArcView 2002 (Version 8.2) ausgewertet.

Ein Ziel des Vergleichs zweier Kartierungsergebnisse eines selben Jahres (Frühjahrs- und Sommerkartierung) war, herauszufinden, welcher Anteil der Vorkommen, die im Frühjahr auftraten, im Sommer desselben Jahres wieder gefunden werden. Anhand der Ergebnisse konnte beurteilt werden, wie viele zusätzliche Informationen eine Sommerkartierung zur Frühjahrskartierung liefert.

Mit dem Vergleich der Kartierungsergebnisse zweier unterschiedlicher Jahre (z.B. Frühjahr 2001 und 2002 oder Sommer 2002 und 2003) sollte die Stetigkeit des Auftretens von Vorkommen ermittelt werden. Es wurde jeweils der Turnover pro Art berechnet, dieser beschreibt den Anteil der Vorkommen, der sich pro Zeiteinheit verändert hat.

Ein wesentlicher Baustein des Monitorings ist der molekularbiologische Nachweis, ob Fremdgene nach dem Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen in Nichtzielbiotope eingewandert sind. Zunächst wurde die Labormethodik anhand von "Artproben" dafür entwickelt. Ziel war es, alle 59 im Untersuchungsgebiet vorhandenen Kreuzblütlerarten hinsichtlich des Gehalts an Fremdgenen aus HR-Raps analysieren zu können.

Weiterhin wurde ein Konzept entwickelt, mit dem flächendeckend und mit vertretbarem Aufwand "Routineproben" für die Analyse aus dem Untersuchungsgebiet entnommen werden können. Von den 59 im Untersuchungsgebiet auftretenden Kreuzblütlerarten wurden neben Raps die Arten (acht) zur jährlichen Beprobung ausgewählt, bei denen eine Hybridisierung mit Raps möglich erscheint. Alle diese Pflanzenarten stehen auf der OECD-Liste der möglichen Kreuzungspartner für Raps (OECD 1997). Es wurden jeweils im Frühjahr 2002 und Frühjahr und Sommer 2003 "Routineproben" entnommen wurden. Mit dem Probenahmeschema konnte jährlich weit über die Hälfte der vorhandenen Vorkommen der neun ausgewählten Kreuzblütlerarten beprobt werden.

Die PCR-Analysen wurden für drei verschiedene Herbizidresistenzgene durchgeführt, das bar-, das pat- und das eps-Gen. Mit der Analyse dieser drei Gene können alle 8 transgenen Rapslinien nachgewiesen werden, für die bisher ein Antrag auf Inverkehrbringen in der EU gestellt wurde bzw. der Anbau außerhalb Europas in größerem Umfang bekannt ist. Für die drei Gene wurde jeweils eine „TaqMan-PCR“ entwickelt. In keiner der "Art-" und "Routineproben" waren gentechnische Veränderungen aus HR-Raps (eps-, pat-, oder bar-Gen) enthalten. Auch in den Honigproben aus dem Untersuchungsgebiet Kelheim

wurde kein transgener Rapspollen nachgewiesen. In Rapshonig aus Kanada wurde als Positivkontrolle Pollen nachgewiesen, der das eps- bzw. pat-Gen enthielt.

Die Kartierungsergebnisse zeigten, dass die Populationsdynamik der meisten Kreuzblütlerarten zwischen den Jahren 2001 und 2003 groß war. Da sehr viele Kreuzblütlerarten im Sommer andere Vorkommen entwickelten als im Frühjahr und viele Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt im Sommer hatten, ist eine Sommerkartierung zusätzlich zur Frühjahrskartierung von HR-Raps notwendig.

Der Turnover vieler Kreuzblütlerarten war sehr hoch. Beim Vergleich der Frühjahrskartierungen unterschiedlicher Jahre betrug bei der Hälfte (52%) der Arten der Turnover "1", d.h. von diesen gab es kein einziges gemeinsames Vorkommen in anderen Jahren. Beim Vergleich der Sommerkartierungen war der Anteil der Arten mit einem Turnover von "1" mit 83% noch höher. Einige Arten hatten je nach Jahresvergleich sowohl hohe wie auch geringere Turnover: *Sisymbrium austriacum* (0,8-0,8-0-1), *Cardaria draba* (0-0-0-1), *Cardaminopsis arenosa* (0,9-0,5-0,7-0,4). Von spontan auftretenden Rapsvorkommen wurden in Folgejahren weniger als 10% wiedergefunden. Diese hohen Variationsbreiten müssen berücksichtigt werden, wenn im Rahmen eines Langzeitmonitorings beurteilt werden soll, ob ungewöhnliche Veränderungen im Auftreten von Kreuzblütler-vorkommen stattgefunden haben. Ein hoher Turnover kann allerdings auch methodische Ursachen haben, denn durch eine Ungenauigkeit zwischen Kartierung und Digitalisierung wird der Turnover oftmals höher angegeben, als er tatsächlich ist. Dieser Fehler könnte durch die Verwendung eines geeigneten global-positioning system (GPS) verringert werden.

Die in der vorliegenden Untersuchung gewonnenen Daten bilden einen ersten Ansatz zur Beschreibung des Ist-Zustands des Untersuchungsgebiets vor einem Inverkehrbringen von HR-Raps. Die Datenbasis ist für eine aussagekräftige baseline-Erhebung noch unzureichend, da Daten von nur drei Jahren vorliegen und dieser Zeitraum nicht ausreicht, um die Variationsbreite im Auftreten von Kreuzblütler-vorkommen darzustellen.

Projekt 2 "Entwicklung eines Konzepts für die Untersuchung des Einflusses von GVP auf die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft in naturnahen Lebensräumen"

In Projekt 2 wurden Methoden für eine *allgemeine Beobachtung* in naturnahen Biotopen entwickelt, die es ermöglichen sollen, Diversitätsveränderungen der Farn- und Blütenpflanzen zu erkennen und nicht-GVO-bedingte Faktoren, die ebenfalls solche Veränderungen bewirken könnten, für eine spätere Kausalitätsprüfung zu beschreiben.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes von Projekt 1 wurden zwei Auwiesen und zwei Halbtrockenrasen ausgewählt. Zur Beschreibung des Ist-Zustands der Biotope sollte die Schwankungsbreite ausgewählter Parameter im Zeitverlauf dokumentiert werden (baseline-Erhebung). Die erhobenen Daten dienen als Grundlage, um im Rahmen eines Langzeitmonitorings Veränderungen im jeweiligen Ökosystem zu erkennen, die über die normale Schwankungsbreite hinausgehen. Das entwickelte Monitoring ist offen für „unerwartete“ Veränderungen, und je nach Veränderung können flexibel Hypothesen erarbeitet werden, die dann in weiteren Versuchen im Freiland oder Labor getestet werden müssen.

Insgesamt wurden 10 Dauerbeobachtungspartzellen (je 2 x 2 m) auf den Auwiesen angelegt, 5 davon jeweils innerhalb eines von einem Landwirt genutzten Abschnitts. Weiterhin wurden je 5 Dauerbeobachtungspartzellen auf zwei Halbtrockenrasen ("Höllenberg" und "Halmsburg") eingemessen. Die Dauerbeobachtungspartzellen wurden im Jahr 2001 und 2003 im Frühjahr und Sommer hinsichtlich Farn- und Blütenpflanzen pflanzensoziologisch erfasst. Als nicht-GVO-bedingte Faktoren wurden Bodenparameter erhoben und die kli-

matischen Bedingungen beschrieben. Die Bodenprobe-Entnahmen fanden im Juli 2001 und August 2003 statt. Es wurde ein Probenahmeschema ausgearbeitet, mit dem die Bodendaten der Untersuchungsflächen repräsentativ erfasst werden können, ohne die Flächen zu zerstören. Analysiert wurden:

pH-Wert (CaCl₂),

effektive Kationenaustauschkapazität (Perkolation mit Bariumacetat-Lösung),

die Elemente in der Austauschlösung: Kalzium, Magnesium, Aluminium, Kalium,

Nitrat- und Ammonium-Stickstoff, Sulfat-Schwefel (jeweils ionenchromatographisch),

pflanzenverfügbares Phosphat (CAL-Methode),

gesamt-Kohlenstoff,

gesamt-Stickstoff,

Kalzium-Karbonat, jeweils nach ISO 10694,

Mangan, Bor, Kupfer, Zink, jeweils Ammoniumnitrat-Extrakt.

Die Pflanzen- und Bodendaten wurden mit der Kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) miteinander in Beziehung gebracht. Nach Durchführung der CCA wurden Ordinationsdiagramme erstellt. Diese verbildlichen die Beziehungen der erhobenen Daten und der dazugehörenden Aufnahmeflächen zueinander. Durch die bildliche Darstellung in Form von Ordinationsdiagrammen können Strukturen und Veränderungen erkannt werden. Zudem wurde die Diversität nach dem Shannon-Wiener-Index (Hs) und die Evenness (E) des Pflanzenbestands berechnet.

Bei den **Auwiesen** war die Schwankungsbreite der Zusammensetzung des Pflanzenbestands groß. Am größten war die Schwankungsbreite von *Alopecurus pratensis*, während diese Art im Frühjahr 2001 nicht auftrat, hatte sie im Frühjahr 2003 eine durchschnittliche Deckung von 44 %. Der Shannon-Wiener-Index schwankte stark zwischen den einzelnen Kartierungen, er lag zwischen 1,22 und 1,75. Zwischen den Kartierungen des Jahres 2001 und 2003 nahm auf den Parzellen von Landwirt 2 der Diversitätsindex sowohl im Frühjahr (von 1,22 nach 1,75) als auch im Sommer (von 1,29 nach 1,54) zu. In den Parzellen von Landwirt 1 war dies nicht der Fall (Frühjahr 1,40 und 1,38; Sommer 1,45 und 1,56).

Ein starker Zusammenhang bestand in den Auwiesen zwischen der Artenzusammensetzung der Parzellen und der relativen Höhe der Fläche, außerdem mit dem Gehalt an Sulfat, Mangan, Wassergehalt und pH-Wert der Bodenschicht 0-10 cm. Wurden die Analysergebnisse der Bodenschicht 10-30 cm als Datengrundlage verwendet, so bestand ein starker Zusammenhang zwischen der Artenzusammensetzung der Parzellen und dem Gehalt an Sulfat, Mangan, Magnesium und Gesamt-Stickstoff.

Auf dem **Halbtrockenrasen** Höllenberg traten 10 Arten und auf dem Halbtrockenrasen Halmsburg 7 Arten auf, die in der Roten Liste Deutschland stehen. Zwischen dem Jahr 2001 und 2003 waren keine Veränderungen bezüglich der Anzahl und Deckung der Rote Liste-Arten von Deutschland auf den Halbtrockenrasen zu erkennen.

Der Shannon-Wiener-Index lag über die gesamte Untersuchungszeit auf beiden Halbtrockenrasen zwischen 2,23 und 2,58. Dieser relativ hohe Wert ist typisch für Halbtrockenrasen.

Ein starker Zusammenhang bestand bei den Halbtrockenrasen 2001 (Frühjahr und Sommer) zwischen der Artenzusammensetzung und den Boden-Parametern (nur Mischprobe aus 0–10 cm Tiefe) pH-Wert, Gehalt an Kalzium, Magnesium, Nitrat, Sulfat und Mangan,

dem Wassergehalt und der Schichtdicke des A-Horizontes. Im Jahr 2003 (Frühjahrs und Sommer) bestand ein starker Zusammenhang zwischen der Artenzusammensetzung und, abgesehen vom Kalzium- und Nitratgehalt, den gleichen Boden-Parametern. Die Ordinationsdiagramme der Pflanzenarten und der Umweltvariablen zeigten eine Trennung zwischen dem Standort Höllenberg und dem Standort Halmsburg. Wichtige Ursachen dafür waren, dass auf dem Höllenberg insgesamt der pH-Wert höher, der A-Horizont mächtiger und der Wassergehalt geringer war als am Standort Halmsburg.

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine *allgemeine Beobachtung* entwickelt und erprobt, mit der ausgewählte naturnahe Biotope über einen langen Zeitraum hinweg detailliert dargestellt werden können. Die detaillierte Datenerhebung und -auswertung ist die Grundlage dafür, dass Veränderungen, die über die normale ökologische Schwankungsbreite hinausgehen, erkannt werden und Hypothesen über deren Ursachen aufgestellt werden können. Treten Veränderungen in den untersuchten Biotopen ein, fließt der Anbau von GVP mit seinen möglichen direkten und indirekten Wirkungen auf Ökosysteme in die Hypothesenbildung ein. Eine derart offene Herangehensweise ist nötig, da es die Aufgabe der *allgemeinen Beobachtung* ist, „unerwartete Effekte“ des Anbaus von GVP zu untersuchen. Die hier entwickelte Methode ist für viele Hypothesen offen und berücksichtigt, dass neben GVP viele andere Faktoren Umweltveränderungen auslösen können.

Beide Projekte wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bundesamt für Naturschutz und Umweltbundesamt finanziert.

*Erarbeitung von Monitoringmethoden
zur Ermittlung möglicher Wirkungen von
gentechnisch verändertem
herbizidtoleranten Raps (HR-Raps)
auf die Zusammensetzung der
einheimischen Flora*

Projekt 1

*Monitoring möglicher Auswirkungen von
gentechnisch verändertem herbizidtoleranten Raps
auf die einheimische Flora*

primäre Wirkung

Veränderung von Häufigkeit und Verbreitung wild wachsender Kreuzblütler-vorkommen durch Veränderungen ihrer ökologischen Eigenschaften nach Einkreuzung von Fremdgenen des HR-Raps

Ziel

- Molekularbiologische Analyse von Rapspollen aus Honig und aller aufgefundenen *Brassicaceen*-Arten
- Großräumige Kartierung von *Brassicaceen*-Vorkommen
- Erfassung der genauen Lage und Ausdehnung in Geoinformationssystem
- Berechnung des Turnovers der Artvorkommen

Projekt 2

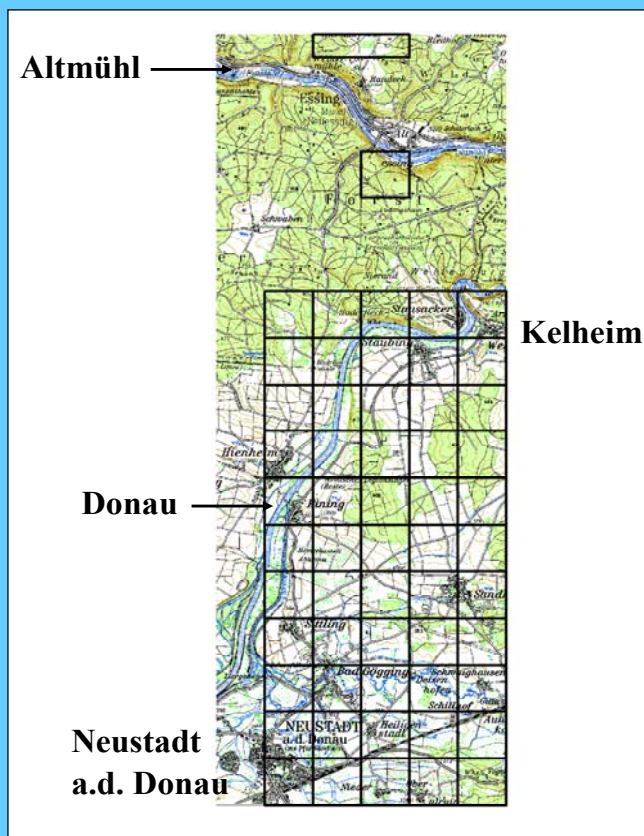
Entwicklung eines Konzepts für die Untersuchung des Einflusses von GVP auf die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft in naturnahen Lebensräumen

Sekundäre Wirkung

Veränderung der Diversität der Farn- und Blütenpflanzen als Folge der Einkreuzung von Fremdgenen in wild wachsende *Brassicaceen*

Ziel

- Pflanzensoziologische Erfassung
- Erhebung nicht-GVO-bedingter Faktoren
- Beschreibung der Diversität durch Shannon-Wiener-Index und Evenness
- Darstellung der Beziehungen der Parameter untereinander



Untersuchungsgebiet
5.700 ha
mit 57 Rasterfeldern

Darstellung des Ist-Zustands im Untersuchungsgebiet vor dem Inverkehrbringen von GVP

Voraussetzung für baseline-Erhebung:

Absicherung, dass keine Fremdgene aus HR-Raps im Untersuchungsgebiet vorhanden sind, durch molekulargenetische Untersuchung von

- Rapspollen aus Rapshonig
- Proben aller kartierten Brassicaceen-Arten

auf Fremdgene aus HR-Raps

Projekt 1

Parameter zur Erfassung der Kreuzblütler-Vorkommen in den 57 Rasterfeldern

Anzahl der Vorkommen aller Kreuzblütler pro Rasterfeld

Zahl der Individuen pro Vorkommen

logarithmische Skala (1, >1 bis ≤ 10 , >10 bis ≤ 100 , >100 bis ≤ 1000 , >1.000 bis ≤ 10.000 , >10.000 Individuen)

Lage und Grenze jedes Vorkommens

Definition von „Vorkommen“

Ein „Vorkommen“ ist eine räumliche Einheit von Individuen einer Art. Zwei Vorkommen gelten als *räumlich voneinander getrennt* durch entweder einen Abstand von mindestens 10 m oder eine Barriere, wie z.B. eine breite asphaltierte Straße oder ein Gebäude. Bei Kulturarten ist jeder Schlag ein Vorkommen, unabhängig davon, welchen Abstand die Schläge voneinander haben.

Im Untersuchungsgebiet wurden 58 Kreuzblütlerarten kartiert, darunter 8 Arten, für die eine Hybridbildung mit Raps bekannt ist (OECD)

Brassica rapa (Rübsen)

Brassica oleracea (Gemüse-Kohl)

Diplotaxis muralis (Mauer-Doppelsame)

Erucastrum gallicum (Französische Hundsrauke)

Raphanus raphanistrum (Hederich)

Raphanus sativus (Radieschen)

Sinapis alba (Weißer Senf)

Sinapis arvensis (Acker-Senf)

Kreuzblütlerarten, die in einem Frühjahr nicht auftraten, in einem anderen Frühjahr hingegen relativ häufig waren

Anzahl der Vorkommen innerhalb der 57 Rasterfelder

	Frühjahr 2001	Frühjahr 2002	Frühjahr 2003
<i>Alyssum alyssoides</i>	10	0	0
<i>Cardamine hirsuta</i>	0	48	26
<i>Rorippa palustris</i>	13	0	0
<i>Sinapis arvensis</i>	90	0	18

Kreuzblütlerarten, die im Sommer 2001 und 2003 eine relativ hohe Schwankungsbreite im Auftreten hatten

Anzahl der Vorkommen innerhalb der 57 Rasterfelder

	Sommer 2001	Sommer 2003
<i>Descurainia sophia</i>	0	19
<i>Erysimum cheirantoides</i>	2	27
<i>Isatis tinctoria</i>	1	11
<i>Rorippa palustris</i>	8	30

Vorkommen von spontan auftretenden Kreuzblütlerarten, für die eine Hybridbildung mit Raps bekannt ist (OECD)

	Fr 01	Fr 02	Fr 03	So 01	So 03	Fr 01 02	Fr 01 03	Fr 02 03	So 01 03
<i>Brassica napus</i>	109	45	38	33	44	8	12	4	2
<i>Brassica oleracea</i>	0	0	0	7	0				
<i>Brassica rapa</i>	2	12	10	0	0	0	0	1	
<i>Diplotaxis muralis</i>	1	0	0	1	1				0
<i>Erucastrum gallicum</i>	4	0	0	4	6				0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	7	0	2	3	5		0		0
<i>Raphanus sativus</i>	0	0	0	7	0				0
<i>Sinapis alba</i>	12	0	3	7	10		0		0
<i>Sinapis arvensis</i>	90	0	18	15	25		5		0

Raps, spontanes Auftreten

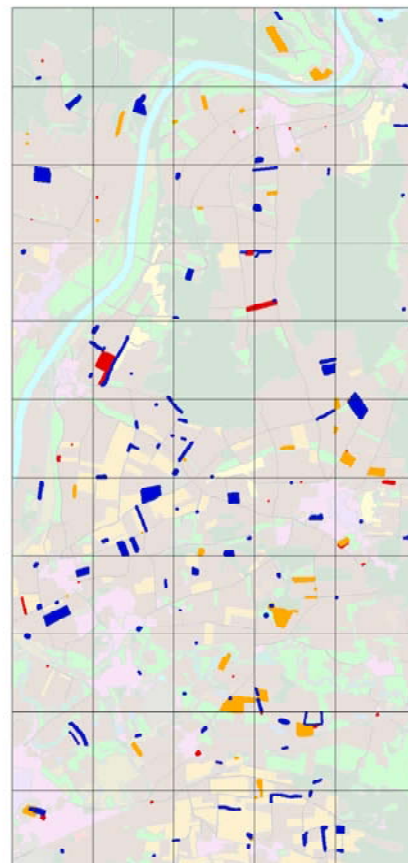
Frühjahrskartierung
2001, 2002 und 2003

109 Vorkommen im
Frühjahr 2001

45 Vorkommen im
Frühjahr 2002

38 Vorkommen im
Frühjahr 2003

- Frühjahrskartierung 2001
- Frühjahrskartierung 2002
- Frühjahrskartierung 2003



Turnover

Zur Beurteilung der Stetigkeit der Artvorkommen von Frühjahrs- zu Frühjahrs- bzw. Sommer- zu Sommer-Kartierung wurde jeweils der Turnover (T) pro Art berechnet:

$$T = \frac{\text{Anz. verschw. Vork. Kart.A} + \text{Anz. neue Vork. Kart.B}}{\text{Anzahl der erfassten Vorkommen Kart. A} + \text{B}}$$

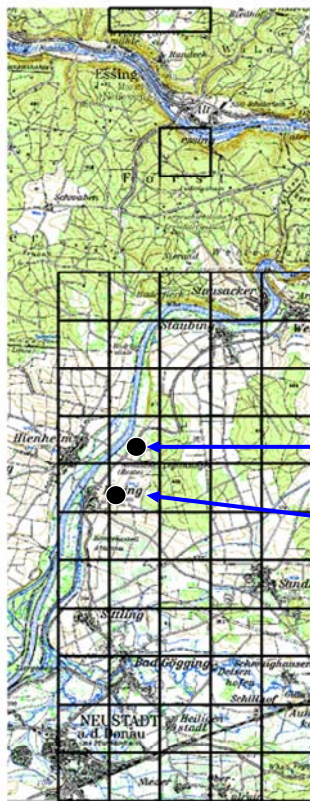
Der Turnover beträgt „1“,
wenn bei den beiden jeweils betrachteten
Kartierungen keine gemeinsamen
Artvorkommen existieren.

Er beträgt „0“,
wenn alle Artvorkommen einer Kartierung
auch bei der zweiten betrachteten
Kartierung auftreten.

Er sagt nichts aus über die Anzahl der
Artvorkommen.

Projekt 2

Veränderung der Diversität der Farn- und Blütenpflanzen



Auwiesen

Halbtrockenrasen

Untersuchungsgebiet „Hölleberg“

Pflanzenarten der Roten Liste Deutschlands

Rhytidium rugosum, *Entodon concinnus*, *Abietinella abietina*,
Thesium linophyllum, *Veronica spicata*, *Homalothecium*
lutescens, *Thuidium philibertii*, *Cladonia rangiformis*,
Bothriochloa ischaemum, *Racomitrium canescens*

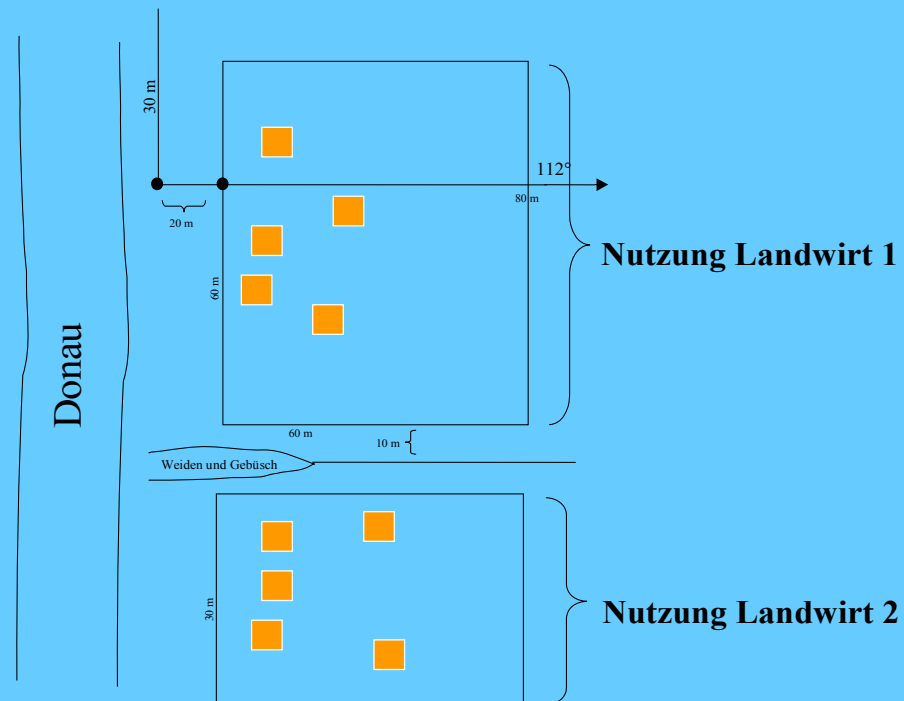
Untersuchungsgebiet „Halmsburg“

Pflanzenarten der Roten Liste Deutschlands

Rhytidium rugosum, *Entodon concinnus*, *Abietinella abietina*, *Thesium linophyllum*, *Veronica spicata*, *Seseli annuum*, *Racomitrium canescens*

Donau-Auwiesen

Zehn Parzellen auf den Donau-Auwiesen



Projekt 2

Parameter zur Erfassung von Diversitätsveränderungen und möglichen Ursachen

Witterungsparameter

Deckungsgrad der Farn- und Blütenpflanzenarten auf den Parzellen von jeweils 4 m².

Bodenchemische Daten: pH, Ca, Mg, Al, K, Mn, B, Cu, Zn, Ct, Nt, NO₃-N, NH₄-N, PO₄³⁻, CaCO₃, SO₄-S

Erhebungszeiten

Termin	Pflanzensoziologische Erhebung	Entnahme von Bodenproben
Frühjahr 2001	X	
Sommer 2001	X	X
Frühjahr 2003	X	
Sommer 2003	X	X

Darstellung der Biodiversität

Diversitätsindex ,Hs‘ (nach Shannon-Wiener)

- beinhaltet Artenzahl und Deckungsgrad
- Maß für die Mannigfaltigkeit der Arten
- steigt an mit zunehmender Gesamtartenzahl und Gleichverteilung auf der Fläche

Evenness ,E‘

- Maß für die Gleichverteilung der Arten
- $E = 100\%$, wenn alle Arten gleiche Flächenanteile haben

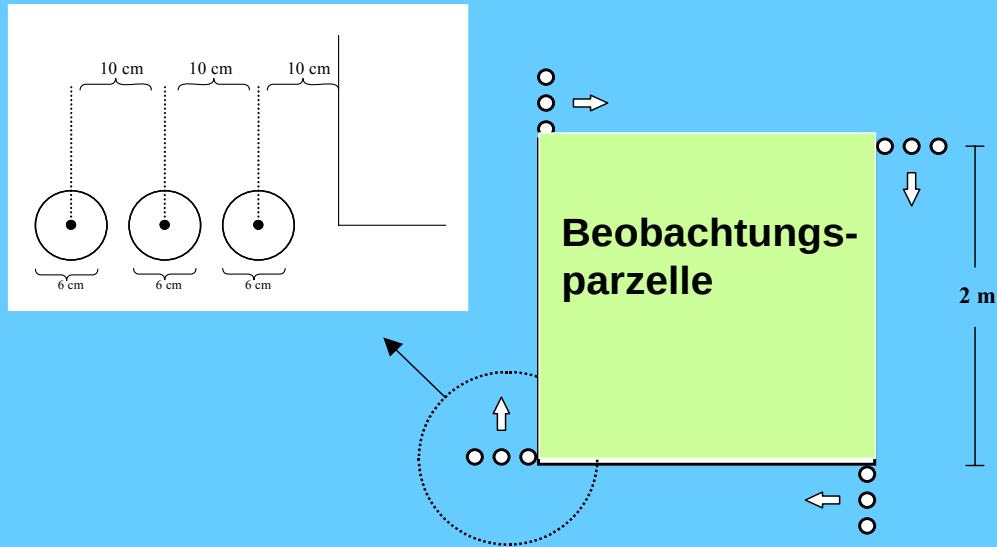
Artenzahl, Diversitätsindex und Evenness der beiden Auwiesenflächen.

	Zeitraum	Artenzahl (s)	Diversität (Hs)	Evenness (E) [%]
Landwirt 2 (Parzellen 1-5)	Fr. 2001	8	1,22	59
	Fr. 2003	9	1,75	80
	So. 2001	8	1,29	62
	So. 2003	11	1,54	64
Landwirt 1 (Parzellen 6-10)	Fr. 2001	13	1,40	55
	Fr. 2003	14	1,38	52
	So. 2001	13	1,45	57
	So. 2003	14	1,56	59

Artenzahl, Diversitätsindex und Evenness der beiden Trockenrasenflächen.

	Zeitraum	Artenzahl (s)	Diversität (Hs)	Evenness (E) [%]
Höllenberg (Parzellen 11-15)	Fr. 2001	48	2,25	58
	Fr. 2003	58	2,23	55
	So. 2001	60	2,58	63
	So. 2003	50	2,32	59
Halmsburg (Parzellen 16-20)	Fr. 2001	44	2,39	63
	Fr. 2003	59	2,39	59
	So. 2001	55	2,46	61
	So. 2003	46	2,32	61

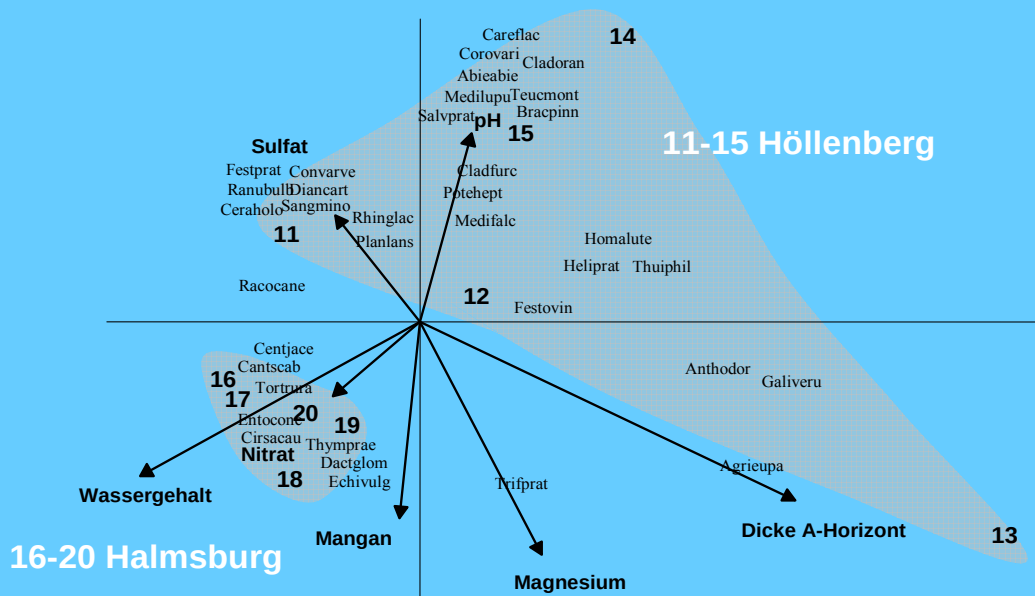
Entnahmeschema für Bodenproben



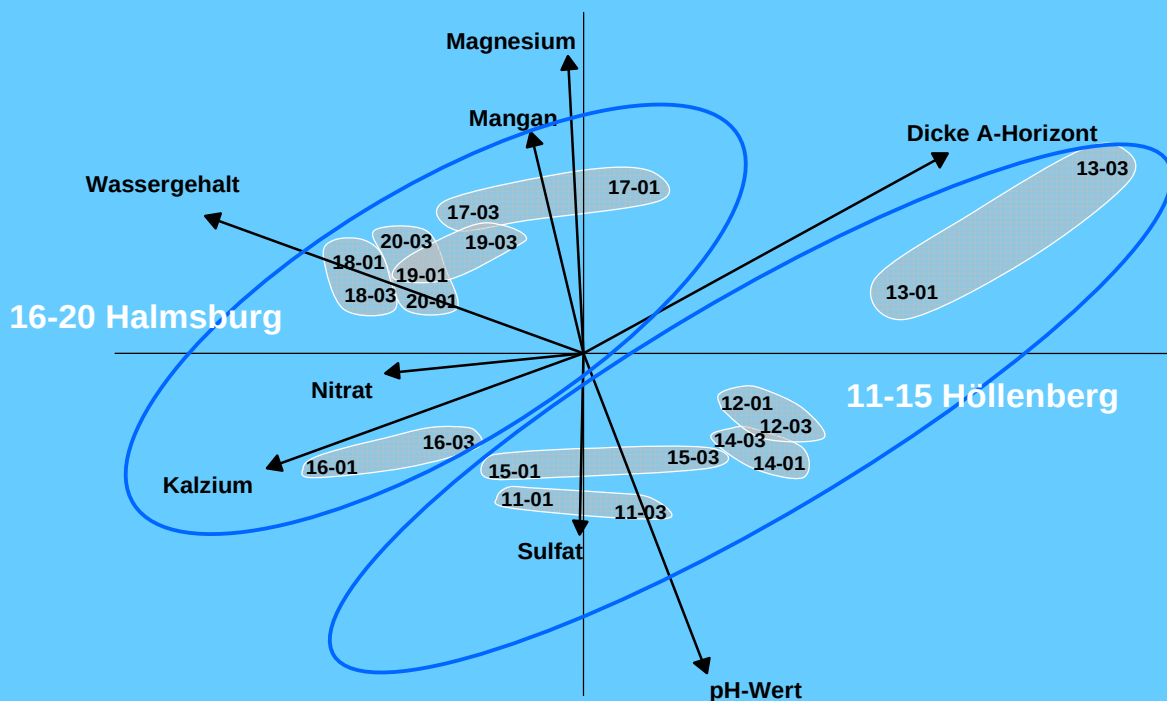
Kanonische Korrespondenzanalyse

- Bildliche Darstellung der Beziehungen der Vegetations- und Bodenparameter untereinander
- Umweltparameter als Vektoren
- Länge des Vektors zeigt relative Wichtigkeit
- Winkel zwischen Vektoren beschreibt die Korrelationsstärke

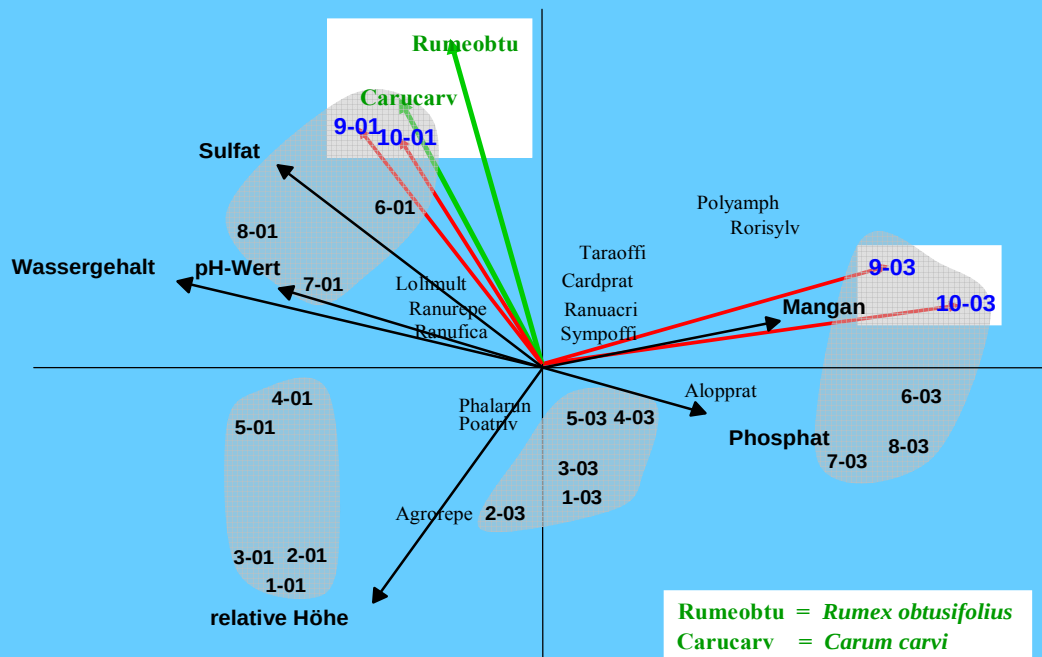
Halbtrockenrasen Frühjahrskartierung 2003



Halbtrockenrasen Frühjahr 2001 und 2003



Auwiesen Frühjahr 2001 und 2003 Bodendaten der Bodenschicht 0-10 cm



Finanziert durch:

- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (über das Bundesamt für Naturschutz)

Durchführung:

Dr. Anne Theenhaus
Dr. Reinhard Zeitler
Wolfgang von Brackel
Helmut-Julius Botsch
Dr. Ludwig Peichl

Raum- und Flächenauswahl in österreichischen Konzepten zum ökologischen Monitoring von GVO

Marion Dolezel
Umweltbundesamt, Wien

In Österreich wurden bisher drei Studien zum ökologischen Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) erstellt.

In der Studie **ÖKOLOGISCHES MONITORING VON GVO** wird ein Monitoringkonzept für Österreich entworfen. Dieses beinhaltet erste konkrete Monitoringvorschläge für Freisetzungszugänge bzw. das Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen in Österreich. Es werden die Bereiche Vegetationsökologie, Entomologie, Ornithologie und Bodenbiologie abgedeckt. Die Monitoringvorschläge beziehen sich vorrangig auf konkrete Monitoringparameter. Im Rahmen der Studie werden jedoch auch erste spezifische Vorgaben für die Raum- bzw. Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring gemacht. So ist die Fähigkeit zur Ausbreitung eines GVO als wesentliches Kriterium für die Raumauswahl entscheidend. Kann transgenes Material selbständig über Genfluss, Samen oder vegetative Organe vom Anbaufeld weg zu weiter entfernten Lebensräumen verbreitet werden, dann sind Monitoringflächen kaum eingrenzbar (Beispiel Raps). Ökologische Effekte über den Ackerrand hinaus entstehen durch den GVO selbst, seine Kreuzungsprodukte, Verwilderung, Pollenausbreitung, Saatgutverlust, Herbizidverdriftung, sowie andere Faktoren. Hingegen konzentriert sich das Monitoring im Falle einer beschränkten Ausbreitungsfähigkeit des GVO auf die Ackerfläche und die nähere Umgebung, insbesondere den Ackerrand und Habitate im Nahbereich der Äcker (Beispiel Mais). Im ersteren Fall wird eine Auswahl jener Lebensräume erfolgen, deren Beeinträchtigung am wahrscheinlichsten gilt. Dies können naturnahe Lebensräume sein, die in größerer Entfernung zur Anbaufläche liegen. In vielen Fällen ist allerdings das potenzielle Untersuchungsgebiet, das für ein Monitoring in Frage kommt, nicht oder nur schwer eingrenzbar.

Wesentlicher Inhalt dieser Studie ist zudem die Festlegung **ökologischer Schutzgüter** für ein GVO-Monitoring. Mit dem Konzept der ökologischen Schutzgüter werden die relevanten Untersuchungsobjekte festgelegt, die Basis für ein ökologisches Monitoring zur Überwachung von Umweltwirkungen der GVO sein sollen. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Agrarlandschaft, da dort am ehesten Beeinträchtigungen durch GVO zu erwarten sind. Die ausgewiesenen Schutzgüter stellen von Ökologen als wertvoll erachtete Lebensräume oder Organismengruppen dar. Sie sind unabhängig vom GVO Einsatz als gefährdet eingestuft oder im Rückgang begriffen. Kriterien bei deren Auswahl sind sowohl Erheblichkeit als auch Wahrscheinlichkeit von negativen ökologischen Auswirkungen durch GVO Anbau. Damit wird ein Wertesystem durch Reduktion einer komplexen Umwelt auf einige wenige Parameter bzw. Flächen, die einem Monitoring unterworfen werden, geschaffen. Ökologische Schutzgüter können sein: Rote Liste Arten, gefährdete Biotoptypen, schützenswerte Pflanzengesellschaften und Kulturlandschaften (z. B. Segetalgesellschaften), Biodiversitätszentren, gesetzlich geschützte Organismen und Lebensräume (z. B. FFH), naturnahe Habitate mit ähnlichen Standortseigenschaften wie Äcker, Agrotopen, Ruderalbiotope, Acker-, Grün-, Weingartenbrachen, Sand-, Kies-, Tongruben und Steinbrüche bzw. aufgelassene Abbauf Flächen sowie weitere naturnahe oder natürliche Lebensräume (z. B. Anlandungen von Fließgewässern).

Bezüglich der Testgebietauswahl für ein GVO Monitoring werden in der Studie zudem Regionalitätsaspekte angesprochen. So ist die jeweilige biogeografische Region als vege-

tationsökologischer Bezugsraum wichtig für das GVO-Monitoring, da diese als handhabbare Region in bestimmten Merkmalen homogen ist (z. B. Vorkommen potenzieller Kreuzungspartner von GVO). Auch Kulturlandschaftstypen (z. B. Kulturlandschaften mit dominantem Getreidebau) liefern verlässliche Indikatoren für die Bewertung und langfristige Beobachtung der Nutzung von Kulturlandschaften. Landwirtschaftliche Regionen (Hauptproduktionsgebiete) sind vergleichbar mit biogeografischen Regionen, Kleinproduktionsgebiete werden aufgrund von Betriebsform und –größe abgegrenzt (z. B. Alpenvorland: Viehwirtschaft und Schweinemast in Niederösterreich). Vogelkundliche Regionen geben unter anderem Hinweise auf Verbreitungstypen mit hoher Relevanz (z. B. Typus mit Verbreitung im Pannonikum und in illyrischen Flach- und Hügellandschaften).

Die Folgestudie **DURCHFÜHRUNG VON UNTERSUCHUNGEN ZU EINEM ÖKOLOGISCHEN MONITORING VON GVO** hatte im Anschluss an die oben angeführte Studie zum Ziel, das theoretische Monitoringkonzept auf seine Praktikabilität hin zu überprüfen. Ausgangspunkt dabei war die Annahme eines GVO-Anbaus in sechs unterschiedlichen Anbaugebieten (jeweils 3 Gebiete von Mais und von Raps) in Österreich. Die Standorte repräsentierten wesentliche Anbaugebiete dieser Kulturpflanzen in Österreich in teilweise unterschiedlichen Naturräumen. Der Monitoringansatz sollte in diesen Gebieten hinsichtlich eines fallspezifischen Monitorings (Untersuchungsparameter streng hypothesengestützt aus der Risikoabschätzung) und einer allgemeinen Überwachung „unerwarteter Effekte“ (ökologisches Schutzgüterkonzept) getestet werden. Dazu wurden Testgebiete mit einer Größe von $2 \times 2 \text{ km}^2$ je Region ausgewählt, in denen eine vegetationsökologische Basiserhebung (Lebensraumanalyse) vor der Festlegung des Monitoringprogramms durchgeführt wurde. Die Testgebiete dienten zur Abstraktion von Detailerhebungen auf größere Bezugsräume, da in einem praxisorientierten Monitoringprogramm nicht alle Organismen bzw. Lebensräume überwacht werden können. Mit Hilfe der Lebensraumanalyse ist eine Konzentration auf jene Bereiche möglich, die einen Effekt am ehesten erwarten lassen und die ökologische Wertigkeit besitzen. Dabei wird die Agrarlandschaft anhand von Arten- und Lebensrauminventaren beschrieben. Als Kriterien für die Flächenauswahl wurden räumliche Nähe zu GVO Äckern, erwartete potenzielle Effekte aus der Risikoabschätzung, ökologische Wertigkeit von Lebensräumen sowie methodische Limits festgelegt. Die Weiterentwicklung dieser Ersterhebungen zu einem praxistauglichen Monitoringkonzept, eine Prüfung der Durchführbarkeit, sowie die Errichtung von ständigen Monitoringflächen sowie Wiederholungserhebungen wurden im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt. Im Folgenden soll das Monitoringkonzept anhand eines konkreten Testgebietes dargestellt werden.

Beispiel Testgebiet Mehlteuer im südöstlichen Alpenvorland (Bundesland Steiermark):

Die Lebensraumanalyse der Testregion Mehlteuer ergab, dass in diesem Gebiet aufgrund des flächenmäßig intensiven Maisanbaus (auch über mehrere Jahre) ein kommerzieller Anbau von insektenresistentem GV-Mais eine sehr hohe Exposition von Bt-Maispollen verursachen würde. In diesem Testgebiet wurden vorrangig artenreiche, feuchtegeprägte Ackerränder, Drainagegräben im feldnahen Bereich und nitrophile Säume zwischen Auwaldrand und unmittelbar angrenzenden Maisfeldern als Lebensräume identifiziert, die einem Monitoring unterworfen werden sollen. Diese Lebensräume befinden sich unmittelbar angrenzend an Maisfelder bzw. sind als gefährdete Biotoptypen bzw. FFH-Lebensräume (z. B. feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe) ausgewiesen. Ebenso steht der Auwald des mäandrierenden Fließgewässers in einem räumlichen Konnex mit den Drainagegräben der Agrarlandschaft. Ein Monitoring der Krautschicht wäre aufgrund des Erheblichkeitskriteriums (FFH Lebensraum Auwald mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior*) sinnvoll. Segetalvegetation und Ackerränder sollten im Rahmen des fallspezifischen Monitorings überwacht werden.

Mittels Bodenfallenfängen und standardisierten Kescherfängen wurden über einen Zeitraum von 5 Wochen die entomologischen Gruppen der Carabidae, Araneae, Saltatoria und Formicidae in den mittels Lebensraumanalyse identifizierten Habitaten erhoben. Die Evaluierung der entomologischen Artausstattung zeigte eine beträchtliche Anzahl an stenöken bzw. gefährdeten Arthropoden auf diesen Flächen. Dabei wurde in der feuchten Böschung der am Ackerrand verlaufenden Drainagegräben eine besonders hohe Zahl an gefährdeten Arten nachgewiesen. Diese Organismen können somit als entomologische Schutzgüter im Falle eines Bt-Maisanbaus in dieser Testregion für ein Monitoringprogramm herangezogen werden, für die jedoch jeweils ein spezifisches Stichprobendesign entwickelt werden müsste.

Als Konsequenz aus der gegenständlichen Studie für die Flächenauswahl ergibt sich folgende Prioritätensetzung. Für ein fallspezifisches Monitoring im Falle von Bt Maisanbau in der Testregion Mehlteuer sind wechselfeuchte Segetalgesellschaften und Ackerraine der Maisfelder heranzuziehen. Für eine allgemeine Überwachung sind Drainagegräben sowie die Saumgesellschaften des Auwaldes geeignet. Aus oben genannten Gründen eher nicht geeignet wäre die Überwachung von Fettwiesen und Eichenwäldern. Die Testregion Mehlteuer zeigt, dass selbst in intensiv genutzten landwirtschaftlichen Anbaubereichen, die relativ arm an ökologisch wertvollen Restflächen sind, aufgrund der Erheblichkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitskriterien geeignete Flächen für ein Monitoring im Falle eines GVO Anbaues identifiziert werden können. Der Vergleich mit anderen Mais-Testregionen zeigt jedoch, dass sich, je nach Art- und Lebensraumausstattung, ein geeignetes Monitoring in anderen Maisanbaubereichen weitaus komplexer gestalten würde. So wurden beispielsweise in den Testregionen Zurndorf (Parndorfer Platte, Burgenland) und Nitzing (Tullnerfeld, Niederösterreich) jeweils vier unterschiedliche FFH Lebensräume ausgewiesen.

Die Studie **BIODIVERSITÄTS-HOTSPOTS DER AGRARLANDSCHAFT ALS ECKPFEILER FÜR RISIKOABSCHÄTZUNG UND MONITORING VON GVO** bietet eine Grundlage für die Risikoabschätzung und das Monitoring von GVO für das gesamte österreichische Bundesgebiet anhand einer Biodiversitäts-Erhebung der Vegetation und der Tagfalter in Agrarlandschaften. In dieser Studie wurden Verbreitungs-, Gefährdungs- und ökologische Daten von Pflanzen, Biotoptypen und Tagfaltern für die Agrarlandschaft Österreichs in einer GIS-gestützten Datenbank anwendungsorientiert strukturiert. Anhand der Parameter Gefährdungsgrad, relative Häufigkeit, Artenreichtum und Habitatbindung von Arten wurden Biodiversitäts-Indizes für die Agrarbereiche (im geografischen 3 x 5 Minuten-Raster) getrennt für Ackerbegleitflora und Tagfalter berechnet. Jene Bereiche mit den höchsten Diversitätsindizes wurden als Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft (Diversitätszentren) ausgewiesen. Ein Biodiversitäts-Hotspot ist eine Fläche, die für die Erhaltung der nationalen Diversität der Segetalvegetation bzw. der agrarassoziierten Tagfalter einen entscheidenden Beitrag leistet. Ein Biodiversitäts-Hotspot ist zudem eine Fläche mit hohem Wert für den nationalen Naturschutz und ist durch eine hohe Anzahl von naturschutzfachlichen Schutzobjekten charakterisiert. Diese Flächen besitzen ein hohes generelles Grundrisiko bei Eingriffen, da mögliche Effekte aufgrund der hohen naturschutzfachlichen Wertigkeit leichter die Schadensschwelle erreichen können (Konzept der Erheblichkeit). Biodiversitäts-Hotspots stellen daher aufgrund der Eingriffssensibilität generelle Risikobereiche in einer ökologischen Risikobewertung dar. Die Diversitäts-Hotspots der Tagfalter und der Vegetation stimmen überwiegend überein. Kleinere Unterschiede ergeben sich dadurch, dass die Diversität der Tagfalter stärker von der Lebensraumvielfalt außerhalb der Äcker (Habitatinseln in der Agrarlandschaft) abhängt, während die Segetalflora stärker von abiotischen Faktoren der Äcker (Böden, Feuchte usw.) und den ag-

rarischen Bewirtschaftungsfaktoren geprägt wird. Einzelne Unterschiede sind auch auf Datenlücken bei den Tagfaltern zurückzuführen.

Es ist insbesondere auffällig, dass die Biodiversitäts-Hotspots schwerpunktmäßig in der pannonischen Region Ostösterreichs auftreten, während in Westösterreich nur vereinzelt Hotspots vorhanden sind. Dies ist in einem allgemeinen Biodiversitätsgefälle von Osten nach Westen begründet. Das pannonische Ostösterreich ist so artenreich, dass der Westen in einer Gesamtanalyse vergleichsweise unterbewertet wird. Österreich besitzt in der Europäischen Union daher auch eine besondere Verantwortung für den Erhalt der pannonischen Arten und Lebensräume.

Den zuständigen Behörden steht mit dieser GIS-gestützten Datenbank ein flexibles Instrumentarium zur Verfügung, um bei Bedarf geeignete Monitoringgebiete festzulegen.

Literatur

Traxler A., Heissenberger A., Frank G., Lethmayer Ch. & H. Gaugitsch 2000: Ökologisches Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen. Umweltbundesamt, Monographien, Band 126, Wien, 2000

http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?&pub_id=1203

Heissenberger A., Traxler A., Dolezel M., Pascher K., Kuffner M., Miklau M., Gaugitsch H., Kasal V. & S. Loos, 2003: Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen, Bundesministerium für Soziale Sicherheit und Generationen, Sektion VII, Forschungsbericht Band 4/2003. www.bmgf.gv.at

Traxler A., Minarz E., Höttinger H., Pennerstorfer J., Schmatzberger A., Banko G., Placer K., Hadrobolec M. & H. Gaugitsch, 2005: Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft als Eckpfeiler für Risikoabschätzung und Monitoring von GVO, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Sektion IV, Forschungsbericht Band 5/2005.

<http://www.bmgf.gv.at/cms/site/detail.htm?thema=CH0255&doc=CMS1134473757104>



Raum- und Flächenauswahl in österreichischen Konzepten zum ökologischen Monitoring von GVO

Workshop zur Raum- und Flächenauswahl
für das GVO-Monitoring

Vilm, 29.-30. November 2005

Marion Dolezel



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Überblick

- Ökologisches Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (Umweltbundesamt, 2000)
- Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (BMGF, 2003)
- Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft für Risikoabschätzung und Monitoring von GVO (BMGF, in press)

29. November 2005 | Folie 2



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Ökologisches Monitoring von GVO

- Konzeptive Arbeit
- Monitoringvorschläge für Freisetzungen bzw. Inverkehrbringen
- Vegetationsökologie, Entomologie, Ornithologie, Bodenbiologie
- Erhebungsparameter, Monitoringmethoden
- erste Ansätze für Raumauswahl

29. November 2005 | Folie 3



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at

Ökologisches Monitoring von GVO

Verbreitung von transgenem Erbmaterial vom Anbaufeld weg zu entfernteren Lebensräumen?

JA

NEIN

Weiterverbreitung des transgenen Erbmaterials in neue Lebensräume durch fertile Nachkommen?

Acker und nähere Umgebung

JA

NEIN

Monitoringflächen kaum eingrenzbar; Auswahl der Lebensräume, die mit höherer Wahrscheinlichkeit zuerst betroffen sind

Schwerpunkt Acker plus instabile Populationen in gestörten Habitaten

29. November 2005 | Folie 4

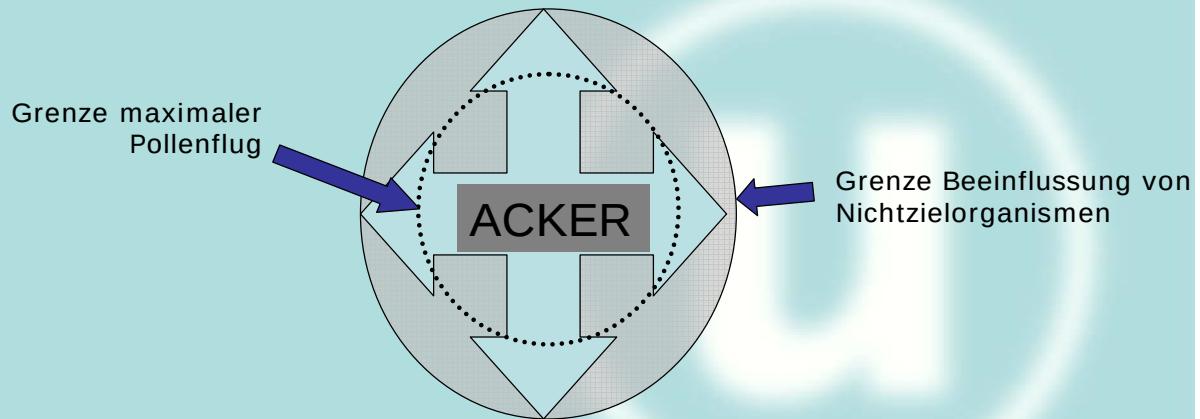


umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Ökologisches Monitoring von GVO

Fallbeispiel Bt Mais:



29. November 2005 | Folie 5

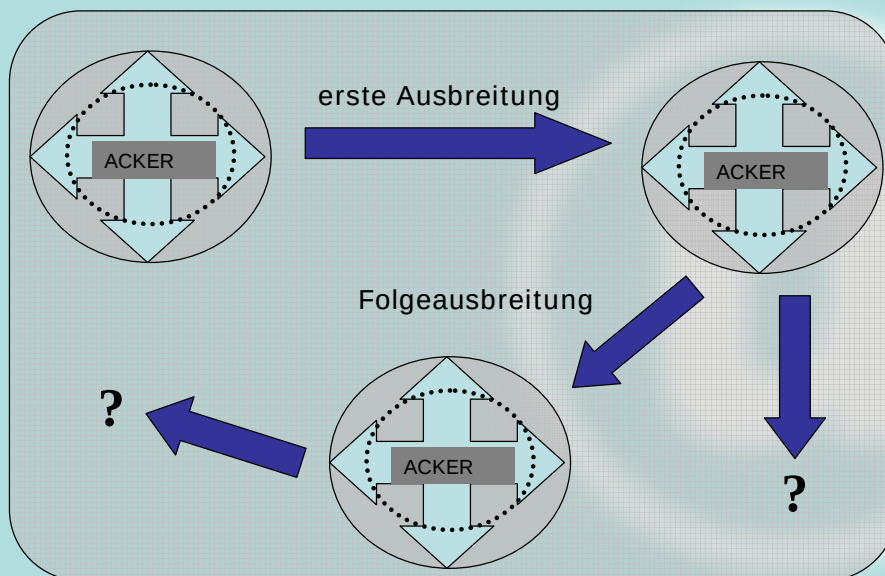


umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Ökologisches Monitoring von GVO

Fallbeispiel HR Raps:



29. November 2005 | Folie 6



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Ökologisches Monitoring von GVO

Flächenauswahl:

GVO Feld

Referenzflächen

- Acker (nicht-GVO Feld)
- Angrenzende Felder
- Feldränder
- Ackerrand
- Brachflächen
- Biotope mit ähnlichen Standortverhältnissen wie landwirtschaftliche Nutzflächen
- benachbarte naturnahe Lebensräume

29. November 2005 | Folie 7



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Ökologisches Monitoring von GVO

ÖKOLOGISCHE SCHUTZGÜTER

- Lebensräume der landwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft (z. B. Äcker, Agrotopen, Ruderalbiotope, Brachen, Kies-, Sandgruben...)
- Vogelkundliche Schutzgüter (z. B. Haubenlerche auf Sandböden)
- Gesetzlich geschützte Organismen und Lebensräume (z.B. FFH)
- Schützenswerte Pflanzengesellschaften (z. B. Ackerwildkräuter)
- Rote Liste Arten
- Biodiversitätszentren

29. November 2005 | Folie 8



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

- Ziel = Überprüfung der Praktikabilität theoretischer Monitoringkonzepte
- Hypothese: „was wäre wenn GVO-Anbau in unterschiedlichen Gebieten“?
- Fallspezifisches Monitoring (hypothesengestützt)
- Allgemeine Überwachung „unerwartete Effekte“ (ökologische Schutzgüter)
- Kriterien: Wahrscheinlichkeit bzw. Erheblichkeit
- Mais und Raps

29. November 2005 | Folie 9



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

- Risikoanalyse
- Theoretisches Monitoringkonzept
 - Testregionauswahl
 - Basiserhebung in Testregionen
 - Datenanalyse/Defizitanalyse
- Auswahl von Methoden, Parametern, räumliche Lage der Untersuchungsobjekte, Prioritätensetzung
- Praxistaugliches Monitoringkonzept
 - Prüfung Durchführbarkeit
- Errichtung der Monitoringflächen in Untersuchungsgebieten
 - Ersterhebung
- Wiederholungserhebung (Standardprogramm)

29. November 2005 | Folie 10

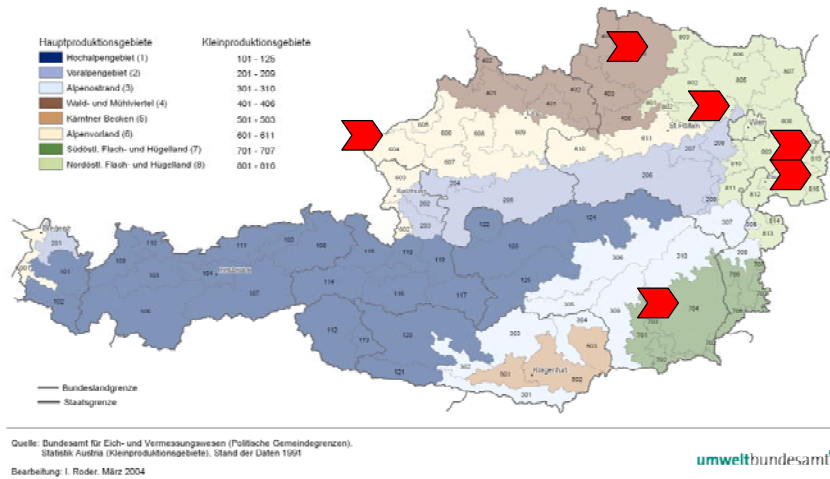


umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

Landwirtschaftliche Produktionsgebiete Österreichs



vember 2005 | Folie 11



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

- 2 x 2 km² Testgebiete
- Vegetationsökologische Basiserhebungen (Lebensraumanalyse)
- Kriterien für Flächenauswahl:
 - Räumliche Nähe zu GVO Äckern
 - Erwartete potenzielle Effekte aus Risikoabschätzung (Ruderalstandorte, Potenzielle Ausbreitungsrouten des GVO)
 - Ökologische Wertigkeit von Lebensräumen
 - Methodische Limits

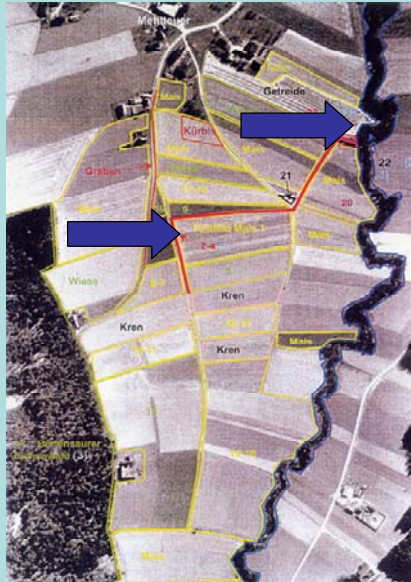
29. November 2005 | Folie 12



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO



Vegetationsökologie:

Mehlteuer / Oststeirisches Hügelland	RL-Arten	RL-Biotop	FFH
1. Agrarlebensräume			
Segetalgesellschaften	-	(??)	-
Ackerraine	-	-	-
Wegränder	-	3	-
Einsaatgrünland	1	-	-
2. Sek. Refugial-LR			
Grabenböschung feucht	2	3	6430
Ruderalfluren	-	-	-
3. Gehölze			
Bodensaurer Eichenwald	1	2	-
Auwaldstreifen	-	2-3	91E0* 6430

29. November 2005 | Folie 13



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

Entomologie:

Mehlteuer / Oststeirisches Hügelland	Arthropodengruppe	Anzahl RL Arten
1. Agrarlebensräume		
Einsaatgrünland (Ackernähe)*	Spinnen	1
	Laufkäfer	-
	Heuschrecken	5
	Ameisen	1
2. Sek. Refugial-LR		
Grabenböschung feucht (Ackerrand)	Spinnen	1
	Laufkäfer	4
	Heuschrecken	2
	Ameisen	0
3. Gehölze		
Auwaldstreifen	Spinnen	0
	Laufkäfer	1
	Heuschrecken	1
	Ameisen	0

*keine Barberfallen, nur Kescherfänge

29. November 2005 | Folie 14



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Durchführung von Untersuchungen zu einem ökologischen Monitoring von GVO

Konsequenzen für die Flächenauswahl

Fallspezifisches Monitoring



- Segetalvegetation
- Ackerränder
- Einsaatgrünland nächst GVO-Feld (entomol.)

Allgemeine Überwachung



- artenreiche, feuchtegeprägte Ackerränder und Drainagegräben
- nitrophile Säume zwischen Auwaldrand und Feld

29. November 2005 | Folie 15



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft für Risikoabschätzung und Monitoring von GVO

- Im Auftrag des BMGF (in press)
- Ziel = GIS-gestützte Datenbank als Fachgrundlage für RA und Monitoring von GVO
- Biodiversitäts-Indizes aus 4 Parametern: Gefährdungsgrad, relative Häufigkeit, Artenreichtum, Habitatbindung (geogr. 3x5 Minuten Raster)
- Hotspot: *“Fläche, die für die Erhaltung der nationalen Diversität der Segetalvegetation bzw. agrar-assoziierten Tagfalter einen entscheidenden Beitrag leistet”*

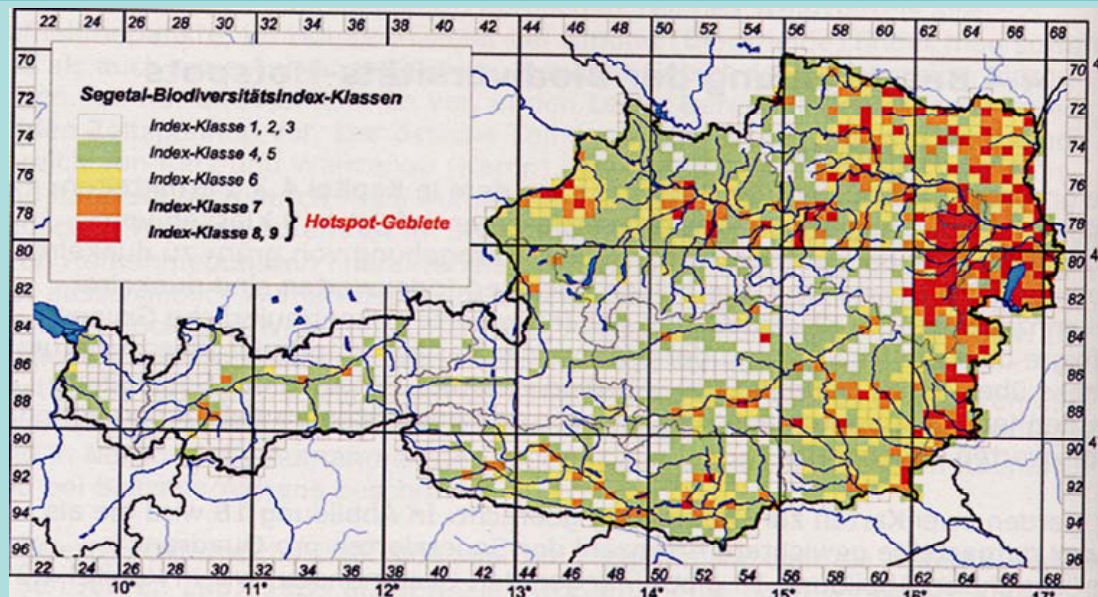
29. November 2005 | Folie 16



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at



Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft für Risikoabschätzung und Monitoring von GVO



29. November 2005 | Folie 17



umweltbundesamt^U
www.umweltbundesamt.at

Ökologische Befunde zur Flächenauswahl für ein Monitoring gentechnisch veränderter Organismen mit einer Fallbeispiels-Darstellung für Raps

Broder Breckling, Universität Bremen

Übersicht

Es werden ökologische Ansätze im Hinblick auf den Informationsbedarf für das GVO-Monitoring und für die Verortung von Monitoring-Probenflächen zusammengestellt und diskutiert. Dabei wird der Standpunkt verfolgt, dass ausgehend von den verschiedenen Wirkungsebenen unterschiedliche Informationsquellen und Typen räumlicher Zuordnungen in Frage kommen. Während es in einigen Fällen möglich ist, signifikante Informationen zu erheben durch Beprobung von repräsentativen Wirkungsakkumulatoren an wenigen Stellen, erfordern andere Zusammenhänge ein flächenrepräsentatives Vorgehen mit höherer räumlicher Auflösung. Weitere Aspekte können durch die Auswertung vorhandener Informationsquellen erschlossen werden, die aus anderen Umwelterhebungen stammen. Ausgangspunkt für die Spezifizierung des Monitoring ist in jedem Fall der Schutzauftrag, der sich aus den gültigen rechtlichen Normen ergibt.

Nach einer Einführung, die die generelle Bedeutung eines systemanalytischen Zugangs zu komplexen Risikoabwägungen betont, werden einige relevante Auszüge aus den einschlägigen rechtlichen Grundlagen zitiert. Daraufhin werden Datenquellen zur Regionalisierung von Wirkpotenzialen besprochen und exemplarisch auf das Fallbeispiel Raps eingegangen. Abschließend wird weiterführende Literatur genannt.

Einführung

Das GVO-Monitoring ist eine Aufgabe, die es erfordert, eine Vielzahl von Wirkungszusammenhängen auf verschiedenen Organisationsebenen und mit verschiedenen räumlichen und zeitlichen Reichweiten zu überblicken. Dabei sind in erheblichem Umfang nicht direkt zugängliche ökologische Interaktionen zu erschließen. Nützlich in diesem Zusammenhang ist es daher, einen vergleichenden Blick auf eine gänzlich andere Situation zu werfen, in der es ebenfalls darum geht, im umfassenden Sinne für mögliche unerwartete Effekte gerüstet zu sein.

Bsp.: Die Vorbereitung der Mars-Expedition bei der NASA

Zur Vorbereitung der Mars-Mission hat die NASA einen speziellen Stab eingerichtet, der projektbegleitend jeden der vorbereitenden Schritte risikoanalytisch begleitet (Mars Exploration Program Analysis Group, MEPAG). Dort wurde das Verfahren gewählt, die Risiko- bzw. Schwachstellenanalyse an einem bestimmten Zeitpunkt der Projektentwicklung durchzuführen, sondern eine ständige entwicklungsbegleitende Fortschreibung des Risikokalküls zu betreiben. Interessant ist, dass als klares Ergebnis resultierte, dass technologische Risiken eine andere Systemantwort erfordern als biogene. Im ersteren Fall (bsp. Korrosivität von Staub oder Verfügbarkeit von Wasser) sind technische Auslegungen und Reserven erforderlich, im zweiten Fall dagegen (bsp. unerwünschte Verbreitung irdischer Mikroorganismen im neuen Habitat bzw. Einschleppung eventuell vorhandener Marsmikroben beim Rückflug) kommen im Wesentlichen Vorsorgemaßnahmen in Betracht. Die Risiko-Strategie basiert darauf, dass die Mission darauf eingestellt sein muss, dass mögliche denkbare Fehler auch auftreten können und eine Vorbereitung darauf zu erfolgen

hat. In diesem Sinne wird „Murphy's Law“ der Risikoanalyse zugrunde gelegt ¹. Dasselbe wird hier auch für das GVO-Monitoring angeregt.

Rechtliche Grundlagen des GVO-Monitoring

Die Aufgabe des GVO Monitoring besteht wesentlich darin, einen Beitrag zur Vorsorge im Hinblick auf unspezifische Risiken zu treffen. Im Rahmen von Tests lassen sich nicht alle relevanten Wirkungszusammenhänge prospektiv erfassen. Ein retrospektives Verfolgen nicht antizipierter Effekte erlaubt daher unter Umständen regulierende bzw. schadensabwehrende Eingriffe zur Vermeidung des Fortschreitens unerwünschter Entwicklungen.

Die wichtigsten Rechtsgrundlagen, auf die im EU-Rahmen Bezug zu nehmen ist, sind

Die Konvention für biologische Sicherheit (Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention of Biological Diversity)

- Die Richtlinie 2001/18/EC
- Die Richtlinie 1829/2003 (Regulation on genetically modified food and feed)
- Die Richtlinie 1831/2003 (Regulation on traceability and labelling)

Auszüge aus der Konvention bzw. den genannten Richtlinien verdeutlichen wichtige Positionen hierzu:

- Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity (<http://www.biodiv.org/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>)

Article 16

(1): „The Parties shall ... establish and maintain appropriate mechanisms, measures and strategies to regulate, manage and control risks identified in the risk assessment provisions of this Protocol associated with the use, handling and transboundary movement of living modified organisms.“

(3):“ Each Party shall take appropriate measures to prevent unintentional transboundary movements of living modified organisms“

Article 33: „Each Party shall monitor the implementation of its obligations under this Protocol, and shall ... report to the Conference of the Parties ... on measures that it has taken to implement the Protocol“

Den gesamten Text siehe unter

Die Direktive 2001/18/EC enthält die hauptsächlichen Rechtsgrundlagen (http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2001/l_106/l_10620010417en00010038.pdf)

Article 20: Monitoring and handling of new information

1. Following the placing on the market of a GMO as or in a product, the notifier shall ensure that monitoring and reporting on it are carried out according to the conditions specified in the consent. The reports of this monitoring shall be submitted to the Commission and the competent authorities of the Member States. On the basis of these reports, in accordance with the consent and within the framework for the monitoring plan specified in the consent,

¹ Zu weiteren Details siehe

http://science.nasa.gov/headlines/y2005/28oct_mepag.htm bzw.

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltraum/0,1518,druck-382598,00.html>

the competent authority which received the original notification may adapt the monitoring plan after the first monitoring period.

2. If new information has become available, from the users or other sources, with regard to the risks of the GMO(s) to human health or the environment after the written consent has been given, the notifier shall immediately take the measures necessary to protect human health and the environment, and inform the competent authority thereof. In addition, the notifier shall revise the information and conditions specified in the notification.
4. So as to ensure its transparency, the results of the monitoring carried out under part C of the Directive shall be made publicly available.

Article 25: Confidentiality

In no case may the following information ... be kept confidential: ...

- methods and plans for monitoring of the GMO or GMOs and for emergency response;
- environmental risk assessment.

ANNEX VII: MONITORING PLAN

The objective of a monitoring plan is to:

- confirm that any assumption regarding the occurrence and impact of potential adverse effects of the GMO or its use in the e.r.a. are correct, and
- identify the occurrence of adverse effects of the GMO or its use on human health or the environment which were not anticipated in the e.r.a. (environmental risk assessment)

B. General principles

Monitoring, as referred to in Articles 13, 19 and 20, takes place after the consent to the placing of a GMO on the market. The interpretation of the data collected by monitoring should be considered in the light of other existing environmental conditions and activities. ...

- Die Regulation (EC) No 1829/2003 on genetically modified food and feed enthält weitere Konkretisierungen (http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00010023.pdf)

32: It is recognised that, in some cases, scientific risk assessment alone cannot provide all the information on which a risk management decision should be based, and that other legitimate factors relevant to the matter under consideration may be taken into account.

17. (5).: In the case of GMOs or feed containing or consisting of GMOs, the application shall also be accompanied by: ...

(b) a monitoring plan for environmental effects conforming with Annex VII to Directive 2001/18/EC, including a proposal for the duration of the monitoring plan; this duration may be different from the proposed period for the consent

- Ebenso die Regulation (EC) No 1830/2003 on traceability and labelling

Whereas:

(3) Traceability requirements for GMOs should facilitate both the withdrawal of products where unforeseen adverse effects on human health, animal health or the environment, including ecosystems, are established, and the targeting of monitoring to examine potential effects on, in particular, the environment. Traceability should also facilitate the implementation of risk management measures in accordance with the precautionary principle.

(8) Guidance on sampling and detection should be developed in order to facilitate a coordinated approach for control and inspection and provide legal certainty for operators. Account should be taken of registers containing information on genetic modifications in GMOs established by the Commission in accordance with Article 31(2) of Directive 2001/18/EC and Article 29 of Regulation (EC) No 1829/2003.

Datenbasen als Planungshintergrund

Die Konzeption des Monitoring erfordert den Bezug auf und die Bereitstellung von umfangreichen Datengrundlagen, um die relevanten Zusammenhänge angemessen erfassen zu können. Zunächst sind die Eigenschaften des Organismus und die Art der Transformation zu berücksichtigen. Obwohl diese Ebene nicht direkt ausschlaggebend für Wirkungen auf größeren räumlichen Skalen ist, ergeben sich daraus Hinweise für die Ableitung von Prioritäten und zu berücksichtigenden Unsicherheitspotenzialen. Als weitere Ebene sind die Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Praxis zu diskutieren, die mit der genetischen Modifikation einhergeht sowie das Potenzial der Persistenz und Interaktion mit lokalen ökologischen Prozessen. Als nächste auszufüllende Ebene ist der regionale Kontext zu erschließen. Hier ergibt sich ein erheblicher fallspezifischer Konkretisierungsbedarf. Je großräumiger der betrachtete Zusammenhang ist, desto evidenter wird das Potenzial der Interaktionen und das Zusammenwirken verschiedener Einflussgrößen und der integrative Charakter. Beispielhaft werden folgend einige der Datenquellen genannt:

- Die Regionalstatistik auf Kreisebene erlaubt eine zwar unscharfe aber flächendeckende Auswertung der regionalen Anbaudichten. Für die Wahrscheinlichkeit des regionalen Zusammentreffens verschiedener transgener Konstrukte ergeben sich aus einer Auswertung der Hauptanbauggebiete wesentliche Informationen. So wird z.B. deutlich, dass im Hinblick auf Raps, Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben ein Schwerpunkt des Zusammentreffens in Nordost-Deutschland zu erwarten ist, wo gleichzeitig ein Schwerpunkt des biologischen Anbaus liegt (siehe Züghart & Breckling 2003, Bd. 2).
- Verknüpfungen mit weiteren regionalen Charakteristika liegen nahe, zu nennen sind hier zunächst einmal Schutzgebiete, die kartografisch vorliegen (BfN Datenbestände, siehe auch Menzel et al 2005).
- Auch die Verbreitungsgebiete von Organismen spielen auf der regionalen Ebene eine wichtige Rolle. Zu nennen sind hier sowohl geschützte Arten als auch potenzielle Hybridisierungspartner unter den Wildarten sowie die Verbreitungsgebiete von Schadorganismen wie z.B. das des Maiszünslers. Auch hier sind Datenquellen wenn auch unterschiedlicher Qualität verfügbar, die regionale Auskünfte liefern (z.B. BBA 1999).
- Eine weitere Datenquelle von zentraler Bedeutung – und hinsichtlich der räumlichen Auflösung bisher nicht zu übertreffen, sind Fernerkundungsdaten. Aus Satellitenaufnahmen lassen sich mittels geeigneter Algorithmen Anbauflächen bestimmter Kulturarten sowie die aktuelle Landbedeckung und ihre saisonale Veränderung ableiten. Für Raps liefert Laue (2004) eine methodische Grundlegung. Fragestellungen zu Interaktions- und potenziellen Kontaminationswahrscheinlichkeiten lassen sich regional wahrscheinlichkeitsstatistisch abarbeiten.
- Daten des Deutschen Wetterdienstes, die zur Analyse der klimatischen Variabilität im Raum heranziehbar sind, liefern weitere Basisdaten, die für modellgestützte regionale Extrapolationen benötigt werden (<http://www.dwd.de> Kontakt: datenservice@dwd.de).
- Die Datenverknüpfung zum Zwecke der Ableitung von Risikopotenzialen und deren räumlicher Zuordnung erfordert eine Datenverknüpfung über die verschiedenen Ebenen hinweg und erfordert eine gemeinsame Verfügbarkeit der Daten und dazu die Möglichkeit des synchronen Zugriffs.

Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Am Fallbeispiel Raps können die Vielfalt grundlegender Monitoring-Fragestellungen und die Verknüpfung verschiedener Informationsebenen beispielhaft diskutiert werden. Kernpunkte dessen sind hier mit Bezug auf die ökologischen Organisationsebenen kurz zusammengestellt.

- **Basisdaten I**

(Organisationsebene: überwiegend molekularer Bereich und Ebene des Individuums)

Die Saatgutuntersuchung liefert wichtige Basis-Informationen, die dem weiteren Monitoring zugrunde zu legen sind. Ein Überblick über die Reinheit des Saatguts (Anwesenheit, Abwesenheit von Transgenen) ist erforderlich, um davon abhängende Verbreitungs- und Verunreinigungsfragen abschätzen zu können. Die Information ist im Kontext des Saatguthandels durch geeignete Stichproben regionalisierend erhebbar.

Hier ist auch eine Überwachung der Sortenkonstanz anzusiedeln, die im Hinblick auf GVO die Stabilität der Integration des Transgens und seiner Identität mit dem zugelassenen Konstrukt überprüfen muss. Es ist von der Möglichkeit auszugehen, dass es im Zuge der Saatgutvermehrung über die Jahre zu Umorganisationen im Genom kommen kann, die verbunden ist mit Änderungen der Transgensequenz selbst, der flankierenden Sequenzen oder des Integrationsorts. Dies kann zu potenziell unerwünschten Eigenschaften führen und ist daher vorsorgend zu überwachen.

- **Basisdaten II**

(Organisationsebene: überwiegend Landschafts- und regionale Ebene)

Als weitere Basisinformation sind die Ausbringungs- und Anbauorte zu erfassen. Diese Information liefert eine entscheidende Voraussetzung, um Wechselwirkungen abschätzen zu können. Eine Erfassung ist über das Gen-Register möglich. Als weiterer Interpretationsrahmen ist komplementär die Information über die Ausbringungsorte konventioneller Sorten erforderlich bzw. im Falle von Raps auch die von potenziellen Kreuzungspartnern, die z.T. auch in Gründünger Mischungen enthalten sind. Zu erfassen wären hier insbesondere die Arten *Brassica rapa*, *Raphanus sativus*, *Sinapis alba* und ggf. *Brassica oleracea* als zum Teil großflächig kultivierte Arten. Ein Zugang zu der Information kann in relevantem Umfang über die Auswertung von Satelliten-Daten und den Abgleich mit dem Gen-Register erfolgen.

Es kommt die Notwendigkeit der Erfassung des Verbreitungsmusters der verwandten Wildarten hinzu. Als Datenquellen kommen hier insbesondere die floristischen Kartierungen zur Abschätzung der Populationsdichten in Frage (BfN, Forkart). Die Datenlage ist hier aber verhältnismäßig heterogen. Als Arten geht es hier insbesondere um *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis* und weitere weniger verbreitete Arten u.a. aus den Gattungen *Diplotaxis* und *Rapistrum*. Eine Übersicht über in Frage kommende Kreuzungspartner gibt die OECD 1997.

Nachhaltigkeit des Anbaus

(Organisationsebene: überwiegend Populationsebene und Ebene des Ökosystems)

Die Effizienz des angestrebten Nutzens und damit verbundene Folgewirkungen sind hier zu verfolgen. Fragen der Wirtschaftlichkeit sowie der Verunreinigung des Erntegutes und deren Auswirkungen spielen eine Rolle. Auch weitere Beobachtungen im Hinblick auf unspezifische Veränderungen sind hier erfassbar. In methodischer Hinsicht kann dieser Bereich einerseits durch Genomanalysen im Hinblick auf Präsenz/ Abwesenheit von Transgenen erhoben werden sowie durch Fragebogen-Erhebungen unter den Landwirten bzw. den an Aussaat, Ernte, Transport und Verarbeitung Beteiligten.

- **Biodiversität im Agrarraum**

(Organisationsebene: überwiegend die Ebenen Population, Ökosystem und Landschaft)

Fragen der Beeinflussung der Biodiversität sind im Zusammenhang mit Monitoring-Fragestellungen umfangreich diskutiert werden und vielfach wird hier ein Schwerpunkt der Monitoring-Anstrengungen gesehen. Inhaltlich geht es hier um die Erfassung von Parametern, die den Bodenzustand inklusive der Bodenbiozönose charakterisieren, um die Ackerbegleitflora, Fauna und Flora der Ackerrandstreifen und Saum-Biotope. Ferner ist die Habitatnutzung durch weitere Arten der Makrofauna (Wild, Vögel) zu erfassen. Entsprechend dem Ansatz der Farm Scale Evaluations, die als Referenzprojekt herangezogen werden können, wird es hier um die Auswahl landschaftscharakteristisch repräsentativer Probenorte gehen, an denen entsprechende Erhebungen durchzuführen sind (u.a. Champion et al 2003, Squire 2003). Ein flächendeckender Erfassungs-Ansatz ist hier nicht möglich. Für die Wahl geeigneter repräsentativer Probestellen gibt es zahlreiche Anhaltspunkte aus vergleichbaren Programmen, z.B. der Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen und der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS).

- **Regionale Effekte im landwirtschaftlich genutzten Raum**

(Organisationsebene: überwiegend Region)

Auf großräumiger Ebene sind zusätzliche Veränderungen beobachtbar. Auswirkungen der Veränderungen von Fruchtfolgen, der Landnutzungsintensität und der Landschaftsstruktur können für die Nachhaltigkeit der Nutzungsfähigkeit des Naturhaushalts und der Agrargüter von Bedeutung sein und müssen im Rahmen des Monitoring überprüft werden. Als Datenquellen kommen hier u.a. die folgenden in Betracht:

- Agrarstatistik (RegioStat),
- Fragebögen die von Anwendern ausgefüllt werden
(siehe z.B. http://www.bba.de/abm-gvp/wilhelm_2.pdf
und http://www.bba.de/abm-gvp/poster_monitoring.pdf),
- Fernerkundungsdaten
- (siehe z.B. das MARS-Projekt (Monitoring Agriculture with Remote Sensing)
der EU am Joint Research Centre (JRC)
(http://projects-2001.jrc.cec.eu.int/default/show.gx?Object.object_id=PROJECTS000000000000001B9)
- Resultate von Computermodellierungen z.B.: Breckling (2004)

Darüber hinaus können auch direkte Erhebungen von Bedeutung sein, wie im Hinblick auf das Pollen-Monitoring (Hofmann et al. 2005) ausgearbeitet.

Regionale Effekte außerhalb des Agrarraums und Monitoring der Transgen- Hintergrundbelastung

(Organisationsebene: überwiegend Region)

Auf regionaler Ebene sind insbesondere für Raps auch Effekte außerhalb des Agrarraumes in die Erfassung potenziell unerwünschter Wirkungszusammenhänge einzubeziehen. Raps kommt in wild wachsenden Populationen häufig entlang von Transportachsen, in Industriegebieten, auf Ruderalflächen, Hafenanlagen und im Siedlungsbereich vor. Dieselben Standorte werden von den Wildverwandten häufig besiedelt (Menzel et al. 2003, Menzel 2005). Ein Monitoring der Transgen-Dichte in Wildpopulationen ist daher von wesentlicher Bedeutung, um einen Überblick darüber zu gewinnen, in welchem Umfang Transgene in Wildpopulationen persistieren und möglicherweise zur Quelle für unerwünschte Entwicklungen werden können. Erforderlich sind hier repräsentative Probenahmen und ein Trans-

gen-screening. Repräsentative Standorte wären hier in einer hinreichenden Zahl von Großstadt- bzw. Siedlungs- und Industriegeprägten Räumen zu wählen.

Ebenfalls auf regionaler Ebene zu untersuchen ist das Vorkommen von Transgenen in weiteren Umweltmedien, insbesondere im Boden, im Abwasser und in Gewässersedimenten. Dort, wo es zu Akkumulation organischer Substanz aus einem größeren regionalen Einzugsgebiet kommt, kann eine erhöhte Wahrscheinlichkeit bestehen, dass Transgene angereichert werden und in verändertem Funktionszusammenhang biologisch Relevanz gewinnen. Dies betrifft nicht nur die Zielgene, die in gentechnisch veränderte Pflanzen eingebracht wurden, sondern auch die regulatorischen Sequenzen (Promotoren, Terminatoren) sowie Markergene, darunter insbesondere Antibiotikaresistenzen. Auch hier sind repräsentative Probenahmen mit anschließendem Transgen-Screening erforderlich. Dieses kann einmal im Zusammenhang mit dem Gewässer-Monitoring erfolgen sowie durch Probenahme an Kläranlagen-Standorten. Da dieser Schritt im Prinzip für alle in größerem Umfang genutzten Transgene gleichermaßen von Bedeutung ist, bietet sich die Erfassung im Rahmen von DNA-Chips an, die parallel eine Vielzahl von Sequenzen detektieren können. Methodische Grundlagen sind hierzu u.a. bei Züghart & Breckling 2003 genannt.

Monitoring und Murphy's Law

Das Monitoring gentechnisch veränderter Organismen ist nicht nur eine Aufgabenstellung, die bilanzierend Gesamtheiten erfassen muss, wie dies in Bereichen des abiotischen Monitoring der Fall ist, wo es um Nährstoff-Frachten, Schadstoffkonzentrationen oder Partikeldichten geht. Das Monitoring biotischer Entitäten auf den Niveaus von Individuen, Populationen, Ökosystemen, Landschaften und Regionen muss außer raumgreifenden Bilanzen auch die Augen im Hinblick auf „Stecknadeln im Heuhaufen“ offen halten, denn als biotische Entitäten haben diese das Potenzial zur Selbstvermehrung. Die Effizienz des Monitoring ist um so höher einzuschätzen, je zeitiger es über unerwünschte Entwicklungen Auskunft geben kann und so durch rechtzeitige Informations-Bereitstellung den räumlich-zeitlichen Spielraum für Gegenmaßnahmen oder Adaptationen vergrößert. In Heuhaufen finden sich bekanntlich schwer alle Nadeln gleichzeitig. Deshalb ist hier ein Blick auf die zahlreich entwickelten Varianten von „Murphy's Law“ eine ebenso so ernsthafte wie ironische Konklusion zu den anstehenden Problemen². In einer häufig zitierten Fassung macht es darauf aufmerksam, *alles was schief gehen kann, auch schief geht*. Im aktuellen Zusammenhang sind folgende der zahlreichen Derivate interessant:

- *Nichts ist so einfach wie es aussieht ...*
- *Alles dauert länger als man denkt ...*
- *Wenn du denkst, dass alles gut läuft, übersiehst du etwas ...*
- *Man findet nur das wonach man sucht ...*

Oder: *Untersuchungsergebnisse unterstützen eine Hypothese direkt proportional zu den dafür aufgewandten Fördermitteln ...*

² http://de.wikipedia.org/wiki/Murphys_Gesetz :

„Die Devise wird in der modernen Technik als analytischer Maßstab für Fehlervermeidungsstrategien angewandt (u.a. in der Informatik und der Qualitätssicherung) und stellt das scheinbar witzige Gesetz auf eine sehr ernsthafte Basis. Ein Gesetz für Kulturen, die ja ebenfalls komplexe Systeme sind, das den Umkehrschluss zu Murphys Gesetz darstellt, lautet dann: *Ist eine bestimmte Entwicklung irgendwo nicht eingetreten, so war sie (an dieser Stelle) auch nicht möglich*. Dies beantwortet z. B. einen Teil der Fragen, warum die Erfindung des Ackerbaus zu dieser Zeit und an diesem Ort erfolgte.“

Literatur

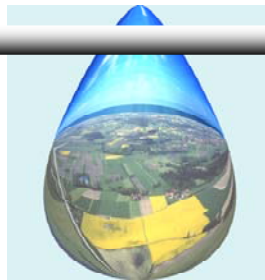
- BBA (Biologische Bundesanstalt) 1999: Befallsatlas der Gefährdung durch Schädlinge und Krankheiten. Ribbesbüttel (Saphir Verlag)
- Breckling, B. (Hrg.) 2004: Projekt-Abschlussbericht GenEERA: Generische Erfassung und Extrapolation der Raps-Ausbreitung. Universität Bremen, BMBF Förderkennzeichen 0312637 A, B, C, D
- Champion, G. T., May, M. J., Bennett, S., Brooks, D. R., Clark, S. J., Daniels, R. E., Firbank, L. G., Haughton, A. J., Hawes, C., Heard, M. S., Perry, J. N., Randle, Z., Rossall, M. J., Rothery, P., Skellern, M. P., Scott, R. J., Squire, G. R. & Thomas, M. R. 2003: Crop management and agronomic context of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil.Trans.R.Soc.Lond.B* (2003) 358, 1801–1818
- Hofmann, F.; Schlechtriemen, U.; Wosniok, W. & Foth, M. (2005, in Print: Technische und biologische Pollenakkumulatoren und PCR-Screening für das Umweltmonitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) zur Dokumentation von Eintrag und Verbreitung von GVO. - UFOPLAN Förderkennzeichen 200 89 412 / VE 039. Im Auftrag des Umweltbundesamts Berlin
- Laue, H. 2004: Automated Detection of Canola/Rapeseed Cultivation from Space. Application of new Algorithms for the identification of Agricultural Plants with Multispectral Satellite Data on the Example of Canola Cultivation. Dissertation submitted for a degree of Doctor in Natural Sciences of the University of Bremen
- Menzel, G. 2005: Verbreitungsdynamik und Auskreuzungspotenzial von *Brassica napus* L. (Raps) im Großraum Bremen. Basiserhebung zum Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat) durch den Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) der Universität Bremen
- Menzel, G.; Breckling, B.; Filser, J. 2003: Monitoring der Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen in Bremen und im Bremer Umland. Erfassung der Ausbreitungs- und Auskreuzungsdynamik von Raps (*Brassica napus*). Projekt - Abschlußbericht Universität Bremen.
- Menzel, G.; Lünsmann, I.; Middelhoff, U.; Breckling, B.; Schmidt, G.; Tillmann, J.; Windhorst, W.; Schröder, W.; Filser, J.; Reuter, H. 2005: Gentechnisch veränderte Pflanzen und Schutzgebiete – Wirksamkeit von Abstandsregelungen. Bundesamt für Naturschutz: Naturschutz und Biologische Vielfalt Bd. 10 Bonn Bad Godesberg 164 S
- OECD 1997: Consensus document on the biology of *Brassica napus* L. (Oilseed rape). Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology No.7. OCDE/GD(97)63. [http://www.oilis.oecd.org/olis/1997doc.nsf/LinkTo/ocde-gd\(97\)63](http://www.oilis.oecd.org/olis/1997doc.nsf/LinkTo/ocde-gd(97)63)
- Squire, G. R., Brooks, D. R., Bohan, D. A., Champion, G. T., Daniels, R. E., Haughton, A. J., Hawes, C., Heard, M. S., Hill, M. O., May, M. J., Osborne, J. L., Perry, J. N., Roy, D. B., Woiod, I. P. & Firbank, L. G. 2003: On the rationale and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops *Phil.Trans.R.Soc.Lond.B* (2003) 358, 1779–1799
- Züghart, W. & Breckling, B. (2003): Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. Teil I und Teil II. UBA Texte 50/03. Umweltbundesamt, Berlin, 2 Bände

Rechtsgrundlagen

- CARTAGENA PROTOCOL ON BIOSAFETY TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY <http://www.biodiv.org/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>
- DIRECTIVE 2001/18/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms (of 12 March 2001) Official Journal of the European Communities. L 106, 17.4.2001
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2001/l_106/l_10620010417en00010038.pdf
- REGULATION (EC) No 1829/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on genetically modified food and feed (of 22 September 2003)
Official Journal of the European Union L 268, 18.10.2003
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00010023.pdf

REGULATION (EC) No 1831/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 22 September 2003 concerning the traceability and labelling of genetically modified or-
ganisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified
organisms and amending Directive 2001/18/EC Official Journal of the European
Union L 268, 18.10.2003
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00240028.pdf

Ökologische Befunde zur Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring von Raps



Was Wo und Warum

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Übersicht

- Einführung (von etwas weiter weg)
- Rechtsgrundlagen
- Datenbasen als Planungs-Hintergrund
- Arbeitsfelder Raps-Monitoring
- Literatur

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Einführung



Was kann auf dem Mars alles schief gehen

Sicherheitsanalyse nach dem Prinzip von Murphy's Law:
Alles was schief gehen kann, geht auch (mal) schief

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Was kann auf dem Mars alles schief gehen?

„According to Murphy's Law, *whatever can go wrong, will go wrong*, and presumably this applies on Mars as well as Earth. So if things go wrong on Mars, are we ready for them? What do we need to know about Mars before we send people there?

That question is what NASA's Mars Exploration Program Analysis Group (MEPAG for short) addressed in its report dated June 2, 2005, which bears the long mouthful of a title

An Analysis of the Precursor Measurements of Mars Needed to Reduce the Risk of the First Human Mission to Mars.“

MEPAG

Mars Exploration Program
Analysis Group at NASA



eine kontinuierlich tätige,
programmbegleitende
Arbeitsgruppe



B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

http://science.nasa.gov/headlines/y2005/28oct_mepag.htm

■ Was kann auf dem Mars alles schief gehen?

Prioritär eingeschätzte Risiken und Gefahren

- Korrosivität und Toxizität des Staubes
- Zugang und Nutzbarkeit von Wasser
- Hinweg: Ausbreitung (und Mutation?) terrestrischen Lebens auf dem Mars
- Rückweg: Mars-Lebensformen könnten die irdische Biosphäre schädigen ...

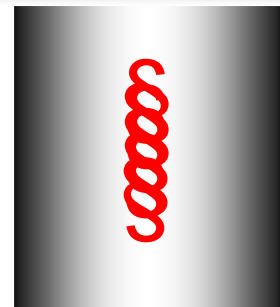
Gefahrenspezifische Handlungsoptionen

- Technische Geräte ...
 - angemessen auslegen,
 - zur Not abschalten und demontieren
- Biotische Einheiten ...
 - *Selbsterstellend und selbstverändernd* -
 - *Vorsorge, Beobachtung*

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltraum/0,1518,druck-382598,00.html>

Spezifische Rechtsgrundlagen



(Weitere Details siehe EU-Projekt SIGMEA:
Deliverable 1 Workpackage 8)

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity

Article 16

(1): „The Parties shall ... establish and maintain appropriate mechanisms, measures and strategies to regulate, **manage and control risks identified in the risk assessment provisions of this Protocol associated with the use, handling and transboundary movement of living modified organisms.**“

(3):“ **Each Party shall take appropriate measures to prevent unintentional transboundary movements of living modified organisms**“

Article 33: „**Each Party shall monitor the implementation of its obligations under this Protocol**, and shall ... report to the Conference of the Parties ... on measures that it has taken to implement the Protocol“

<http://www.biodiv.org/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Direktive 2001/18/EC

... enthält die hauptsächlichen Rechtsgrundlagen

Article 20: Monitoring and handling of new information

1. **Following the placing on the market of a GMO as or in a product, the notifier shall ensure that monitoring and reporting on it are carried out according to the conditions specified in the consent.** The reports of this monitoring shall be submitted to the Commission and the competent authorities of the Member States. On the basis of these reports, in accordance with the consent and within the framework for the monitoring plan specified in the consent, the competent authority which received the original notification may adapt the monitoring plan after the first monitoring period.

Official Journal of the European Communities EN L 106/1 – 38, 17.4.2001

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2001/l_106/l_10620010417en00010038.pdf

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Direktive 2001/18/EC

Article 20 (2). If new information has become available, from the users or other sources, with regard to the risks of the GMO(s) to human health or the environment after the written consent has been given, the notifier shall immediately take the measures necessary to protect human health and the environment, and inform the competent authority thereof. In addition, the notifier shall revise the information and conditions specified in the notification.

4. So as to ensure its transparency, the results of the monitoring carried out under part C of the Directive shall be made publicly available.

Article 25: Confidentiality

In no case may the following information ... be kept confidential: ...

- methods and plans for monitoring of the GMO or GMOs and for emergency response;
- environmental risk assessment.

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Direktive 2001/18/EC

... ANNEX VII: MONITORING PLAN

The objective of a monitoring plan is to:

- confirm that any assumption regarding the occurrence and impact of potential adverse effects of the GMO or its use in the e.r.a. are correct, and
- identify the occurrence of adverse effects of the GMO or its use on human health or the environment which were not anticipated in the e.r.a. (environmental risk assessment)

B. General principles

Monitoring, as referred to in Articles 13, 19 and 20, takes place after the consent to the placing of a GMO on the market. The interpretation of the data collected by monitoring should be considered in the light of other existing environmental conditions and activities. ...

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Regulation (EC) No 1829/2003 on genetically modified food and feed

32: It is recognised that, in some cases, **scientific risk assessment alone cannot provide all the information on which a risk management decision should be based**, and that other legitimate factors relevant to the matter under consideration may be taken into account.

17. (5).: In the case of GMOs or feed containing or consisting of GMOs, the application **shall also be accompanied by: ...**

(b) a monitoring plan for environmental effects conforming with Annex VII to Directive 2001/18/EC, including a proposal for the duration of the monitoring plan; this duration may be different from the proposed period for the consent

Official Journal of the European Union L 268, 18.10.2003

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00010023.pdf

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Regulation (EC) No 1830/2003 on traceability and labelling

Whereas: (3) **Traceability requirements for GMOs should facilitate both the withdrawal of products where unforeseen adverse effects on human health, animal health or the environment, including ecosystems, are established**, and the targeting of monitoring to examine potential effects on, in particular, the environment. Traceability should also facilitate the implementation of risk management measures in accordance with the precautionary principle.

(8) **Guidance on sampling and detection should be developed in order to facilitate a coordinated approach for control and inspection and provide legal certainty for operators**. Account should be taken of registers containing information on genetic modifications in GMOs established by the Commission in accordance with Article 31(2) of Directive 2001/18/EC and Article 29 of Regulation (EC) No 1829/2003.

Official Journal of the European Union L 268, 18.10.2003

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018en00240028.pdf

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Datenbasen als Planungs- Hintergrund



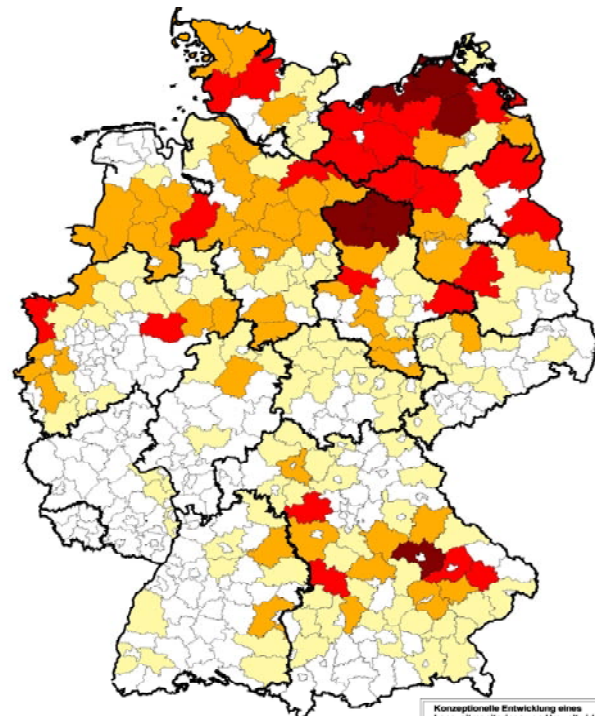
B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Regio- nalisierung von Wirk- potenzialen

- (Potenzielle GVO-) Haupt-Anbaugebiete
 - Raps
 - Mais
 - Rüben
 - Kartoffeln

Kreis-Statistik

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



Hauptanbaugebiete*

- keine
- von einer Kulturart
- von 2 Kulturarten
- von 3 Kulturarten
- aller 4 Kulturarten

* Landkreise, deren Anbauflächen zusammen 2/3 der Gesamtanbaufläche der Kulturart in Deutschland abdecken



Konzeptionelle Entwicklung eines
Langzeitszenarios von Umweltwirkungen
transgener Kulturpflanzen
Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
im Auftrag des BfL

Landkreise mit Hauptanbaugebieten*
von Mais, Raps, Kartoffeln und Zuckerrüben

0 50 100 Kilometers
Maßstab: 1:4.000.000

Universität Bremen
Zentrum für Umweltforschung und
Umwelttechnologie (ZfU)
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen

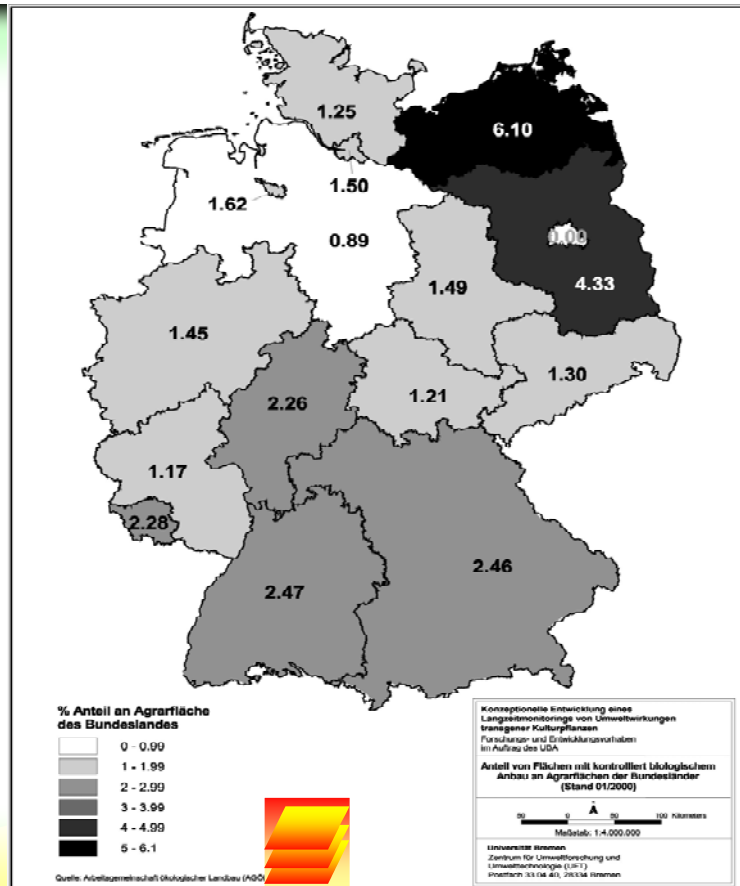
Quelle:
Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.)
CD-ROM Statistik Regional, Ausgabe 1999

Regionalisierung von Wirkpotenzialen

- Anteil des biologischen Landbaus an der Agrarfläche

Kreis-Statistik

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



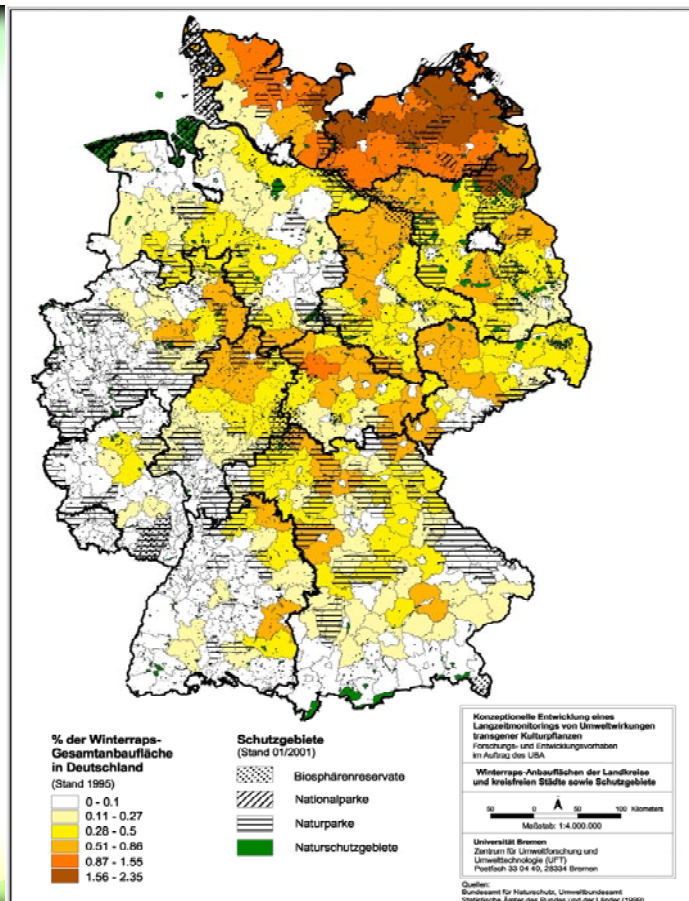
Regionalisierung von Wirkpotenzialen

- Kombination: Rapsanbau und Schutzgebiete

*Erforderlich:
Multivariate
Verknüpfungen*

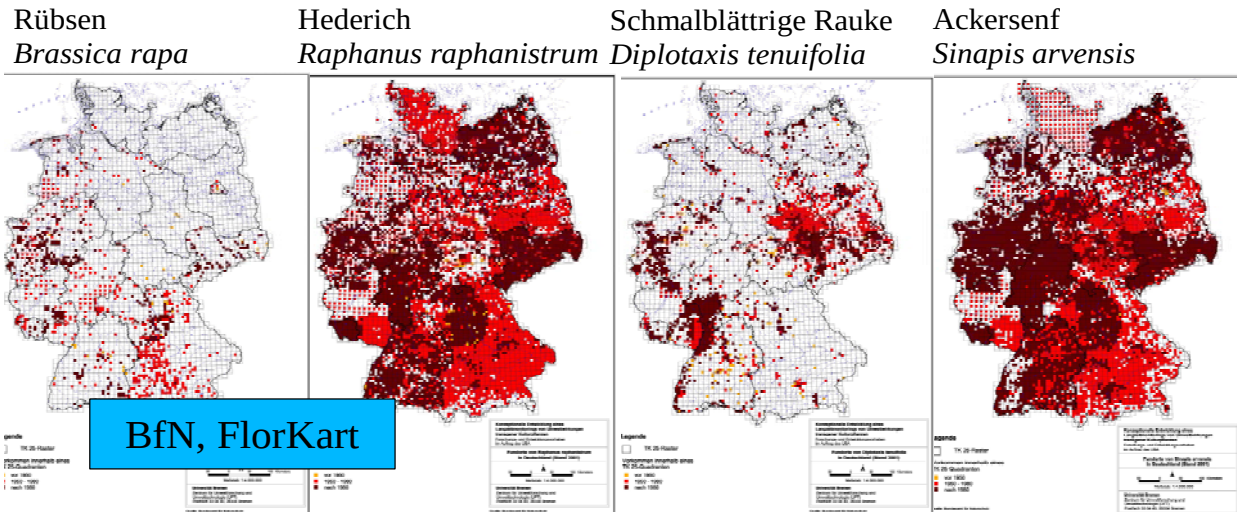
Kreis-Statistik

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

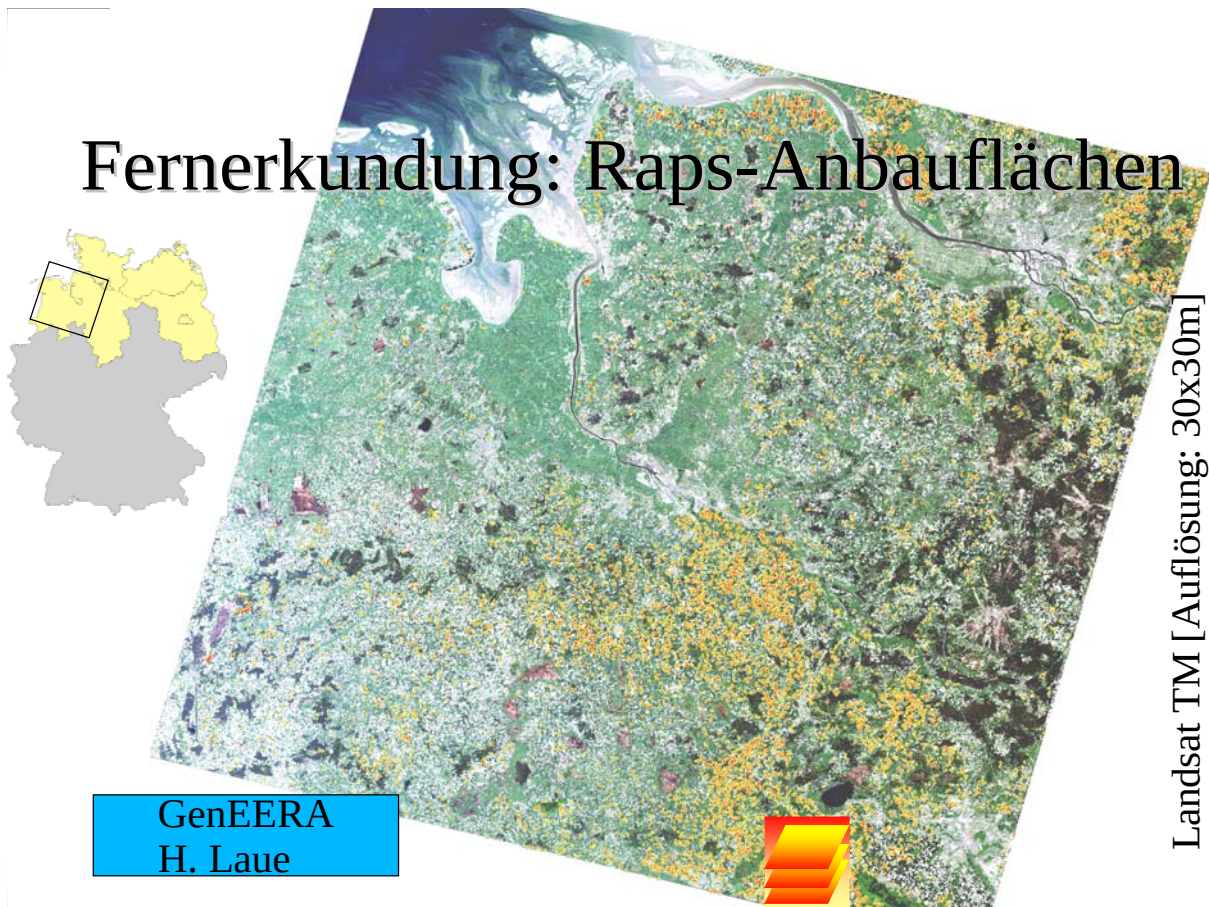


■ Regionalisierung von Wirkpotenzialen

- Verbreitung potenzieller Kreuzungspartner von Raps



Fernerkundung: Raps-Anbauflächen



Fernerkundung: Raps-Anbauflächen

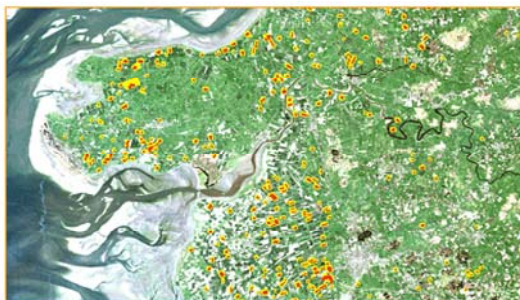


GenEERA
H. Laue



Landsat TM [Auflösung: 30x30m]

Fernerkundung: Raps-Anbauflächen



Eiderstedt

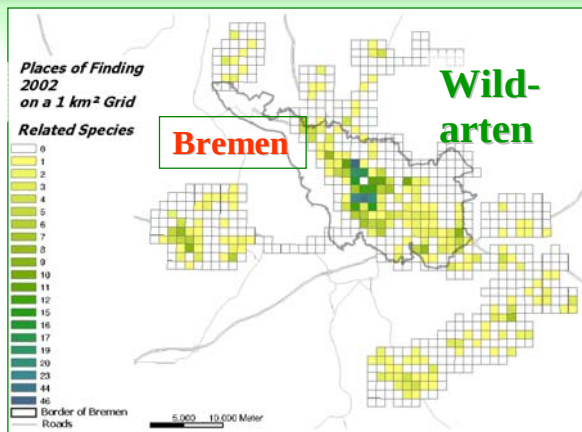
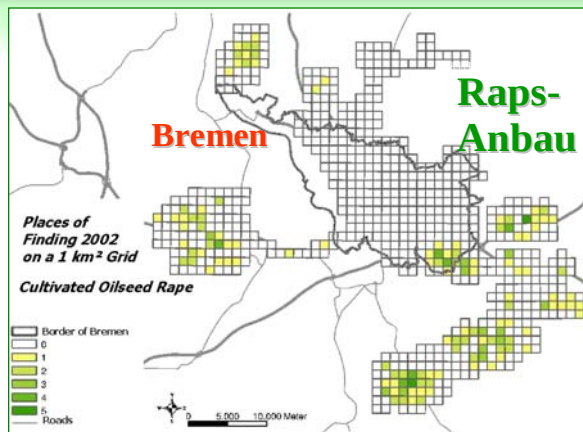
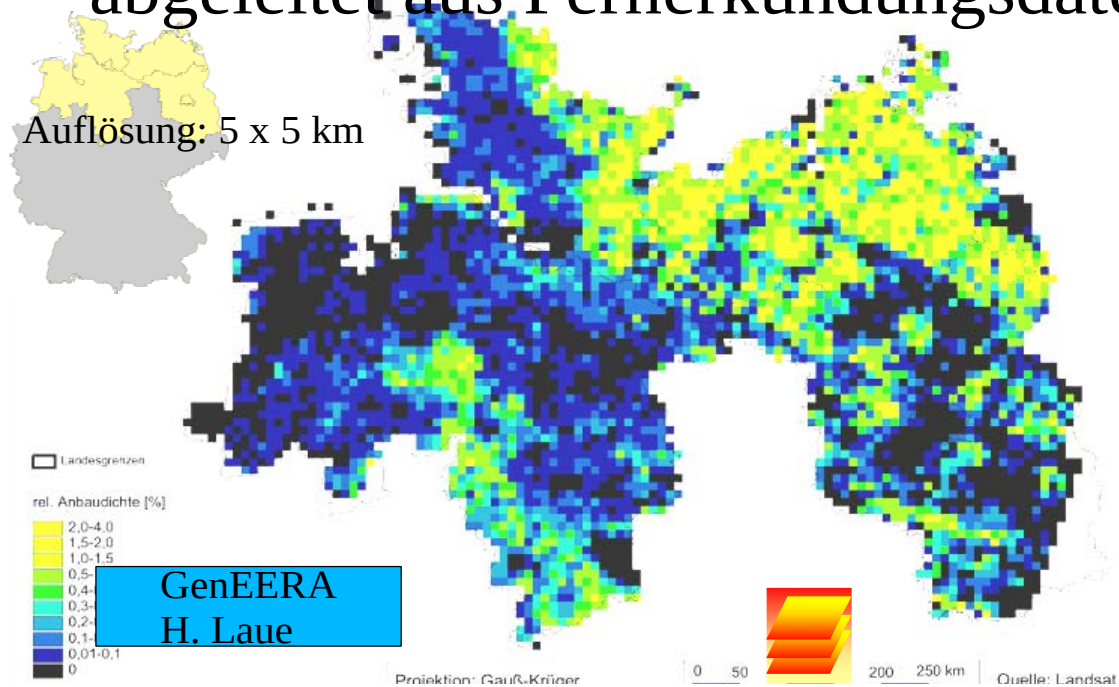


Kiel

Schleswig Holstein

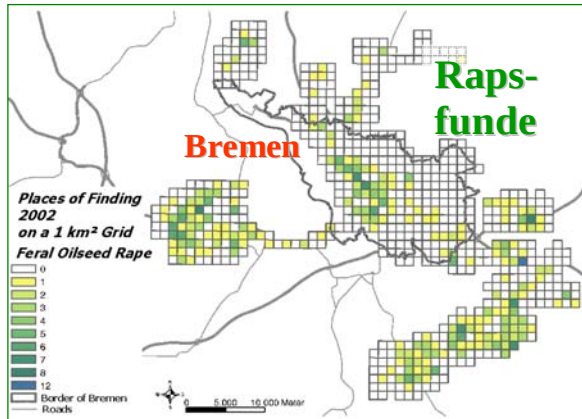
Regionale Variabilität von Feldgrößen und Anbaudichten

Raps-Anbaudichte abgeleitet aus Fernerkundungsdaten

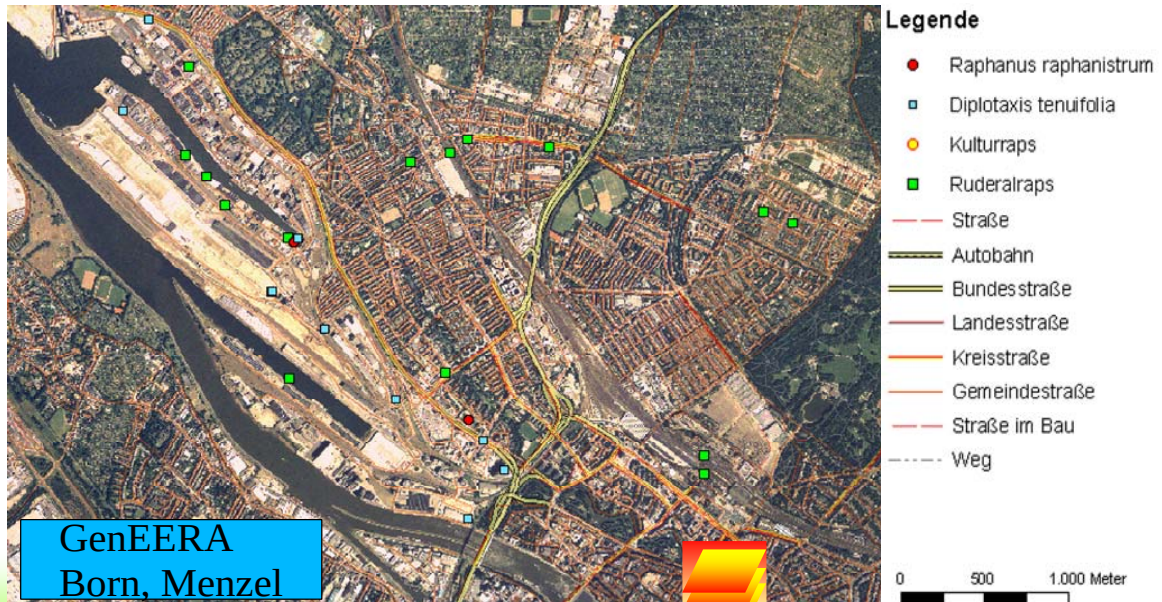


Fundorte von Raps
und potenziellen
Kreuzungs-
partnern

Dissertation
G. Menzel



Raps und Kreuzungspartner Luftbild, Hafengebiet Bremen



B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Nächste Nachbarn
(basierend auf er
Kartierung von 570
km² um Bremen,
2002

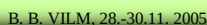
Art (Anzahl der Fundstellen)	<i>Brassica napus</i>	<i>Brassica nigra</i>	<i>Brassica oleracea</i>	<i>Brassica rapa</i>	<i>Descurainia sophia</i>	<i>Diploaxia muralis</i>	<i>Diploaxia tenuifolia</i>	<i>Hirschfeldia incana</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Rapistrum rugosum</i>	<i>Sinapis alba</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Brassica napus</i> Oilseed Rape (728)	293m (549)	-	253m (14)	285m (50)	-	131m (2)	102m (15)	56m (2)	221m (7)	252m (22)	184m (1)	247m (6)	299m (60)
<i>Brassica nigra</i> Black Mustard (4)	150m (1)	-	-	-	-	-	115m (1)	-	-	-	-	-	502m (2)
<i>Brassica oleracea</i> Cabbage (95)	226m (11)	-	65m (72)	229m (5)	-	-	61m (1)	-	-	-	-	148m (1)	126m (5)
<i>Brassica rapa</i> Wild Turnip (128)	302m (58)	-	265m (8)	162m (44)	-	-	63m (1)	202m (1)	199m (2)	55m (1)	-	-	338m (13)
<i>Descurainia sophia</i> Flixweed (6)	-	-	-	-	11m (2)	-	-	-	-	-	-	-	25m (4)
<i>Diploaxia muralis</i> Annual Wallrocket (9)	141m (4)	-	-	-	-	-	61m (2)	-	-	-	-	-	345m (3)
<i>Diploaxia tenuifolia</i> Perennial Wallrocket (96)	109m (16)	129m (2)	61m (1)	103m (1)	-	103m (5)	70m (60)	184m (2)	130m (2)	-	89m (1)	705m (1)	236m (5)
<i>Hirschfeldia incana</i> Hoary Mustard (7)	65m (1)	-	-	202m (1)	-	-	98m (1)	60m (3)	-	-	-	-	46m (1)
<i>Raphanus raphanistrum</i> Wild Radish (24)	318 (7)	-	300 (1)	43 (1)	-	-	108 (2)	-	65 (4)	72 (2)	-	-	340 (7)
<i>Raphanus sativus</i> Garden Radish (41)	259 (29)	-	145 (2)	104 (2)	-	-	63 (1)	-	72 (2)	136 (4)	-	969 (1)	-
<i>Rapistrum rugosum</i> Bastard Cabbage (5)	873 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71 (3)	63 (1)	-
<i>Sinapis alba</i> White Mustard (38)	470 (21)	-	138 (2)	155 (3)	-	-	66 (2)	-	-	-	-	969 (1)	392 (8)
<i>Sinapis arvensis</i> Charlock (285)	251 (68)	100 (1)	186 (11)	320 (11)	21 (9)	307 (3)	297 (10)	46 (1)	459 (10)	272 (3)	-	510 (9)	188 (149)

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

GenEERA
Schmidt, Glemnitz

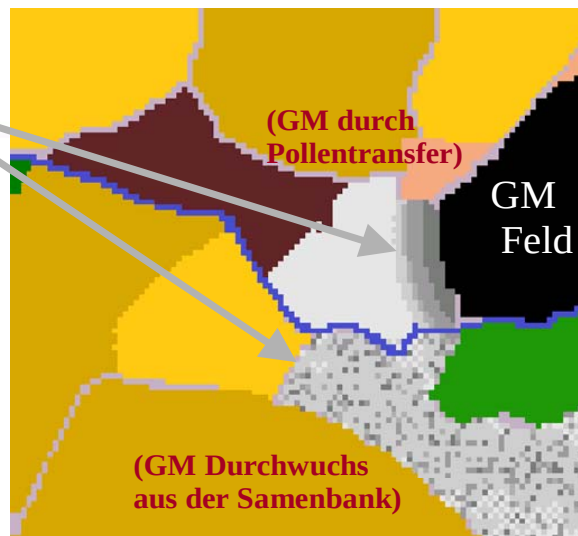
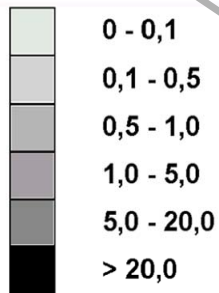


GenEERA



Modellbildung [1 km²]

% Transgenic seeds harvested per pixel



Auflösung:

10x10m

Klima

Einfluss

Phänologie

Anbau-

Management

Pollen-transfer

Samenbank

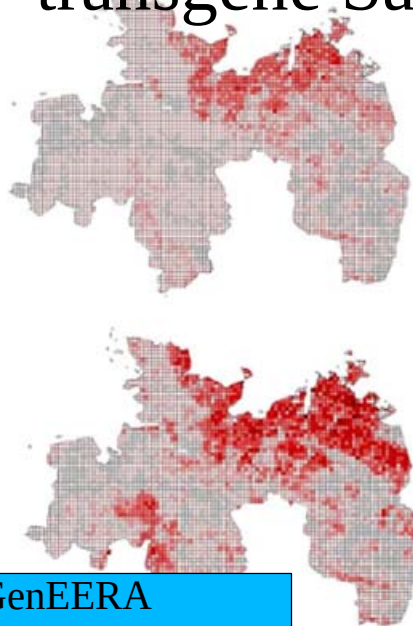
Genetische

Marker

GenEERA
U. Middelhoff

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Up-Scaling transgene Samenbank im Boden



Modell-Extrapolation:

Häufigkeit transgener Samen im Ackerboden nach 5 Jahren mit 10 % Marktanteil ...

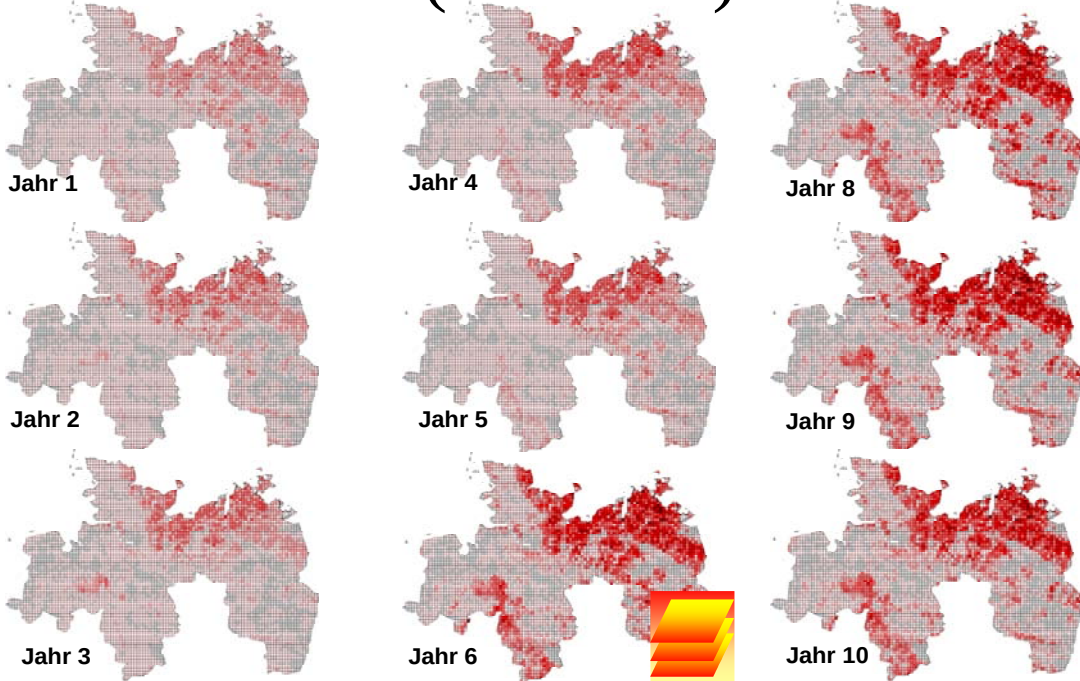
...und nach weiteren 5 Jahren mit 50 % Marktanteil von transgenem Raps

GenEERA
Middelhoff,
Schröder, Schmidt

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

(Szenario-Bedingung: Jahre 1 - 5: 10% GVO; Jahre 6 - 10: 50% GVO)

Transgene Samen im Ackerboden (simuliert)



■ Verbund-Beteiligte

Universität Bremen

Broder Breckling
(Koordination)

Ulrike Middelhoff
(Modellierung)

Gertrud Menzel
(Freiland-Erhebung)

Hendrik Laue
(Fernerkundung)

Andreas Born
(GIS)

Hochschule Vechta

Winfried Schröder
Gunther Schmidt
(Geo-Statistik, GIS)

Zentrum für Agrar- landschaftsforschung (ZALF, Müncheberg)

Michael Glemnitz
Angelika Wurbs
Bettina Funke
Sibylle Brozio
(Agronomie,
GIS, Statistik)

Universität Osnabrück

Herbert Hurka
Peter Borgmann
Barbara Neuffer
(Brassicaceen-
Ökologie)

Öko-Institut Freiburg

Beatrix Tappeser
Ruth Brauner
(Kausalketten-
analyse)

Universität Kiel

Wilhelm Windhorst
Roland Baumann
Matthias Keßler
Ernst-Walter Reiche
Andreas Rinker
Jörg Tillman
(Ökologie, Agronomie
EDV, GIS)

Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) von
2001 – 2004 unter dem Förderkennzeichen 0312637 A, B, C, D

Arbeitsfelder Raps- Monitoring



B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Basisdaten

Ausbringungsorte von GV- und konventionellen Sorten

Nachhaltigkeit des Anbaus

Biodiversität im Agrarraum

Landschaftseffekte

Regionale Effekte

Effekte außerhalb des Agrarraums

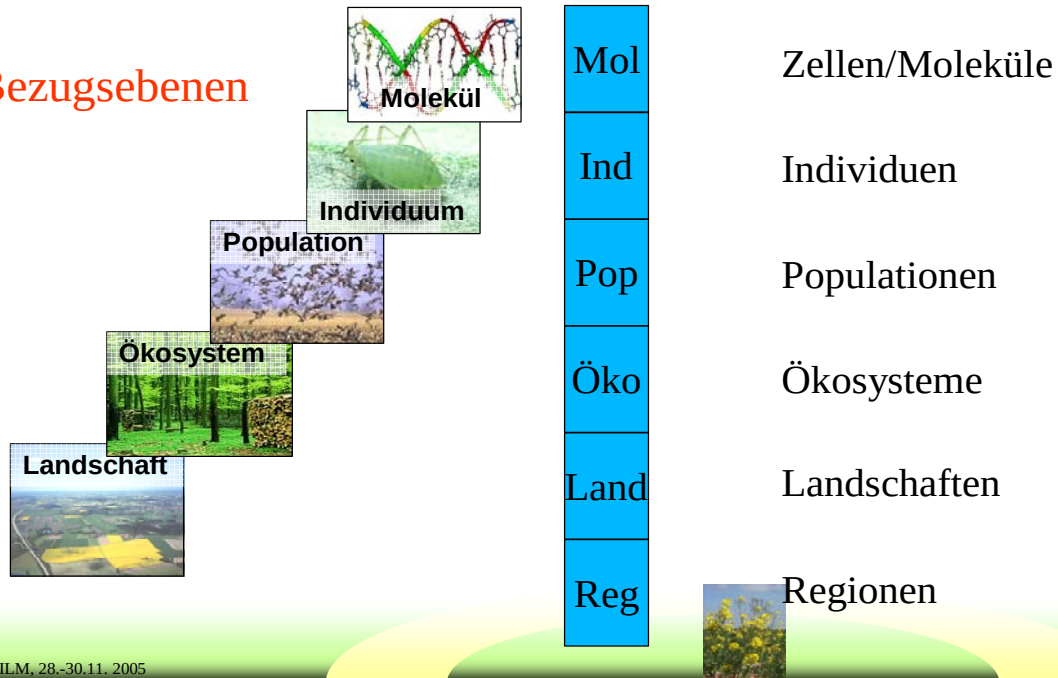
Transgen-Monitoring - Hintergrundbelastung

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



Arbeitsfelder Raps-Monitoring

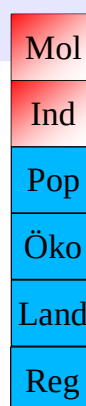
Bezugsebenen



Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Basisdaten

- Reinheit des Saatgutes
 - Verunreinigungen (Anwesenheit, Abwesenheit von Transgenen)
- Sortenkonstanz und Stabilität der Integration des Transgens
 - Transgensequenz, Integrationsort (Identität mit dem zugelassenen Konstrukt)



- Saatgut-
Untersuchung

■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Ausbringungsorte von GV- und konventionellen Sorten

- Ausbringungsorte von GV Sorten
- Ausbringungsorte von konventionellen Beständen
- Ausbringungsorte verwandter Pflanzen in Kultur (oder Gründünger)
 - Kohl
 - Rettich
 - Rübsen
 - Senf

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Gen-Register
- Fernerkundung

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Nachhaltigkeit des Anbaus

- Effizienz des Nutzens
 - Wirtschaftlichkeit
 - Verunreinigung des Erntegutes
- Unspezifische Veränderungen

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Landwirte-
/ Verarbeiter-
Fragebogen
- Genanalysen

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Biodiversität im Agrarraum

- Boden-Parameter (incl. Mikroflora)
- Ackerbegleit-Flora
- Bodenmeso- und Makrofauna
- Fauna, Flora Ackerrandstreifen
- Habitatnutzung durch Makrofauna
 - Vögel
 - Wild

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Analog zu
Farm-scale-
Evaluations

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Regionale Effekte

- Veränderungen von Fruchtfolgen
- Veränderungen der Landnutzungsintensität
- Veränderungen der Landschaftsstruktur

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Agrarstatistik
- Fragebogen
- Fernerkundung
- Modellierung

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Effekte außerhalb des Agrarraums

- Verbreitung von Raps im Siedlungsraum
- Verbreitung der Kreuzungspartner
- Anteil und Ausbreitung transgener Individuen

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Vegetations-
erhebungen
- Genanalyse

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

■ Arbeitsfelder Raps-Monitoring

Transgen-Monitoring - Hintergrundbelastung

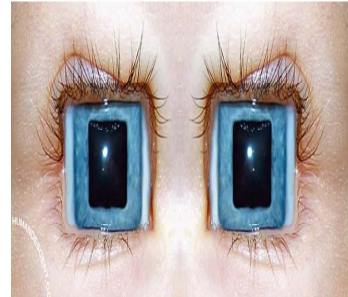
- Transgen-Vorkommen
 - in Pollensammlern
 - im Honig, Propolis
- Transgen-Vorkommen
 - in Gewässer-Sedimenten
 - in Kläranlagen

Mol
Ind
Pop
Öko
Land
Reg

- Genanalyse

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Abschluss



Monitoring und Murphy's Law

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

<http://www.humandescent.com/NewVersion/page26.html>

■ Womit wir rechnen müssen ...

- Varianten zu Murphy's Law

- Nichts ist so einfach wie es aussieht
- Alles dauert länger als man denkt
- Wenn alles gut zu gehen scheint, hat man bestimmt was übersehen
- Man findet nur das wonach man sucht. Oder:



Untersuchungsergebnisse unterstützen eine Hypothese
proportional zu den dafür aufgewandten Fördermitteln

...

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005



Züghart, W.; Breckling B. 2003: Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen, Teil 1 und Teil 2. UBA-Texte 50/03, Berlin

Etwas zu lesen

Breckling, B. et al. 2004: Projekt-Abschlussbericht GenEERA: Generische Erfassung und Extrapolation der Raps-Ausbreitung Universität Bremen, BMBF Förderkennzeichen 0312637 A, B, C, D

Menzel, G. 2005: Menzel, G.; Breckling, B.; Filser, J. 2003: Monitoring der Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen in Bremen und im Bremer Umland. Erfassung der Ausbreitungs- und Auskreuzungsdynamik von Raps (*Brassica napus*). Projekt - Abschlußbericht Universität Bremen.
// Dissertation Universität Bremen

Hendrik Laue 2004: Automated Detection of Canola/Rapeseed Cultivation from Space. Application of new Algorithms for the identification of Agricultural Plants with Multispectral Satellite Data on the Example of Canola Cultivation. Dissertation submitted for a degree of Doctor in Natural Sciences of the University of Bremen

B. B. VILM, 28.-30.11. 2005

Biodiversitätsmonitoring Schweiz: Vorteile einer rasterbasierten Stichprobe

Christoph Bühler, Hintermann & Weber AG, CH-Reinach

Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz verwendet ein systematisches Stichprobenraster, um Veränderungen der Artenvielfalt repräsentativ zur Ausstattung der Landschaft zu messen (Folien 1 bis 12). Das verwendete Erhebungskonzept entfaltet seine Stärken insbesondere in langfristigen Überwachungsprogrammen für den Nachweis unvorhergesehener Auswirkungen auf die Artenvielfalt. Ein allgemeines Monitoring möglicher GVO-Auswirkungen auf die Umwelt stellt ähnliche Anforderungen.

Eigenschaften einer rasterbasierten Stichprobe

Bei einer rasterbasierten Stichprobe sind die Messflächen nach einer meist einfachen geometrischen Regel im Untersuchungsgebiet angeordnet. Dadurch entsteht eine gleichmässige Verteilung der Messflächen in konstanter Dichte (Folien 6, 9). Die rasterbasierte Stichprobe ist eine Variante der systematischen Stichprobe (Cochran 1972). Ist die Position der ersten Fläche festgelegt, - z.B. der «Ursprung» eines Koordinatennetzes - lässt sich die Lage der übrigen Flächen daraus ableiten. Solange der Ursprung zufällig bestimmt wird, gewährleistet dieses Vorgehen eine objektive Zuordnung der Punkte über die Grundgesamtheit. Die Daten aus einer rasterbasierten Stichprobe dürfen deshalb mit den gängigen statistischen Methoden ausgewertet werden.¹ Probleme können theoretisch entstehen, wenn räumliche Muster des Untersuchungsgebiets (z.B. Ausrichtung und Abstand zwischen den Hügellketten eines Gebirges) mit dem Muster des Probenrasters übereinstimmen. Damit würden die Ergebnisse aus der Stichprobe systematisch verzerrt. Bei ökologischen Felduntersuchungen ist diese Situation allerdings selten (Krebs 1989, pp. 227). Gewisse Autoren nehmen trotzdem Abstand von diesem Ansatz (z.B. Goldsmith 1991, pp. 83).

Vorteile einer rasterbasierten Stichprobe

Ein rasterbasierter Erhebungsansatz bietet für Aussagen zur durchschnittlichen Artenvielfalt geografischer Räume oder Nutzungseinheiten eine Reihe von Vorteilen:

- Das gleichmässige Raster bietet die größtmögliche Flexibilität für eine nachträgliche Stratifizierung (Schichtung) der Daten, egal ob nach Regionen oder nach Standorteigenschaften (Folien 18-20). Grundsätzlich sind alle Schichten auswertbar, welche die für eine gewünschte Aussageschärfe erforderliche Mindestzahl an Probeflächen enthalten.
- Wird das Untersuchungsgebiet nach der Datenaufnahme in mehrere separat auszuwertende Einheiten zerteilt (post-stratifiziert), entstehen automatisch Teilstichprobengrößen, die genau proportional sind zur Größe jeder Einheit (Folien 6, 13). Die rasterbasierte Stichprobe ist demnach «über-repräsentativ», das heißt sie entspricht einem idealisierten Zufall.

¹ Trotzdem handelt es sich nicht um eine echte Zufallsstichprobe im statistischen Sinn. In einer echten Zufallsstichprobe ist die Lage einer Messfläche unabhängig von der Lage der übrigen Messflächen.

- Die gleichmäßige Dichte der Probeflächen vermeidet Lücken im Messnetz. Bei rein zufälliger Anordnung dagegen sind die Unterschiede in der lokalen Dichte der Probeflächen groß (Folie 13). Für diese Bereiche sind später keine oder nur qualitativ schlechtere Aussagen möglich (z.B. Verbreitungsgebiet einer Art).
- Die Probeflächen befinden sich gegenseitig in annähernd maximal möglichem Abstand zueinander. Dadurch lässt sich der Effekt einer räumlichen Autokorrelation minimieren. Je nach Wahl der geometrischen Anordnung der Probeflächen ist der Abstand zur nächstgelegenen Probefläche nicht nur maximal sondern auch konstant.
- Weil der Erhebungsaufwand gleichmäßig über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt ist, bleiben die statistischen Auswertungen rechnerisch sehr einfach und transparent – gleich wie bei einer reinen Zufallsstichprobe. Dies gilt sowohl für den übergeordneten Gesamttraum (z.B. ganze Schweiz) als auch für beliebige Schichten. Trotzdem sind auch die Vorteile einer geschichteten Zufallsstichprobe nutzbar (Folien 18, 19). Bei deutlich unterschiedlichen Varianzen zwischen den Schichten (Folie 17) lassen sich Parameter genauer schätzen als unter der Annahme einer ungeschichteten Zufallsstichprobe. Bei Stichprobengrößen, wie sie das BDM verwendet, wäre der zusätzliche Präzisionsgewinn durch eine optimale Aufteilung der Probeflächen auf einzelne Schichten allerdings gering.
- Das Raster-Konzept ist einfach anzuwenden, sowohl bei der Planung als auch bei der Kommunikation. Die Lage der einzelnen Probeflächen ist rasch festgelegt und mit einem einfachen Algorithmus leicht nachvollziehbar.

Schichtung im Voraus: ja oder nein?

Eine rasterbasierte Stichprobe und eine reine Zufallsstichprobe sind für sehr ähnliche Zwecke einsetzbar. Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) würde auch mit einer gesamtschweizerischen Zufallsstichprobe, das heißt ohne systematisches Raster, sehr Ähnliches leisten. Entscheidender für die Planung einer Umweltbeobachtung ist die Frage, ob der Untersuchungsraum im Voraus geschichtet (stratifiziert) und in variabler Dichte beprobt werden soll, oder ob der Erhebungsaufwand gleichmäßig zu verteilen ist.

- Eine Schichtung kann die Schätzgenauigkeit erhöhen (Unterteilung nach Räumen mit geringer Varianz, siehe Folien 17-19).
- Eine Schichtung zeigt an, über welche Räume Aussagen erwünscht sind (biologische oder politische Begründung denkbar).
- Die Schichtung ist ein Mittel, den Untersuchungsraum nachvollziehbar einzuschränken (Folie 21).
- Aber: Wer sein Erhebungsdesign im Voraus hinsichtlich einer Schichtung optimiert, legt sich in den Aussagemöglichkeiten fest!

Die Antwort auf die Frage, ob eine Schichtung im Voraus sinnvoll ist oder nicht, ist eng mit der Zielsetzung des Untersuchungsprogramms verknüpft (siehe weiter unten).

Wann ist eine rasterbasierte Stichprobe der richtige Ansatz?

Das Hauptargument für die Wahl einer rasterbasierten Stichprobe ohne Schichtung ist die Unvorhersehbarkeit von Art und Ort zukünftiger Veränderungen. Über ein großes Untersuchungsgebiet und lange Zeiträume hinweg sind verlässliche Zukunftsszenarien oft nicht möglich. Wer kaum eine Ahnung hat, wo was passieren wird, darf keine Schwerpunkte für die Erhebung legen. Ansonsten ist die Gefahr groß, die Ressourcen am falschen Ort einzusetzen. Unsere Erfahrungen im Bereich Biodiversitätsmonitoring zeigen, dass sich Ex-

perInnen nicht nur uneinig sind, wo in Zukunft Effekte zu erwarten sind, sondern dass die tatsächlichen Effekte dann vielleicht ganz woanders eintreten. Auch unterliegen Themen veränderlichen Modetrends. Wenn heute Aussagen zum Biodiversitätswandel durch die Klimaveränderung gefragt sind, könnte es in zehn Jahren trotzdem eher die Artenvielfalt der sich ausdehnenden Agglomerationsgebiete sein, denen ein Hauptinteresse gilt. Als Antwort auf die einleitende Frage dieses Abschnitts seien hier geeignete Anwendungsgebiete der ungeschichteten, rasterbasierten Stichprobe genannt.

- Für langfristige Überwachungen über große Untersuchungsgebiete hinweg.
- Für die Überwachung von Veränderungen in der «Normallandschaft»: um häufige, verbreitete Phänomene zuverlässig zu erfassen (Folie 14); Es reicht also, wenn die häufigsten Ausprägungen der Standortmerkmale in der Stichprobe gut vertreten sind.
- Für beobachtende Untersuchungen ohne spezielle Wirkungshypothesen: es gibt keine (oder aber sehr viele verschiedene) Vorhersagen, wo welche Effekte zu erwarten sind. Typischerweise für die allgemeine Umweltbeobachtung, nicht für Erfolgskontrollen.
- Für Untersuchungen, wo Aussagen zum Gesamtuntersuchungsraum im Zentrum stehen, und weniger die Aussagen zu den einzelnen Schichten. Eine unausgewogene Schichtung hätte – zumindest bei großer Gesamtstichprobe – keine großen Folgen für die Aussagegeschärfe für die Gesamtstichprobe.
- Für Aussagen zur räumlichen Verbreitung von Merkmalen, d.h. wenn thematische Karten wichtige Produkte einer Untersuchung sind (Folien 15, 16).

Wann ist eine geschichtete Stichprobe vorzuziehen?

Der mehrfach erwähnte Vorteil der ungeschichteten rasterbasierten Stichprobe - der gleichmäßig verteilte Erhebungsaufwand - kann je nach Ziel einer Überwachung auch ein großer Nachteil sein. Um einen Effekt zu erfassen, ist aus statistischen Gründen immer eine minimale Anzahl Probeflächen nötig, unabhängig von der räumlichen Ausdehnung des Effekts. Da Monitoringprogramme in der Regel in ihrem Umfang finanziell limitiert sind, stehen die Breite des Untersuchungsgebiets und die räumliche Auflösung der Aussagen generell in Konkurrenz zueinander. So ist das BDM Schweiz zum Beispiel nicht in der Lage, einen Rückgang der Artenvielfalt in Hochmooren oder Trockenwiesen nachzuweisen. Ein solcher könnte für die Biodiversität der Schweiz insgesamt von Bedeutung sein, betrifft aber nur einen Bruchteil der Landesfläche. Um diese Veränderungen nachweisbar zu machen, müsste das Probeflächenetz in diesen seltenen Lebensräumen gezielt verdichtet werden. Es kann gute Gründe geben, diese Schichtung vorzunehmen. Es müssen aber auch Gründe vorliegen, andere Varianten einer Schichtung gerade nicht vorzunehmen. Wer den Erhebungsaufwand auf einzelne Schichten konzentriert, reduziert bei gleichem Gesamtaufwand automatisch die Dichte des Probennetzes andernorts. Würden Hochmoore und Trockenwiesen schwerpunktmäßig beprobt – um beim vorigen Beispiel zu bleiben – fehlten damit diese Probeflächen andernorts, um zum Beispiel einen Anstieg der Artenzahl in der Normallandschaft nachzuweisen. Dieses Szenario ist aber ebenso wichtig und wahrscheinlich. Die Zielsetzung eines Monitorings muss die Schichtung rechtfertigen. Allgemein ausgedrückt gibt es eine Reihe von Situationen, die für eine geschichtete Stichprobe sprechen:

- Bei Untersuchungen von kurzer Dauer, wo rasche Veränderungen zu erwarten sind.
- Wenn die Untersuchung konkrete Wirkungshypothesen testen soll (z.B. bei Erfolgskontrollen). Es wird stark vermutet, wo sich interessante Veränderungen abspielen werden. Dies kann bis hin zu Untersuchungen mit quasi experimentellem Charakter gehen, wo die Ausprägungen eines Merkmals zwischen verschiedenen Schichten vergli-

chen werden sollen.

- Bei der Suche nach seltenen Phänomenen, die nur einen geringen Teil des Untersuchungsgebiets betreffen. Solche Spezialfälle fallen sonst durch die Maschen eines gleichmäßigen Stichprobennetzes.
- Wenn die Schichten im Voraus offensichtlich sind (z.B. politische Grenzen) und ihre Abgrenzung bis zum Ende der Überwachung konstant bleiben wird. Die Aussagen zu den Schichten sind mindestens ebenso bedeutend wie die Aussagen zum Gesamttraum. Das BDM zum Beispiel hat deshalb in Ausnahmefällen für einzelne Regionen oder Nutzungstypen das Stichprobenraster verdichtet, um die notwendige Probenzahl zu erreichen (Folie 6).

Gedanken zum Einsatz einer rasterbasierten Stichprobe für ein GVO-Monitoring

Ein allgemeines Monitoring der Auswirkungen von GVO auf die Biodiversität vereint Argumente für und wider die Schichtung des Untersuchungsgebiets. Zum einen sind es langfristige und unvorhersehbare Effekte, die gegebenenfalls nachzuweisen sind. Dies passt zum Konzept der rasterbasierten, ungeschichteten Stichprobe. Zum anderen ist die Wirkung von GVO eigentlich nur im Vergleich mit Vergleichsräumen ohne GVO zu beurteilen. Es braucht deshalb auch für ein allgemeines Monitoring eine «Kontrollgruppe» von Probeflächen, die nicht unter potentiell GVO-Einfluss stehen. Auch lässt sich die Wirkung von GVO zunächst einmal räumlich stark eingrenzen: Auf das Ackerbaugesamt, auf einzelne Kulturen oder benachbarte Biotop mit Nichtzielorganismen. Die letzten beiden Argumente deuten eher auf eine Prästratifizierung als Methode der Wahl hin. Trotzdem ist der Einsatz einer rasterbasierten Stichprobe auch für ein GVO-Monitoring denkbar. Dazu ein Beispiel.

Fast jedes beliebige Gebiet lässt sich mit objektiven Kriterien so aufteilen, dass in einer der Schichten die Areale mit hoher Dichte an GVO konzentriert auftreten – z.B. das Ackerbaugesamt unterhalb einer bestimmten Meereshöhe; oder ein bestimmter Nutzungstyp nach dem System Corine Landcover. Außerhalb dieser Schicht finden gar keine Erhebungen statt. Innerhalb dieser Schicht aber bietet sich ein gleichmäßiges Stichprobenraster an, um gleichmäßig auftretende, weit verbreitete Veränderungen von Indikatoren zu erfassen (z.B. Bestandsveränderung einer Art, Arealausweitung der spontanen Vorkommen von Kulturpflanzenarten). Die Folie 21 zeigt ein praktisches Beispiel (außerhalb BDM) eines Erhebungskonzepts mit analogem Aufbau. Mit einem solchen Ansatz ließen sich langfristige Effekte auf Landschaftsebene feststellen, d.h. nur solche Effekte, die auch noch in größerem Abstand von den GVO-Parzellen wirken, wenn auch erst nach einiger Zeit. Sollen dieselben Effekte bereits früher greifbar sein, nämlich bereits dann, wenn sie in unmittelbarer Nähe zur GVO-Quelle auftreten, wäre ein ausbalanciertes faktorielles Design ähnlich den Farm Scale Evaluations in England (Firbank et al. 2003) der geeigneter Ansatz.

Literaturhinweise

Cochran, W.G., 1972: Stichprobenverfahren. Berlin, Walter de Gruyter & Co. 474 S.

Firbank, L.G., Heard, M.S., Woilod, I.P. und 16 weitere Autoren, 2003: An introduction to the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Journal of Applied Ecology*, 40, 2-16.

Goldsmith, F.B., 1991: *Monitoring for Conservation and Ecology*. London, Chapman & Hall. 275 S.

Krebs, Charles J., 1989: *Ecological Methodology*. New York, Harper & Row. 654 S.



Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM

Vorteile einer rasterbasierten Stichprobe

Christoph Bühler, Hintermann & Weber AG, CH-4153 Reinach



BUNWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
OFEPF Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
UFAPP Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio
SAEFL Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM



Inhalt

Teil 1: Das Projekt BDM Schweiz
Teil 2: Überlegungen zum Erhebungsansatz



BUNWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
OFEPF Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
UFAPP Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio
SAEFL Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM

Teil 1: Ziele des BDM

Folie 1

Überwachungsprogramm des Bundes für Biodiversität

- Das Phänomen Biodiversität besser verstehen.
- Grundlagen für eine Naturschutzpolitik liefern.
- Die Wirksamkeit der nationalen Politik überprüfen.



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Die 33 BDM-Indikatoren

Folie 2

<i>Einflüsse</i>		<i>Zustände</i>		<i>Massnahmen</i>	
Wertvolle Biotope	1	Genetische Vielfalt	2	Schutzgebiete	3
Landschaftsstrukturen	4	Artenvielfalt	7	Vertragsflächen	1
Offenlandnutzung	2	Lebensraumvielfalt	2	Landwirtschaft	1
Waldnutzung	3			Vollzug	1
Gewässernutzung	4			Finanzen	1
Erschliessung	1				
15 Indikatoren		11 Indikatoren		7 Indikatoren	

Quelle: Hintermann, U.; Weber, D.; Zangger, A.; Schmill, J. (2002). Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM. Zwischenbericht., Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 342. S.21.



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Ebenen der Artenvielfalt

Folie 3

Land, bzw.
biogeograph.
Regionen



Indikator Z3

Landschaft



Indikator Z7

Habitat



Indikator Z9



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z7 und Z9: Artengruppen

Folie 4

<i>Taxon</i>	<i>Z7</i>	<i>Z9</i>
Gefässpflanzen	✓	✓
Moose		✓
Mollusken (ohne Nacktschnecken)		✓
Brutvögel	✓	
Tagfalter	✓	

Quelle: verändert nach: Hintermann, U.; Weber, D.; Zangger, A.; Schmill, J. (2002). Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM. Zwischenbericht., Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 342. S.21.



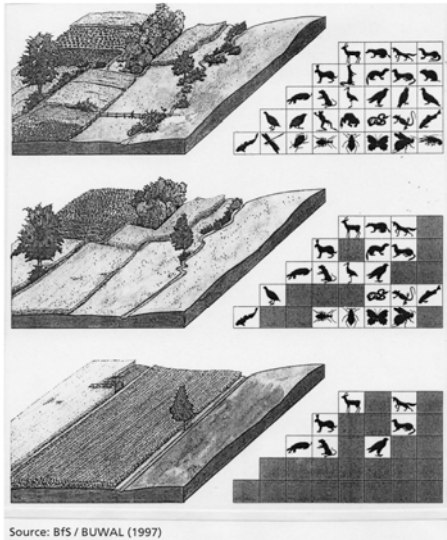
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z7: Definition

Folie 5



Veränderung des mittleren Artenreichtums ausgewählter Artengruppen in 1-km²-Rasterzellen.



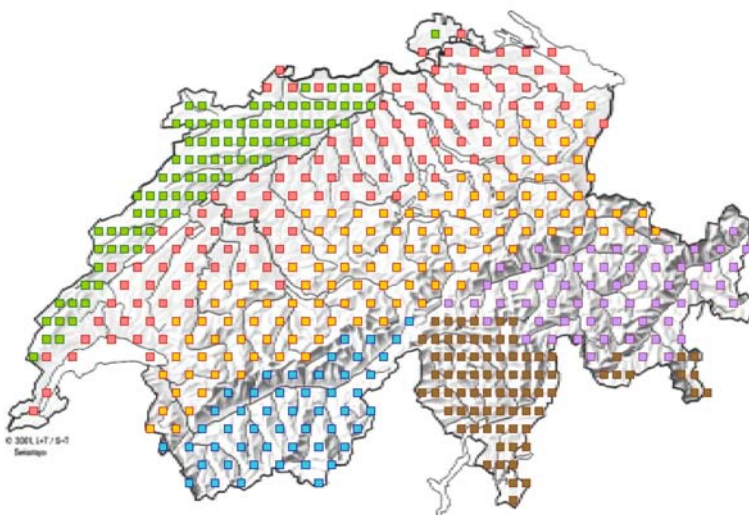
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z7: Stichprobennetz

Folie 6



- Insgesamt 510 Flächen à 1 km²
- Post-stratifiziert in biogeografische Regionen
- Verdichtung in Jura und Tessin
- Erhebung gestaffelt über 5 Jahre



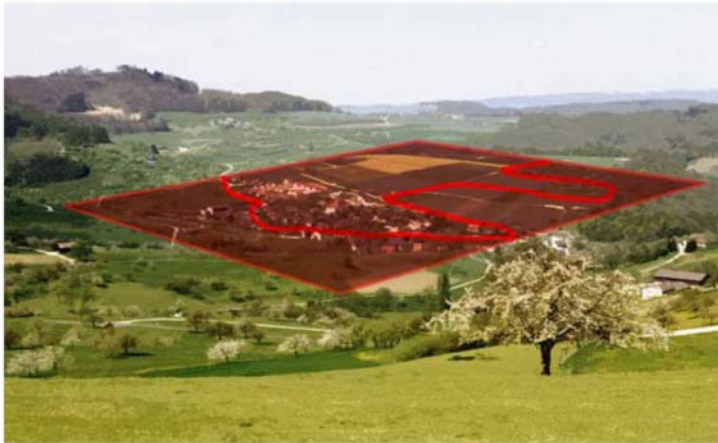
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z7: Stichprobenfläche / Transekt

Folie 7



Untersuchte Taxa:

- Gefäßpflanzen
- Vögel
- Tagfalter

Transektlänge:
2.5 km



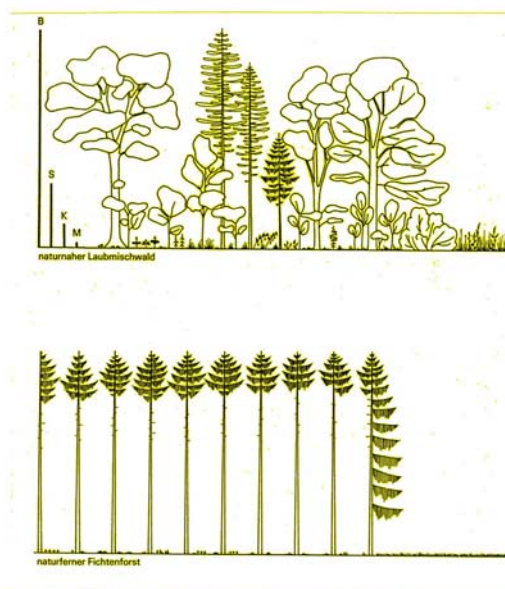
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z9: Definition

Folie 8



Source: Wildermuth (1978)

Veränderung des mittleren
Artenreichtums auf 10 m² Fläche
eines Nutzungstyps



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z9: Stichprobenraster

Folie 9



- Insgesamt 1600 Flächen à 10 m²
- Siedlung verdichtet
- Erhebung gestaffelt über 5 Jahre



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Z9: Stichprobenfläche

Folie 10



Untersuchte Taxa

- Gefässpflanzen
- Moose
- Mollusken

Flächengrösse:
10 m²



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Zeitliche Staffelung der Rohdatenerhebung Z7 und Z9

Folie 11

Aufnahmejahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Teilstichprobe	S	----->				S	----->			S	
2. Teilstichprobe		S	----->			S	----->				
3. Teilstichprobe			S	----->			S	----->			
4. Teilstichprobe				S	----->			S	----->		
5. Teilstichprobe					S	----->			S	----->	

Die Variabilität zwischen Jahren wird geglättet



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Teil 2: Konzeptionelle und methodische Grundsätze im BDM

Folie 12

- Schwerpunkt auf Ebene der Arten-Vielfalt
- Veränderung der Artenzahl im Laufe der Zeit
- Verbreitete und häufige Arten stehen im Vordergrund
- Ganze (taxonomische) Artengruppen
- **Systematische Zufallsstichprobe** als Erhebungsdesign
- Hoch standardisierte Erhebungen



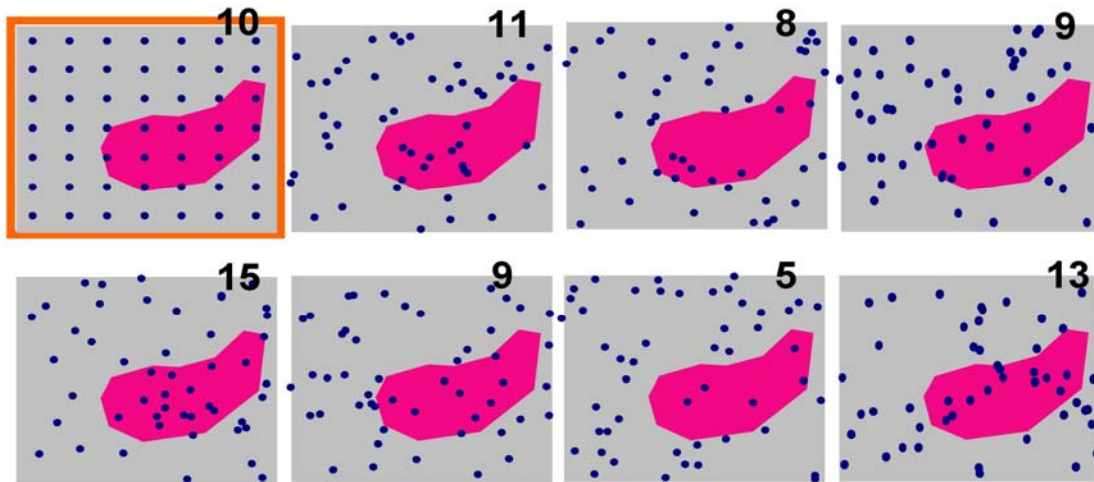
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Gleichmässige Beprobung im Raum: ein Beispiel

Folie 13



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Beispiel: Angaben zur «Normalausstattung» der Landschaft

Folie 14

Die 10 verbreitetsten Tagfalterarten (03/04)

<i>Art wissenschaftlich</i>	<i>Art deutsch</i>	<i>Anteil der Flächen [%]</i>
<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs	94
<i>Pieris napi</i> -Komplex	Rapsweissling	90
<i>Cynthia cardui</i>	Distelfalter	83
<i>Pieris rapae</i> -Komplex	Kl. Kohlweissling	82
<i>Polyommatus icarus</i>	Hauhechelbläuling	78
<i>Vanessa atalanta</i>	Admiral	78
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurorafalter	73
<i>Maniola jurtina</i>	Grosses Ochsenauge	67
<i>Cyaniris semiargus</i>	Violetter Waldbläuling	63
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Kl. Wiesenvögelchen	63

Quelle: M. Plattner, Vortrag UFZ Leipzig-Halle, 18.3.05



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Beispiel Faunistik: Verbreitung *Clossiana thore*

Folie 15

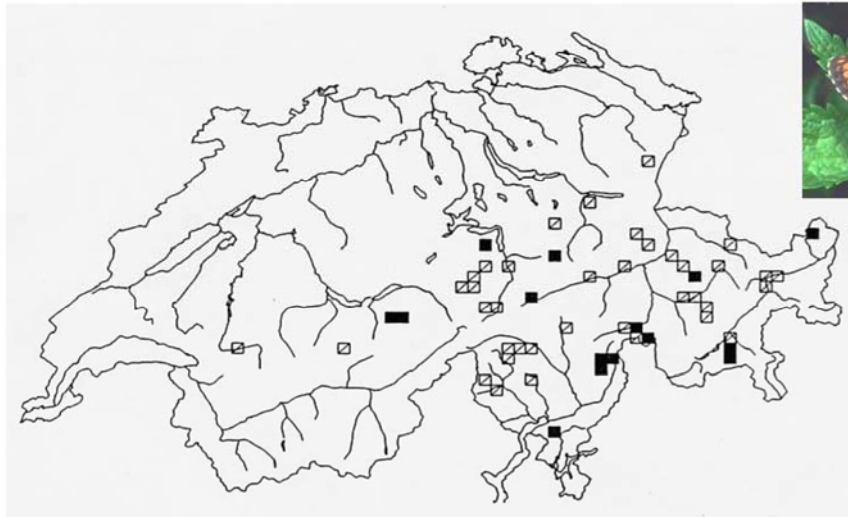


Foto: Mario Maier

© CSCF: Verbreitungsatlas der Tagfalter der Schweiz, Gonseth 1987

Quelle: M. Plattner, Vortrag UFZ Leipzig-Halle, 18.3.05



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM

Beispiel Faunistik: Verbreitung *Clossiana thore*

Folie 16

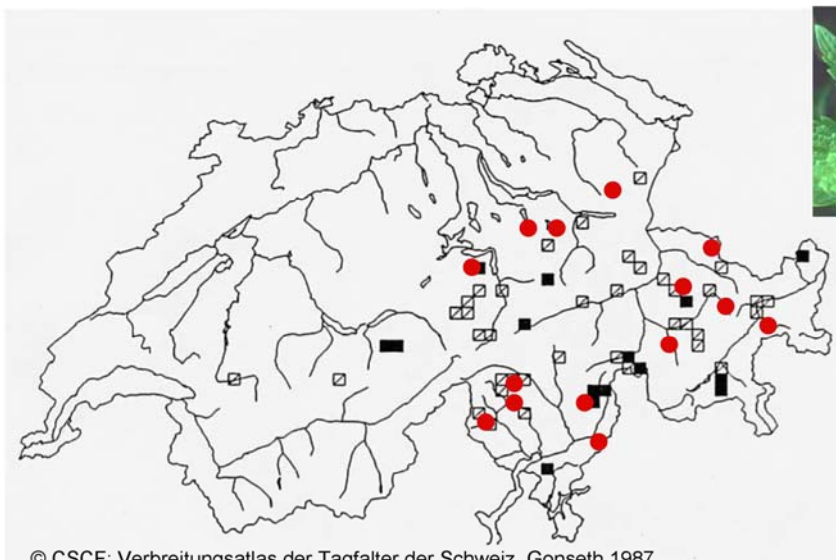


Foto: Mario Maier

© CSCF: Verbreitungsatlas der Tagfalter der Schweiz, Gonseth 1987

Quelle: M. Plattner, Vortrag UFZ Leipzig-Halle, 18.3.05



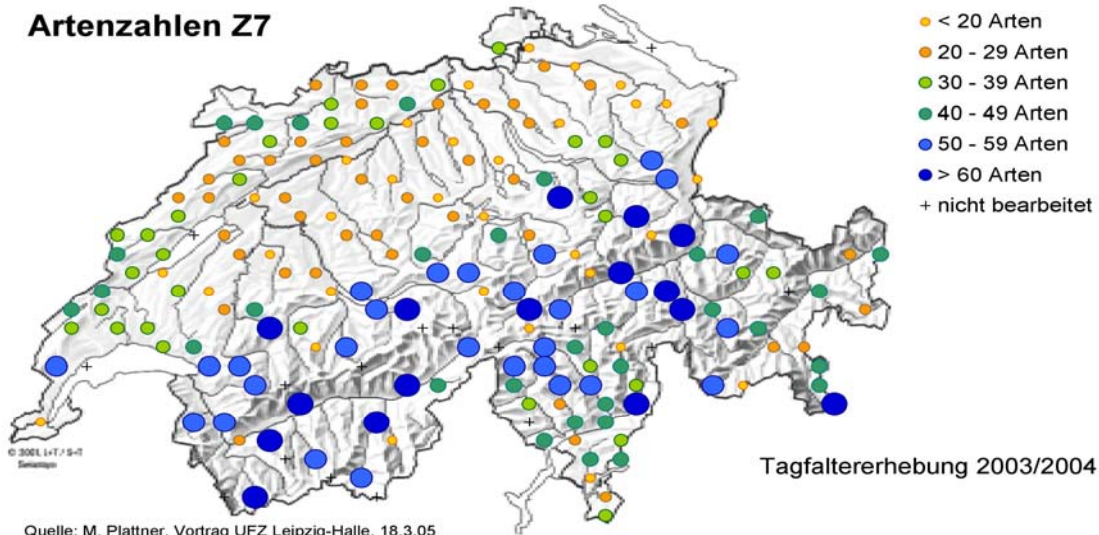
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM

Beispiel: Unterschiedliche Varianzen pro Schicht

Folie 17

Artenzahlen Z7



Hintermann & Weber AG

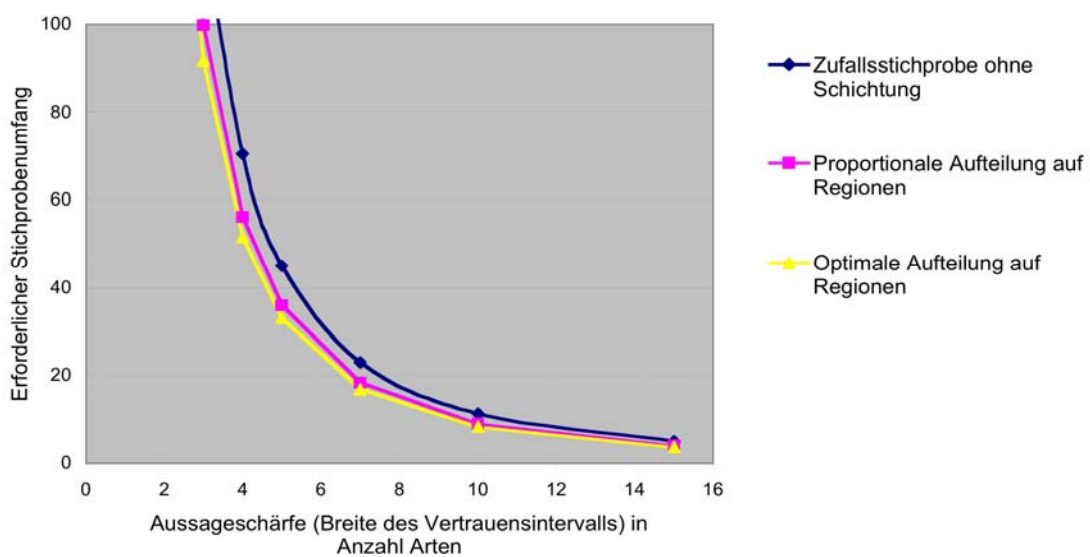
BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Post-Stratifizierung: ein rechnerisches Beispiel mit Daten des BDM-Indikators Z7

Folie 18

Auswirkung einer Schichtung auf die erforderliche Stichprobengrösse



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Post-Stratifizierung: ein Beispiel

Folie 19

Artenzahl Tagfalter pro Transekt Z7

Mittelwert Schweiz: 35.5 Arten pro km2

Region	Mittelwert	Varianz			
Jura	32.4	85.9			
Mittelland	22.2	74.3			
Alpennordflanke	41.5	327.5			
Westliche Zentralalpen	53.5	348.5			
Östliche Zentralalpen	42.0	299.2			
Alpensüdflanke	41.2	240.0			
Schweiz total	35.5	281.5			
Breite des Vertrauensintervalls, notwendige Stichprobengrösse					
Geforderter Fehler (Anz. Arten):	1	2	3	5	10
(% Mittelwert):	2.8%	5.6%	8.4%	14.1%	28.2%
Zufallsstichprobe ohne Schichtung	1'126	281	125	45	11
Proportionale Aufteilung auf Regionen	898	225	100	36	9
Optimale Aufteilung auf Regionen	825	206	92	33	8



Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Post-Stratifizierung: hypothetische Beispiele für Z9

Folie 20

- Wald Mischungsgrad Laub-/Nadelholz
- Vorherrschende Baumart
- Eigentumsverhältnisse: Privat, Öffentliche Hand
- Offenland Weiden vs. Wiesen
- Ackerland, Grasland
- Hauptnutzung (z.B. Arealstatistik)
- Standort Geologische Verhältnisse
- Höhenstufe
- Erschliessungsgrad



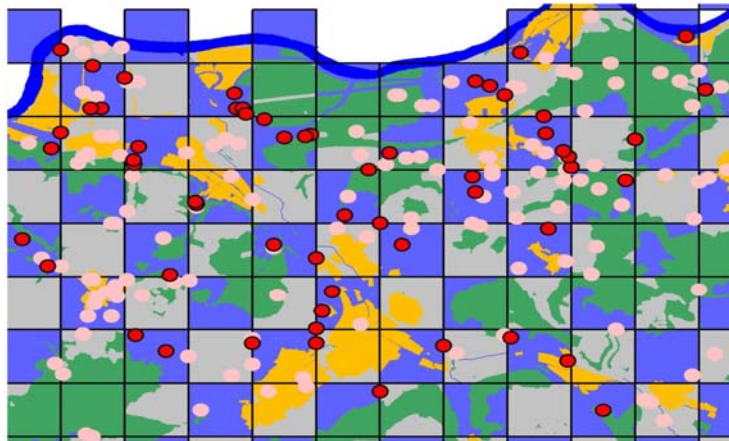
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND

BDM
MBD
BDM

Kombinieren von Prästratifikation und Rasterstichprobe: Beispiel

Folie 21



Monitoring der Amphibienbestände Kanton Aargau, Mittleres Rheintal

Bekannte Amphibiengewässer Aargau, ab 1991

- zu erheben
- nicht zu erheben
- Hauptfliessgewässer
- Bauzonen, ohne Industriezone
- Wald, ohne 25 Meter Randbereich
- Stichprobenraster A50
- Fläche Kanton Aargau

0 1 2 Kilom



Erhoben werden nur stehende Gewässer im Offenland ausserhalb der Bauzone. Im Wald ist nur der Randbereich (25 m ab Bestockungsgrenze) berücksichtigt. Diese Schichtung schränkt den Untersuchungsraum auf Gebiete mit hoher Antreffwahrscheinlichkeit für Pionierarten ein. Dieser Raum kann nun mit einem Stichprobenraster mit z.B. 50% Deckung bearbeitet werden.



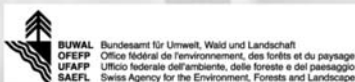
Hintermann & Weber AG

BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM

Weitere Informationen:

www.biodiversitymonitoring.ch

Christoph Bühler, Hintermann & Weber AG, CH-4153 Reinach



BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ BDM
MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ EN SUISSE MBD
BIODIVERSITY MONITORING IN SWITZERLAND BDM

Konzept der geschichteten Zufallsstichprobe für bundesweites Biodiversitätsmonitoring

Rainer Dröschmeister, Bundesamt für Naturschutz

1 Einleitung

Das Konzept zur geschichteten Zufallsstichprobe wurde für das bundesweite Biodiversitätsmonitoring entwickelt. Das Statistische Bundesamt hat dazu in Zusammenarbeit mit dem BfN die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) entwickelt, ein Monitoringkonzept zur Beschreibung nutzungsbedingter Veränderungen in der Normallandschaft (Hoffmann-Kroll et al. 1995, Dröschmeister 2001).

Das bundesweite Monitoring von Vogelarten durch Ehrenamtliche wird derzeit in einem F+E-Vorhaben gefördert und benutzt für das Monitoring häufiger Vogelarten der Normallandschaft dieselben Stichprobenflächen wie die ÖFS. Eine Stichprobenziehung wurde in diesem F+E-Vorhaben durchgeführt (Mitschke et al. 2005).

2 Ziele

Mit der ÖFS und dem Monitoring häufiger Vogelarten sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Bundesweite Bestandsangaben von Vogelarten und Angaben über andere naturschutzrelevante Parameter der Normallandschaft, die statistisch belastbar sind; die Ergebnisse sollen auch für Teilräume (Naturräume, Standorttypen) differenziert werden können
- hochrechenbare Daten für die Gesamtfläche Deutschlands oder ausgewählte Teile; die Fehler sollen berechnet werden können
- die Aussagen sollen nach Nutzungstypen differenziert werden können, um sie für Naturschutz und als fachliche Grundlage für die Ausgestaltung der Naturschutzpolitik nutzbar zu machen; Veränderungen von Vogelbeständen sollen mit Informationen zur Flächennutzung verknüpft auswertbar sein
- die Ermittlung von Trendaussagen (Vogelmonitoring: über Bestandsveränderungen und Veränderungen der Diversität) steht im Vordergrund, während Zustandsangaben in einem bestimmten Jahr weniger bedeutsam sind

Es ist nicht Ziel,

- Aussagen über einzelne Stichprobenflächen zu machen;
- Ursachen von Veränderungen kausalanalytisch zu ermitteln

Begründete Hypothesen sind eine Voraussetzung für den Aufbau eines Biodiversitätsmonitorings, mit dem das Ausmaß bestimmter Effekte dargestellt wird (Dröschmeister 1998). Um Ursache-Wirkungsbeziehungen zu klären, werden Forschungsergebnisse aus Biologie, Ökologie und wissenschaftlichem Naturschutz herangezogen, welche auf der intensiven Untersuchung von Einzelbeispielen basieren.

Die Ökologische Flächenstichprobe ist bisher nur in Nordrhein-Westfalen umgesetzt (König 2003, 2005), während das Vogelmonitoring mit dem hier beschriebenen Stichprobenverfahren seit 2004 bundesweit läuft.

3 Stichprobenkonzept

Probeflächen

Zur Erfassung von Biotoptypen und Vogelarten werden 100 ha große, quadratische genordete Probeflächen untersucht. Die Probeflächen überlappen sich nicht. Die Kartierung der Vogelarten geschieht mit Hilfe der Linienkartierung (Südbeck et al. 2005), auf einem ca. 3 km langen Transekt, welches durch verschiedene Nutzungstypen der Probefläche führt.

Stichprobenziehung

Um auch auf Länderebene ausreichend genaue Angaben zu ermöglichen, wurde für die Bundesländer die Stichprobe verdichtet. Dies geschah nach den Vorgaben der einzelnen Länder und führte zu einer Gesamtstichprobenanzahl von 2.637 Probeflächen. Für das Monitoring auf Bundesebene wurde eine Unterstichprobe von 1.000 Probeflächen aus dieser Stichprobe gezogen. Dabei bilden die Länder keine eigene Schicht. Die Stichprobenflächen wurden durch eine Mittelpunktsziehung ermittelt. Diese nutzt die vorliegenden Rauminformationen zu den Nutzungstypen in ihrer hohen Detaillierung optimal.

Die Stichprobe wurde nach zwei verschiedenen Rauminformationen gegliedert:

- Nutzungstypen nach DLM 25 (Digitales Landschaftsmodell 1 : 25.000)
- Standorttypen (Schröder et al. 2001)

Die Stichprobe dient dazu, eine möglichst geringe Anzahl von Probeflächen untersuchen zu müssen und soll letztlich Kosten sparen. Mit der Schichtung wird gewährleistet, dass für Aussagen zu Nutzungs- und Standorttypen jeweils ausreichend Stichprobenflächen zur Verfügung stehen. Für eine Ausweisung belastbarer Ergebnisse für die Kreuzkombination aller Typen reicht der Stichprobenumfang (1.000 Probeflächen) nicht aus. Durch den hierarchischen Aufbau der Raumgliederung lässt sich aber eine Verringerung der Stichprobenfehler erreichen, wenn auf eine stärkere Differenzierung verzichtet wird. Belastbare Aussagen lassen sich insofern für einzelne Standorttypen hinsichtlich der Brutvogelarten ermitteln, eine weitere Differenzierung nach Nutzungstypen ist aber nicht mehr möglich.

Nutzungstypen

Die ausgewählten Kategorien von Nutzungstypen repräsentieren die wichtigsten Nutzungstypen in Deutschland, die für die Beschreibung von nutzungsbedingten Veränderungen der Biologischen Vielfalt in der Normallandschaft bedeutsam sind (vgl. Tab. 1). Außerdem kann man die Nutzungstypen den Lebensraumtypen des Nachhaltigkeitsindikators für die Artenvielfalt zuordnen (Achtziger et al. 2004).

Tab. 1: Bei der Ziehung unterschiedene Nutzungstypen

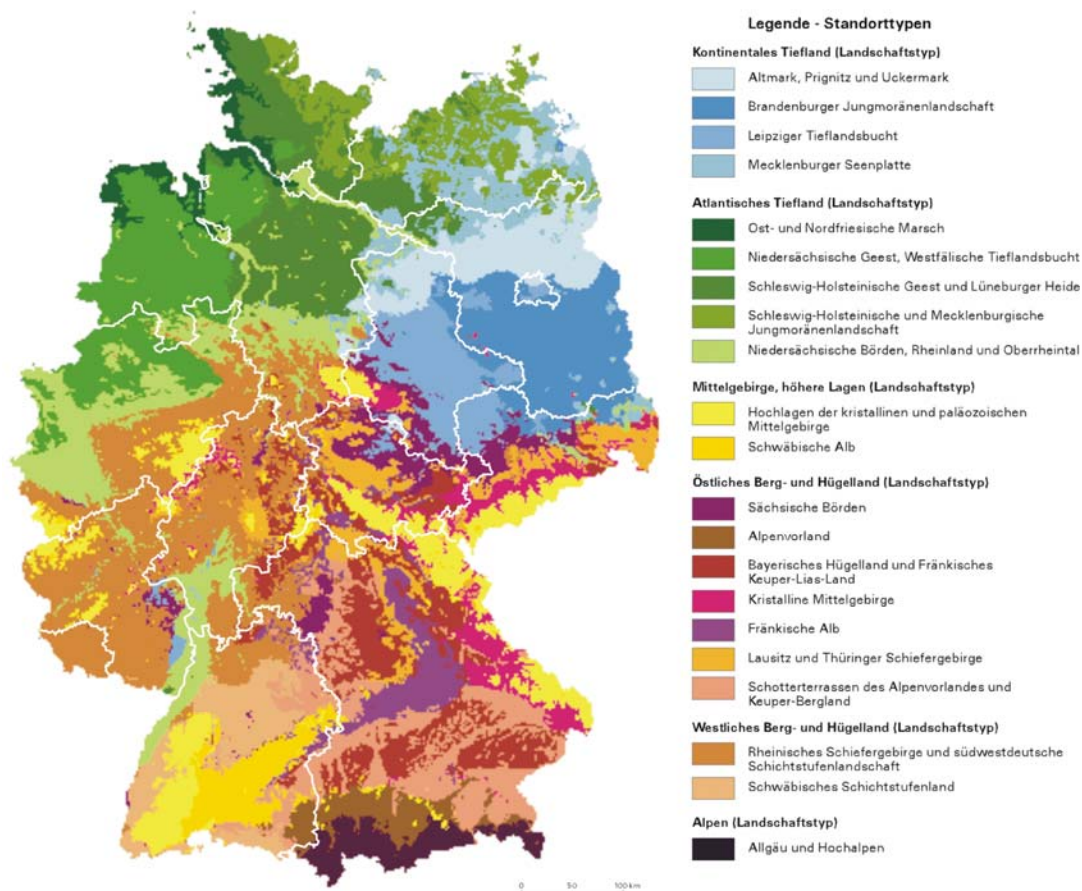
Nutzungstyp	ATKIS-Objektart ¹
Ackerland	4101 Ackerland 4103 Gartenland
Sonderkultur	4109 Sonderkultur
Grünland	4102 Grünland
Sonderbiotope	4104 Heide 4105 Moor, Moos 4106 Sumpf, Ried 4110 Brachland 4120 Vegetationslose Fläche
Wald	4107 Wald, Forst 4108 Gehölz
Siedlung	2101 Ortslage

Raumklassen (Standorttypen)

Für die Gliederung der Landesfläche in landschaftsökologische Einheiten wurde die Gliederung nach Standorttypen von Schröder (2001) verwendet, die für bundesweite Umweltbeobachtungsprogramme einen einheitlichen Rahmen bilden soll. In der Klassenbildung für die verwendete Raumgliederung wurden die Faktoren Höhenlage, Bodentyp, Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag verwendet, die nach Ähnlichkeit zu Typen der potenziell natürlichen Vegetation gruppiert wurden. Die einzelnen Rasterzellen, die hinsichtlich der landschaftsökologischen Faktoren gruppiert wurden, haben eine Größe von 2 x 2 km². Zur Aggregation der Ergebnisse aus den 21 Standorttypen wurden 6 Landschaftstypen gebildet, sodass eine hierarchische Gliederung mit drei Ebenen (Bund – Landschaftstyp – Standorttyp) vorliegt (Abb. 1). Die Faktoren, die zur Bildung der Raumklassen verwendet wurden, werden als langfristig stabil, die Nutzungstypen als variabel angesehen.

¹ Die Nomenklatur der Objektarten richtet sich nach dem Objektartenkatalog des ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)

Abb. 1: Raumgliederung in Standorttypen (21 Klassen) und Landschaftstypen (6 Klassen; nach Schröder et al. 2001 und BfN 2004)



Durch die Kombination der Nutzungs- mit den Standorttypen entstanden 111 Ziehungs-schichten (für den Nutzungstyp Sonderkultur wurde lediglich nach 6 Landschaftstypen differenziert).

Der Stichprobenumfang wurde auf die Nutzungstypen anhand der jeweiligen Flächenan-teile, der Kenntnisse über den Homogenitätsgrad der Objektarten sowie Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebnisse verteilt. Tab. 2 zeigt die Verteilung auf die Nutzungs-typen auf Bundesebene. Auf Länderebene wurden die Probeflächen in ähnlichen Propor-tionen verteilt. Anschließend wurde der Stichprobenumfang innerhalb jedes Nutzungstyps etwa flächenproportional auf die Standort- bzw. Landschaftstypen verteilt.

Eine Abschätzung von Middelhoff et al. (2005) ergab, dass von der Bundesstichprobe ca. 400 Stichprobenflächen mindestens 30 ha Ackerfläche enthalten, während Ackerflächen in z. T. geringeren Mengen in insgesamt 735 Probeflächen zu finden sind.

Tab. 2: Verteilung des Stichprobenumfangs auf Nutzungstypen auf Bundesebene (Insge-samt 1.000 Stichprobenflächen)

Ackerland	201
Sonderkultur	49
Grünland	200
Sonderbiotope	200
Wald	198
Siedlung	152

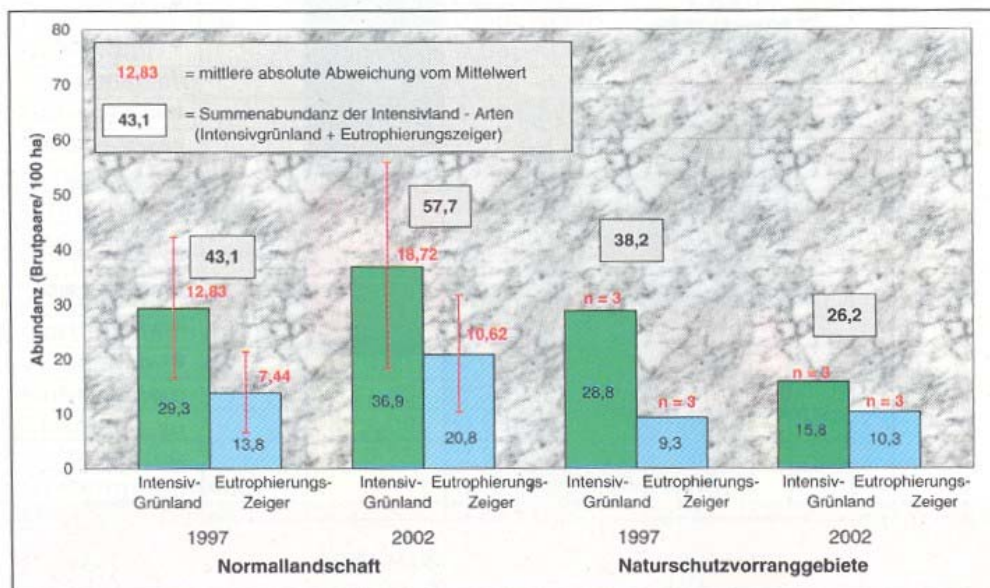
4 Ergebnisse

Beispielhaft sollen zwei Ergebnisdarstellungen zeigen, welche Aussagen mit dem bundesweiten Biodiversitätsmonitoring erzielt werden sollen.

ÖFS

In Nordrhein-Westfalen wird seit 1997 die Ökologische Flächenstichprobe betrieben (König 2003). Auswertungen zur Veränderung der Nutzungsintensität haben ergeben, dass Vogelarten, die an Bedingungen des Intensiv-Grünlandes gebunden sind, in der Normallandschaft ebenso zugenommen haben wie Vogelarten, die Eutrophierung von Lebensräumen anzeigen (vgl. Abb. 2). Außerdem kann der Unterschied des Zustands und der Entwicklung zwischen der Normallandschaft und Naturschutzgebieten gezeigt werden: der Trend in den Naturschutzgebieten ist zumindest für Arten des Intensiv-Grünlandes gegenläufig dem Trend in der Normallandschaft. Der Anteil von Eutrophierung anzeigenden Vogelarten ist in beiden Untersuchungsperioden wesentlich geringer als außerhalb der Naturschutzvorrangflächen. In Nordrhein-Westfalen hat sich demzufolge die Nutzungsintensität in der Normallandschaft weiter verstärkt, wobei Naturschutzvorrangflächen von dieser Entwicklung ausgenommen sind.

Abb. 2: Veränderung von Vogelfilden in Nordrhein-Westfalen (aus König 2003); Zuordnung der Vogelarten nach König (1999)



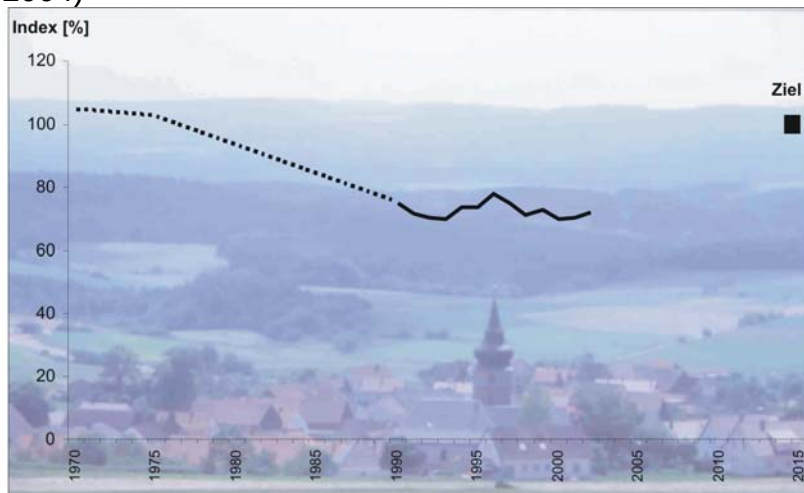
Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt

In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung 2002) werden 21 Schlüsselindikatoren für eine nachhaltige Entwicklung verwendet. Der darin enthaltene Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt stellt die Entwicklung ausgewählter Brutvogelarten in Deutschland dar und kann nach 6 Hauptlebensräumen differenziert werden. Für die Darstellung des Erfolgs einer nachhaltigen Nutzung wurden 59 Vogelarten ausgewählt, die durch die Einführung einer nachhaltigen Nutzung gefördert werden können.

Die artspezifischen Bestandsgrößen sind mit einem Zielwert für das Jahr 2015 normiert worden, die jeweilige Abweichung von diesem Zielwert wird für jedes Jahr seit 1990 ermittelt. Der Indikator aggregiert die artspezifischen Angaben zu einem verdichteten Wert. Die Entwicklung des Indikators wird alle zwei Jahre in Berichten der Bundesregierung aktuali-

siert dargestellt (Bundesregierung 2004). Der Indikator hat sich in den 90er Jahren auf einem Niveau von 70 % Zielerreichung im Vergleich zum Jahr 2015 bewegt, womit aktueller politischer Handlungsbedarf deutlich wird, um den Zielwert – und damit eine nachhaltige Nutzung – erreichen zu können.

Abb. 3: Entwicklung des Nachhaltigkeitsindikators für die Artenvielfalt (aus Achtziger et al. 2004)



5 Grundlegende Überlegungen zur Raum- und Flächenauswahl; Bezug zum Monitoring gentechnisch veränderter Organismen

Der Einfluss räumlich und zeitlich wechselnder Parameterausprägungen wird durch die relativ hohe Zahl der Stichprobenflächen verringert oder zumindest durch die Möglichkeiten der Fehlerberechnung darstellbar.

Aussagen können auf hierarchisch gegliederten räumlichen Ebenen gemacht werden: Deutschland – Landschaftstypen – Standorttypen. Außerdem kann inhaltlich nach Nutzungstypen differenziert werden. Die entsprechenden Gliederungen wurden bei der Ziehung zu Grunde gelegt. Es ist möglich, die erhobenen Daten nach anderen räumlichen Gliederungen auszuwerten und hochzurechnen. Die Schichtung nach ausgewählten Straten gewährleistet aber nur für die vorgegebenen Schichten eine Mindestanzahl von Stichprobenflächen.

Auch wenn das Stichprobendesign eine hohe Repräsentanz durch die Hochrechnung der Daten ermöglicht, können einzelne Ereignisse festgestellt und berichtet werden, die eine biologische Signifikanz aufweisen und deren Auftreten selten und daher auch in Einzelfällen bedeutend ist.

Die Zahl der Stichprobenflächen wurde vor dem Hintergrund bekannter Fehlergrößen ermittelt und pragmatisch festgelegt. In einer Pilotstudie zur ÖFS wurde die Varianz von Merkmalen zur Biotopausstattung ermittelt (Hoffmann-Kroll et al. 1998), Erfahrungen aus andern Bundesstatistiken wurden einbezogen und die Analysen zur statistischen Power von Brutvogelerhebungen (Stickroth et al. 2004) wurden ebenfalls einbezogen. Eine noch ausstehende umfassende Auswertung der Vogeldaten kann über die tatsächliche Aussagekraft des verwendeten Stichprobenumfangs zukünftig genaue Angaben machen.

Mit dem Stichprobennetz von ÖFS und dem Monitoring häufiger Brutvogelarten kann ein Beitrag zum GVO-Monitoring geleistet werden, indem Beobachtungsräume und Messflä-

chen genutzt werden und Daten über Vogelbestände und deren Veränderungen in Verbindung mit den Änderungen der Nutzung zur Verfügung gestellt werden können.

Dank

Den an der Konzeptentwicklung und -umsetzung beteiligten KollegInnen danke ich für ihre Mitarbeit an diesem Konzept. Den vielen engagierten ehrenamtlichen KartiererInnen von Vogelarten gilt mein Dank in ganz besonderem Maß.

Literatur:

- Achtziger, R., Stickroth, H., & Zieschank, R. (2004): Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt - ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft in Deutschland. – Angewandte Landschaftsökologie 63, 137 S.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. – Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin: 235 S.
- Bundesregierung (2004): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Fortschrittsbericht 2004. – Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin: 240 S.
- Dröschmeister, R. (1998): Aufbau von bundesweiten Monitoringprogrammen für Naturschutz - welche Basis bietet die Langzeitforschung? – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 58: 319-37.
- Dröschmeister, R. (2001): Bundesweites Naturschutzmonitoring in der Normallandschaft mit der Ökologischen Flächenstichprobe. – Natur und Landschaft 76(2): 58-69.
- Hoffmann-Kroll, R., D. Schäfer, & Seibel, S. (1995): Indikatorensystem für den Umweltzustand in Deutschland. – Wirtschaft und Statistik N.F. 1995(8): 589-97.
- Hoffmann-Kroll, R., D. Schäfer, & Seibel, S. (1998): Biodiversität und Statistik - Ergebnisse des Pilotprojekts zur Ökologischen Flächenstichprobe. – Wirtschaft und Statistik N.F. 1998(1): 60-75.
- König, H. (1999): Die Bedeutung der Vögel als Indikatoren in der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS, Landschaftsmonitoring). – LÖBF-Mitteilungen 24(2): 79-93.
- König, H. (2003): Naturausstattung der nordrhein-westfälischen Normallandschaft. – LÖBF-Mitteilungen 28(2): 15-24.
- König, H. & Bouvron, M. (2005): Die Ökologische Flächenstichprobe als Beitrag zur FFH-Berichtspflicht. – LÖBF-Mitteilungen 31(3): 20-25.
- Middelhoff, U., Hildebrand, J. & Breckling, B. (2006): Die Ökologische Flächenstichprobe als Instrument eines GVO-Monitoring. – BfN-Skripten 172, 95 S.
- Mitschke, A., Sudfeldt, C., Heidrich-Riske, H. & Dröschmeister, R. (2005): Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. – Vogelwelt 126: 127-140.
- Schröder, W. & Schmidt, G. (2001): Defining ecoregions as framework for the assessment of ecological monitoring networks in Germany by means of GIS and Classification and Regression Trees (CART). – Gate to Environmental and Health Science [online] 2001: 1-9.
- Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T. Schröder, K. & Sudfeldt, C. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. – Radolfzell, 792 S.

Konzept der geschichteten Zufallsstichprobe für bundesweites Biodiversitätsmonitoring

Rainer Dröschmeister



Insel Vilm, 30. November 2005

***Dank an die KollegInnenen, die an der Erarbeitung
des Konzeptes mitgewirkt haben***

***Holger Heidrich-Riske, Uwe Scherhag, Wolf Bihler,
Regina Hoffmann-Müller und Steffen Seibel***

(Statistisches Bundesamt)

Alexander Mitschke und Christoph Sudfeldt

(Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V.)



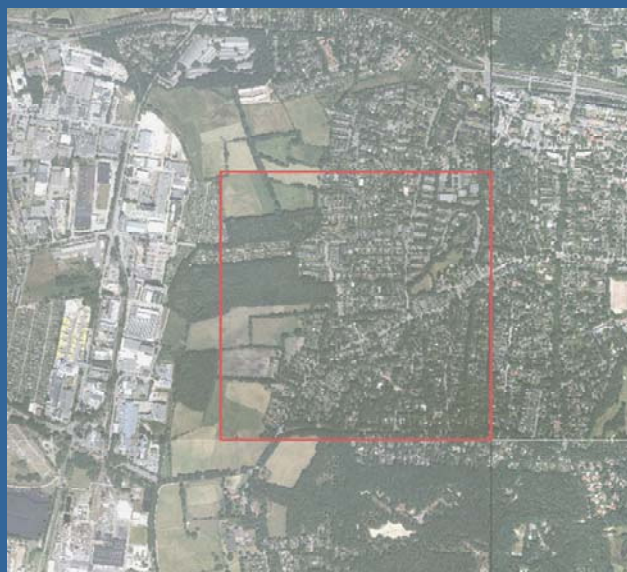
Im Folgenden:

**Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben „Monitoring
von Vogelarten in Deutschland“ – Durchführung
DDA in Zusammenarbeit mit NABU und DO-G**

Ziele der Stichprobenziehung für Vogelmonitoring und ÖFS waren:

- Es sollen **statistisch belastbare Aussagen** erzielt werden; Betrachtungsebene ist **Deutschland**, ggf. **differenziert in** geeignete **Regionen**
- Ergebnisse müssen **hochrechenbar** sein; **Fehler** sollen berechnet werden können
- die Aussagen sollen **nach Nutzungstypen differenziert** werden können, um sie für Naturschutz nutzbar zu machen
- **Trendaussagen** (Vogelmonitoring: über Bestandsveränderungen und Veränderungen der Diversität) sind äußerst wichtig

Ausweisung von quadratischen, 100 ha großen, untereinander überlappungsfreien, genordneten Probeflächen



Anforderungen an das Stichprobendesign

- Ausweisung einer Stichprobe für jedes Bundesland für bundeslandinterne Programme bzw. länderrepräsentative Hochrechnungen (Gesamtstichprobe)
- Stichprobe für das bundesweite Programm als Unterstichprobe aus der Gesamtstichprobe aller 16 Bundesländer
- Länder bilden bei bundesweiter Stichprobe keine Schicht

Geschichtete Stichprobe

Grundlagen

1. Nutzungstypen: Objektarten des DLM25 aus der Produktpalette von ATKIS des AdV

DLM25 = Digitales Landschaftsmodell, 1:25.000

ATKIS = Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

AdV = AG der Vermessungsverwaltungen der Länder der BRD

2. Raumeinheiten (Raumklassen): Standorttypen

nach Schröder et al. (2001):

Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogramms im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder.

FKZ 299 82 212 / 02 (UFOPLAN)

Objektarten des DLM25 / ATKIS

ATKIS-Schicht	ATKIS-Objektart
Ackerland	4101 Ackerland
	4103 Gartenland
Sonderkultur	4109 Sonderkultur
Grünland	4102 Grünland
Sonderbiotope	4104 Heide
	4105 Moor, Moos
	4106 Sumpf, Ried
	4110 Brachland
	4120 Vegetationslose Fläche
Wald	4107 Wald, Forst
	4108 Gehölz
Siedlung	2101 Ortslage

➤ aktuelle Nutzung der Oberfläche des Bundesgebiets

➤ entspricht den Hauptlebensraumtypen

Detaillierte Informationen unter:
www.atkis.de

Standorttypen

21 Standorttypen (Schröder et al. 2001)

6 Landschaftstypen (BfN 2004)

Rasterweite

2 x 2 km²

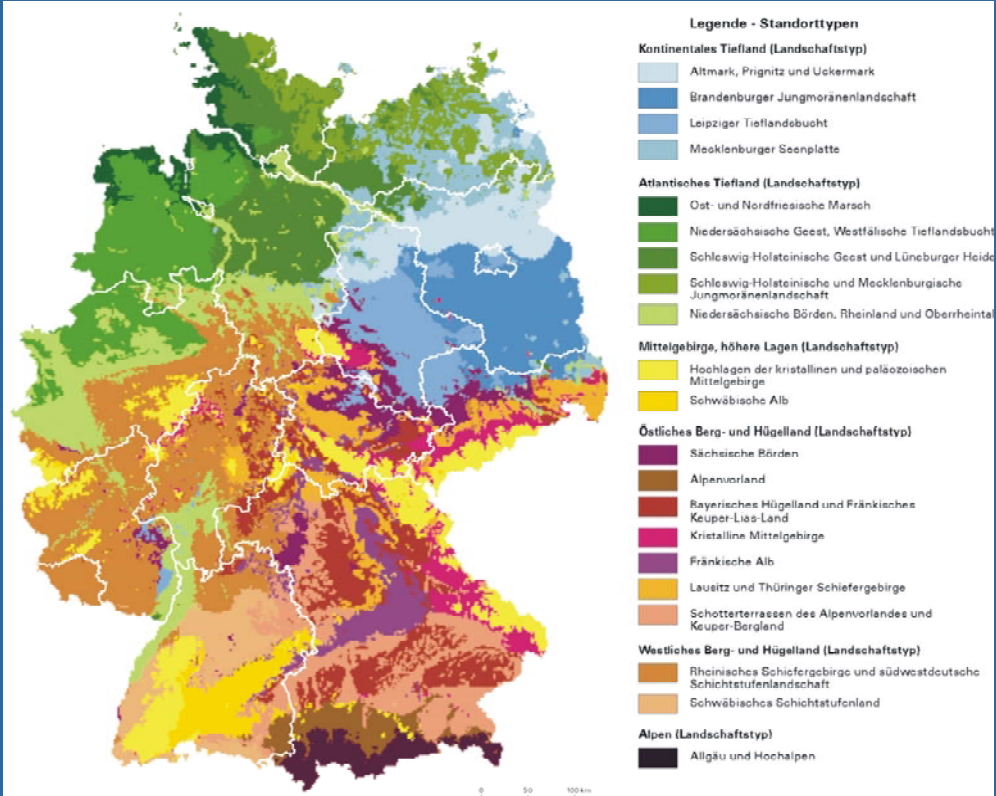
Gruppierung von Standorten auf Basis abiotischer Parameter:

- Höhenlage
- Bodentyp
- Temperatur
- Sonnenscheindauer
- Niederschlag

und der potenziell natürlichen Vegetation

Vorteil: Probeflächen auch für Ökologische Flächenstichprobe nutzbar!

Standorttypen



Kombination der Schichten

Schicht-kombinationen	Standorttypen	Landschafts-typen	Anzahl der Schichten
Ackerland	X	-	21
Sonderkultur	-	X	6
Grünland	X	-	21
Sonderbiotope	X	-	21
Wald	X	-	21
Siedlung	X	-	21
Summe			111

Stichprobenziehung

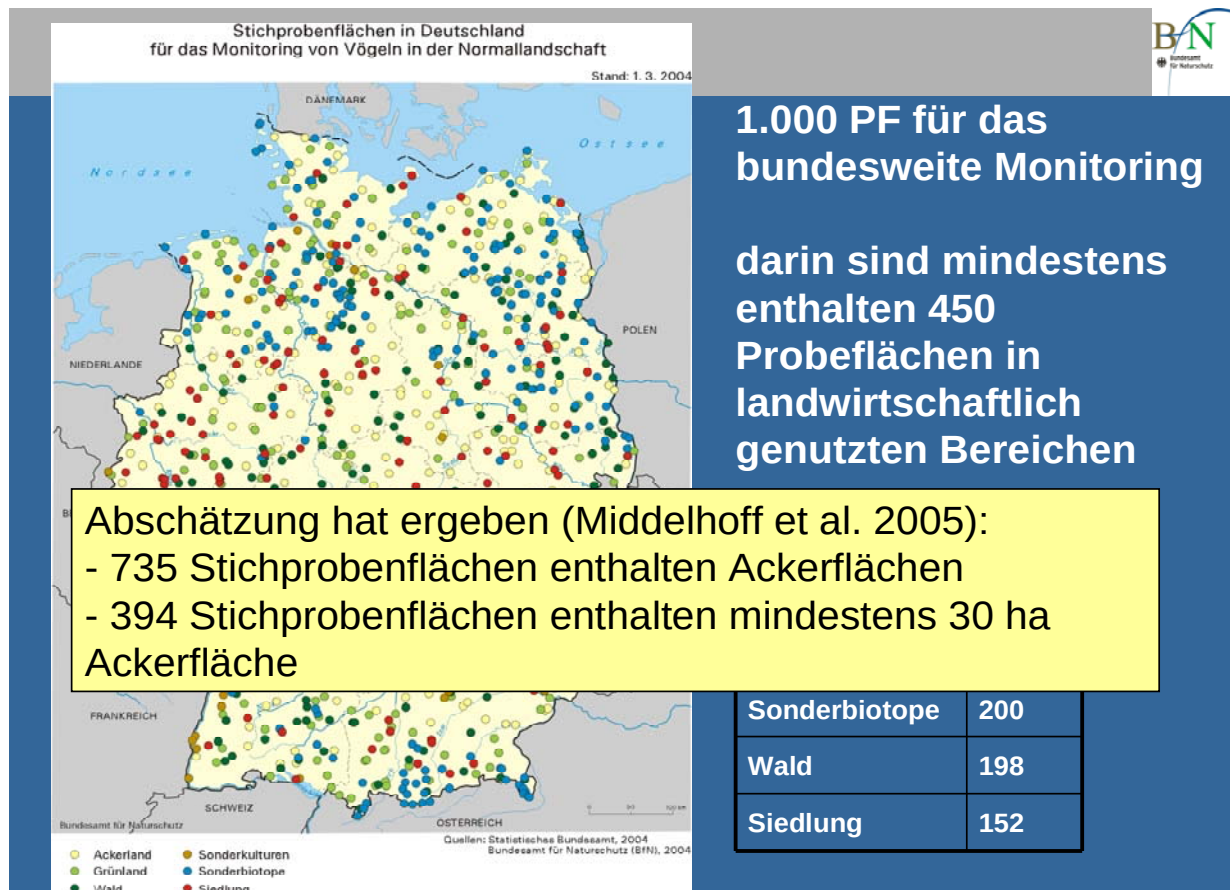
- Festlegung der Gesamtstichprobe (2.637 PF)
- Verteilung des Stichprobenumfangs auf die DLM25-Schichten (ATKIS) anhand der Flächenanteile der Objektarten, Kenntnisse über Homogenitätsgrad der Objektarten sowie Anforderungen an Genauigkeit der Ergebnisse
- abschließend flächenproportionale Verteilung innerhalb jeder DLM25-Schicht auf Standort- bzw. Landschaftstypen
- Mittelpunktziehung der einzelnen Stichprobenflächen
- Ziehung einer Unterstichprobe für den Bund (1000 PF)



1.000 PF für das bundesweite Monitoring

darin sind mindestens enthalten 450 Probeflächen in landwirtschaftlich genutzten Bereichen

Ackerland	201
Sonderkultur	49
Grünland	200
Sonderbiotope	200
Wald	198
Siedlung	152



Bundesland	PF bundesweit	Fläche
Bayern	188	68.410
Niedersachsen	153	45.743
Baden-Württemberg	103	34.987
Brandenburg	98	28.230
Nordrhein-Westfalen	87	32.348
Mecklenburg-Vorp.	73	21.843
Rheinland-Pfalz	60	19.441
Sachsen	49	17.669
Schleswig-Holstein	48	14.873
Hessen	47	19.924
Sachsen-Anhalt	47	20.824
Thüringen	31	15.883
Saarland	7	2.501
Hamburg	4	664
Bremen	3	361
Berlin	2	802
	1.000	344.503

Fragen zur Übertragbarkeit – meine Antworten



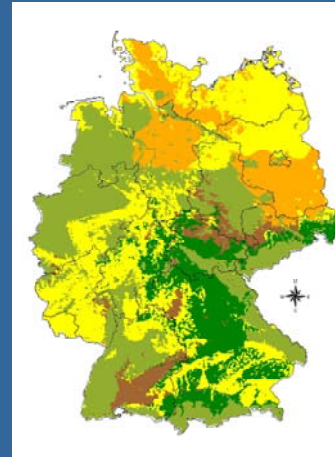
- Einfluss räumlich und zeitlich wechselnder Parameterausprägungen: wird durch relativ hohe Zahl der Stichprobenflächen verringert
- Aussagen auf hierarchisch gegliederten räumlichen Ebenen: Deutschland – Landschaftstypen – Standorttypen; wurden bei der Ziehung zu Grunde gelegt; es ist möglich, Daten nach anderen räumlichen Gliederungen auszuwerten und hochzurechnen
- Repräsentanz: hochrechenfähige Ergebnisse mit akzeptablem Fehler werden angestrebt; auch einzelne Ereignisse können festgestellt und berichtet werden
- Reihenfolge bei der Betrachtung räumlicher Aussageebenen: Ja, die Ebenen sind hierarchisch aufgebaut
- Untersuchungsumfang und Fehlergrößen: Zahl der Stichprobenflächen ist pragmatisch und vor dem Hintergrund bekannter Fehlergrößen ermittelt worden; umfassende Auswertung der Vogeldaten steht noch aus
- Beitrag zum GVO-Monitoring kann geleistet werden, Beobachtungsräume und Messflächen können genutzt werden

Beispielergebnisse aus Vogelmonitoring und aus ÖFS



**Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)**

**Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)**

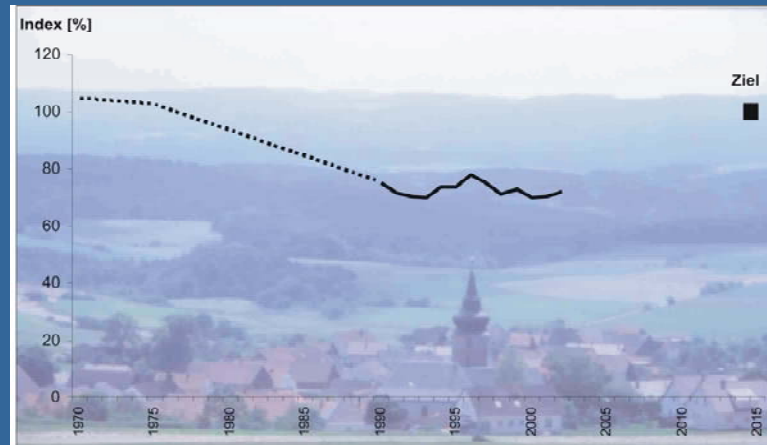


**Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)**

**Bestandstrends ausgewählter Vogelarten in Deutschland
(Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt)**

**Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)**

**Bestandstrends ausgewählter Vogelarten in Deutschland
(Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt)**



**Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)**

**Bestandstrends ausgewählter Vogelarten in Deutschland
(Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt)**

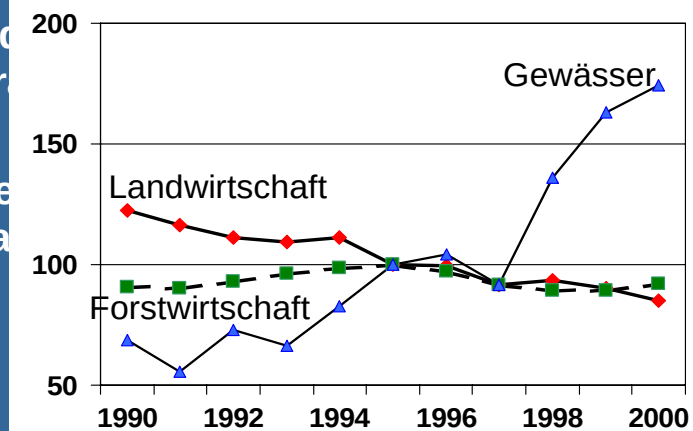
**Differenzierung des
Einflusses einzelner
Nutzungsfaktoren
(Entwicklung von
Artenbeständen)**

Beispielsergebnisse aus Vogelmonitoring und aus ÖFS

Veränderungstrends der
Vogelarten pro Quadrat-
Standorttypen (fiktiv)

Bestandstrends ausgewählter
(Nachhaltigkeitsindikator)

Differenzierung des
Einflusses einzelner
Nutzungsfaktoren
(Entwicklung von
Artenbeständen)



Beispielsergebnisse aus Vogelmonitoring und aus ÖFS

Veränderungstrends der Diversität von
Vogelarten pro Quadratkilometer nach
Standorttypen (fiktiv)

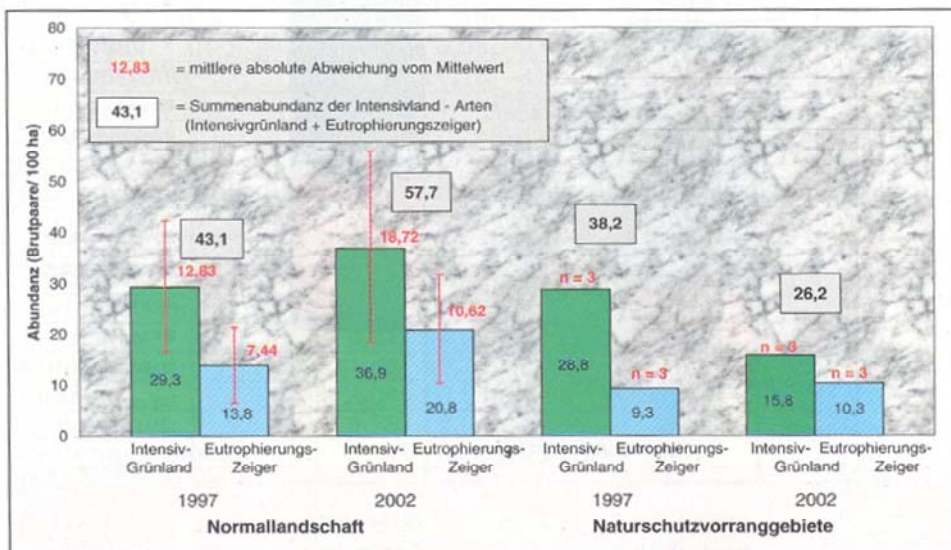
Bestandstrends ausgewählter Vogelarten in Deutschland
(Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt)

Differenzierung des
Einflusses einzelner
Nutzungsfaktoren
(Entwicklung von
Artenbeständen)

Nutzungsintensität und deren Änderung wird mit
Vogelkollektiven darstellbar (aus König 2003); Vergleich
Normallandschaft mit Naturschutzgebieten

Beispielergebnisse aus Vogelmonitoring und aus ÖFS

V
V
S
B
(N
D
E
N
(E
A



and

Nutzungsintensität und deren Änderung wird mit Vogelkollektiven darstellbar (aus König 2003); Vergleich Normallandschaft mit Naturschutzgebieten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit bei meinem Beitrag zum gemeinsamen Puzzeln für das GVO-Monitoring!



Objektarten des DLM25 / ATKIS

Problem: **Gewässer**

- Verzicht auf jede Objektart aus dem Objektbereich „5000 Gewässer“.
- Sämtliche im DLM25 flächenhaft erfassten Gewässer sind nicht Bestandteil der Grundgesamtheit .

Integration vorhandener Probeflächen

Voraussetzung:

- Die Auswahl der PF durch die Bundesländer erfolgte nach einem vergleichbaren Verfahren!
- Baden-Württemberg
- Niedersachsen
- Nordrhein-Westfalen

Ersatzflächen

Für jede PF wurden innerhalb der entsprechenden Bundesländer drei Ersatzflächen gezogen.

Ersatzflächen kommen nur dann zum Einsatz, wenn die Originalflächen nicht begehbar sind oder Betretungsverbote bestehen (z.B. TüP).

Bundesland	PF Bundesland	PF bundesweit
Baden-Württemberg	400	103
Bayern	450	188
Berlin	30	2
Brandenburg	210	98
Bremen	18	3
Hamburg	46	4
Hessen	154	47
Mecklenburg-Vorp.	160	73
Niedersachsen	280	153
Nordrhein-Westfalen	179	87
Rheinland-Pfalz	150	60
Saarland	30	7
Schleswig-Holstein	120	48
Sachsen	140	49
Sachsen-Anhalt	150	47
Thüringen	120	31
	2.637	1.000

Einrichtung eines statistisch auswertbaren Probeflächendesigns für ein naturschutzfachliches Monitoring im Einflussbereich eines aktiven Tagebaus

Birgit Felinks*, Sandra Benkwitz, Sandra Mann, Sabine Tischew und Alica Tschierschke

*UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH,

1 Einleitung (Folie 1, 2)

Für den Braunkohlenbergbau erfolgt auf Grund der Standortgebundenheit der Lagerstätten die Rohstoffsicherung auf Basis des Bundesberggesetzes. Darüber hinaus sind speziell in Sachsen Braunkohlenpläne auf Grund raumordnerischer Gesetze aufzustellen. Für den Tagebau Vereinigtes Schleenhain liegt ein genehmigter Rahmenbetriebsplan für die Förderung von Braunkohle im Tagebauverfahren vor. Der Braunkohlenplan wurde am 08.09.1998 genehmigt. In einer Arbeitsgruppe zur Fortschreibung des o. g. Planes wurde mit Stand 21.12.1998 eine fachliche Begleitung des Artenschutzes sowie die Erhaltung bzw. Kompensation geschützter Biotope gefordert. Diese sollte für die Zeit der bergbaulichen Beeinflussungen durch ein Monitoring erfolgen. Auf Basis dessen wurde die Erarbeitung eines Konzeptes zum naturschutzfachlichen Monitoring durch die MIBRAG mbH in Abstimmung mit dem Landratsamt Leipziger Land angestrebt. Im Auftrag der Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG) sollte im Rahmen einer zweijährigen Pilotstudie ein fundierter Handlungsrahmen für ein langfristiges naturschutzfachliches Monitoring vorgeschlagen werden, um Beeinträchtigungen ausgewählter, nur bedingt wiederherstellbarer, grundwasserabhängiger Landschaftsbestandteile (z.B. Auen) und naturschutzfachlich wertvoller Biotope im Umland zu vermeiden.

Der Braunkohlenplan und damit die o. g. Anforderungen wurden mit Wirkung eines Urteils des Sächsischen Obergerichtes vom 12.11.2003 für nichtig erklärt. Mittlerweile wurde auf Grund des Beschlusses im Dezember 2003 das Verfahren zur Neuaufstellung des Braunkohlenplans begonnen. In einer Arbeitsfassung zum Rohentwurf des neuen Braunkohlenplans vom 21.04.2004 wird im Leitbild u. a. aufgeführt, dass abbaubedingte Auswirkungen auf die Schutzgüter sowie auf Natur und Landschaft auf das unabdingbare Maß zu begrenzen sind. Weiterhin wird in Ziel 23 ein Verschlechterungsverbot für den Bereich der Schnauderaue zwischen Berndorf (Landesgrenze) und Groitzsch formuliert. Aussagen zur Elsteraue werden nicht getroffen.

In diesem Beitrag soll die Einrichtung eines geeigneten Probeflächendesigns, die Festlegung einer Basislinie, die Auswahl von Referenzflächen und die Festlegung von Schwellenwerten für ein Frühwarnsystem auf der Grundlage der methodischen Ansätze aus der o. g. Pilotstudie vorgestellt werden.

2 Methodik

2.1 Beobachtungsraum Südraum Leipzig (Folie 3, 4)

Der ca. 750 km² große Beobachtungsraum "Südraum Leipzig" ist durch den langjährigen Braunkohlentagebau nachhaltig verändert (u.a. Verlust von Wäldern, landwirtschaftlichen Nutzflächen und Dörfern, Umlegung von Fließgewässern, Zerstörung von Auen und weiteren naturschutzfachlich relevanten Biotopen und Lebensräumen). Insgesamt wurden

ca. 250 km² direkt überbaggert, der Grundwasserabsenkungstrichter umfasst eine Fläche von ca. 700 km². Dieser Grundwasserabsenkungstrichter ist jedoch nicht statisch, sondern je nach Abbaufortschritt kommt es zu Absenkungen oder auch einem Wiederanstieg, wobei sich die Auswirkungen von verschiedenen Abbaufeldern überlagern können. In dem Tagebau "Vereinigtes Schleenhain" sollen bis 2040 sukzessive die drei Felder Schleenhain, Peres und Groitzscher Dreieck abgebaut werden.

Die Auen der zwei Fließgewässer Schnauder und Weiße Elster werden in vielen Abschnitten durch die Grundwasserabsenkung beeinflusst. Obwohl die Auen häufig nur noch als schmale Bänder erhalten sind, repräsentieren sie naturschutzfachlich wertvolle Bereiche, z.B. im Hinblick auf einen regionalen Biotopverbund. Außerdem wurde der sächsische und der sachsen-anhaltinische Abschnitt der Auen der Weißen Elster als FFH-Gebiet von der EU bestätigt (Europa-Nummer: DE 4739-302; DE 4839-301). Als weitere Rahmenbedingung ist zu berücksichtigen, dass die MIBRAG mbH erst seit 1999 Betreiber des Tagebaus "Vereinigtes Schleenhain" ist. Deshalb muss differenziert werden zwischen den Auswirkungen der aktuellen Bergbauaktivitäten und Einflüssen aus früheren Abbautätigkeiten. Weiterhin sind aktuelle und ältere Einflüsse durch z.B. andere Landnutzer zu berücksichtigen.

2.2 Auswahl der Untersuchungsflächen und Probenahmestellen (Folie 5, 6, 7, 8, 9)

Da in der Pilotstudie keine flächendeckende Kartierung durchgeführt werden konnte, musste für die Auswahl der Untersuchungsflächen auf bereits vorhandene Daten zurückgegriffen werden: Digitale Daten aus der selektiven Biotopkartierung NW-Sachsen (2. Durchgang 1997, linien- und flächenhafte Biotope der Offenlandschaften, Waldflächen); digitale Daten aus der 1994 i.A. der MIBRAG 1994 erstellten Umweltbilanz; analoge Daten aus der § 26-Biotopkartierung der Schnauder- und der Elsteraue (Teil Sachsen, 1997); Schutzgebietskartierungen (FND, LSG, NSG, FFH-Gebiete) sowie der (CIR-)Luftbild-gestützten Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (mesophile Grünländer).

Die Auswahl der konkreten Untersuchungsflächen erfolgte mittels stratifizierter Zufallsauswahl. Dazu wurden die Flächen den folgenden, für Auenstandorte repräsentativen Biotoptypen zugeordnet: Auwaldreste (Weichholz- und Hartholzaue, Flächen > 0,5 ha), Feuchtwiesen, mesophile Grünländer, Röhrichte, Kleingewässer/Seen, Altarme, Gräben und Flussabschnitte. Jeder Biototyp sollte in jeder Aue (Weiße Elster / Schnauder) idealerweise fünfmal, mindestens jedoch dreimal repräsentiert sein. Auf Grund der Seltenheit mancher Biotoptypen (z.B. Feuchtwiesen und Röhrichte) mussten z.T. alle vorhandenen Flächen eines Biototyps in die Untersuchungen einbezogen werden. Für die zufällige Auswahl von fünf je 100 m langen Flussabschnitten entlang der Schnauder und der Elster wurde aus Gründen der Praktikabilität das Vorhandensein von Brücken bei der Flächenauswahl berücksichtigt. Zusätzlich wurden Gebiete mit besonderer regionaler naturschutzfachlicher Bedeutung als Untersuchungsflächen aufgenommen.

Die zufällige Auswahl der Probenahmestellen auf den einzelnen Untersuchungsflächen orientierte sich an den Erfordernissen zur Erfassung der verschiedenen Artengruppen. In einigen Fällen bestand aufgrund der eingeschränkten Flächenverfügbarkeit und -eignung auch bei diesem Schritt kaum eine Wahlmöglichkeit. Die Vegetation wurde in Abhängigkeit von den Biotoptypen stets über Vegetationsaufnahmen (Dauerquadrate) sowie Artenlisten (5-stufige Häufigkeitsangaben) erfasst. In einigen Biotoptypen erfolgten zudem Individuenzählungen ausgewählter Arten. Zur Erfassung der Fauna wurden entsprechend ihrer indikatorischen Eignung und Biotopbindung verschiedene Artengruppen ausgewählt, wobei es sich ausschließlich um "Standardtiergruppen" für Monitoringvorhaben handelt.

Die Erfassung der einzelnen Artengruppen erfolgte mittels eines standardisierten Probenahmedesigns auf Probenahmestellen in Form von Linientransekten, Bodenproben oder Uferabschnitten unter definierten Abmaßen und Zeitvorgaben bei Geländebeobachtungen. Die Felderhebungen wurden auf allen Untersuchungsflächen und für alle Artengruppen, mit Ausnahme der Avifauna, 2003 und 2004 durchgeführt.

2.3 Datenauswertung (Folie 10)

Neben einer Analyse der Deckungswerte, Abundanzen und Aktivitätsdichten wurde für jede Artengruppe bzw. für jede Indikatorart die relative Nachweisgenauigkeit (level of precision – LOP) durch Anwendung einer Überschlagsformel ermittelt (Perner 2003). Dazu wurde unter Berücksichtigung der Varianz der Deckung bzw. Abundanz der nachgewiesenen Arten die prozentuale Veränderung berechnet, die mittels einer festgelegten Anzahl an Probenahmestellen und bei Vorgabe eines 95 % Konfidenzintervalls noch nachgewiesen werden kann. Durch Umstellen der Formel ist es möglich, die erforderliche Flächenanzahl zu berechnen, um eine festgelegte Nachweisgenauigkeit zu erreichen. Um den Einfluss des unterschiedlich hohen Probenahmeaufwandes zu analysieren, wurden z.B. die Laufkäfer grundsätzlich mit sechs Bodenfallen auf allen 14 Untersuchungsfläche dreimal über je vier Wochen (= sechs Fangeinheiten) erfasst. Außerdem wurden vier Untersuchungsflächen durchgehend über 26 Wochen (= 13 Fangeinheiten) beprobt.

3 Ergebnisse

3.1 Auswahl der Untersuchungsflächen und der Probenahmestellen (Folie 11)

Nicht alle relevanten Biotoptypen können mit der erforderlichen Anzahl an Untersuchungsflächen repräsentiert werden. Daraus resultieren Einschränkungen bezüglich einer statistischen Absicherung von beobachteten Trends. Eine Erhöhung der Nachweisgenauigkeit durch Hinzunahme von weiteren Untersuchungsflächen ist in diesen Fällen nicht möglich. Des weiteren weisen viele Untersuchungsflächen nur eine geringe Größe auf. Dadurch war es z.T. kaum möglich die Probenahmestellen gemäß des standardisierten Probenahmedesigns einzurichten. Als Folge des Randeffektes ist, z.B. bei den Laufkäfern, eine Verschiebung des Artenspektrums von Indikatorarten zu Ubiquisten zu verzeichnen.

Bei der Auswahl der Untersuchungsflächen wurden außerdem Defizite in der Biotopkartierung deutlich. So entsprachen beispielsweise als "Feuchtwiese" kartierte Flächen eher mesophilem Grünland oder die Ausprägung des Biotoptyps war nicht in der benötigten Qualität gegeben (z.B. Vorhandensein von Indikatorarten). Zudem wird der Grundwassereinfluss in manchen Biotoptypen, wie z.B. mesophilen Grünland, so stark durch aktuelle Nutzungen überlagert, dass sie für ein Monitoringprogramm nicht geeignet sind.

Im Verlauf der Pilotstudie wurde z.T. die zufällige Auswahl der Untersuchungsflächen seitens regionaler Naturschutzakteure kritisiert. Deshalb wurden zur Erhöhung der regionalen Akzeptanz naturschutzfachlich bedeutsame Flächen, die durch die Zufallsauswahl nicht für das Probeflächenraster ausgewählt wurden, in das Monitoring integriert. Ebenso sollte in Absprache mit den zuständigen Behörden darauf geachtet werden, dass keine beispielsweise den Grundwasserflurabstand beeinflussenden Maßnahmen geplant sind, wie die Ertüchtigung einer Drainage auf einer Feuchtwiese.

Auf Grund der v.a. landwirtschaftlichen Landnutzung aber auch der generellen Überprägung der Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse im gesamten Beobachtungsraum konnten zunächst keine Referenzflächen ausgewiesen werden.

3.2 Überprüfung des Probenahmedesigns (Folie 12 – 16)

Die relative Nachweisgenauigkeit kann sowohl für jede Untersuchungsfläche als auch für jeden einzelnen Biotoptyp berechnet werden. Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass die Nachweisgenauigkeit um so besser wird, je kleinere Werte sie annimmt, d.h. es können dann bereits geringfügige Veränderungen in der Abundanz/Dominanz der Arten statistisch abgesichert nachgewiesen werden. Die Ergebnisse werden am Beispiel der Artengruppe der Laufkäfer detaillierter vorgestellt.

Grundsätzlich wurden infolge der sehr großen Unterschiede im Witterungsverlauf zwischen den zwei Untersuchungsjahren (Überschwemmung einiger Flächen im Jahr 2003) große Unterschiede im Hinblick auf die Aktivitätsdichte sowie den Artenzahlen auf allen 13 Untersuchungsflächen verzeichnet (Folie 12, 13). Da solche witterungsbedingten Schwankungen der Aktivitätsdichten in einem langfristig angelegten Monitoring normal sind, wurde analysiert, inwiefern sich eine Erhöhung des Probenahmeaufwands auf die relative Nachweisgenauigkeit auswirkt. In einem ersten Schritt wurde der Einfluss einer Erhöhung der Anzahl an Fallenleerungen je Untersuchungsfläche ausgewertet. Die Analyse einzelner Indikatorarten zeigt deutlich, dass die relative Nachweisgenauigkeit mit mehr Leerungen deutlich ansteigt. Ebenso können für einzelne Arten signifikante Trends nur mit 13 Leerungen nachgewiesen werden (Folie 14).

In einem nächsten Schritt wurde die erforderliche Anzahl an Probenahmestellen (= Anzahl an Bodenfallen) ermittelt, mit der eine vorher festgelegte Nachweisgenauigkeit für die Indikatorarten der Laufkäfer erreicht werden kann. Dazu wurden zunächst nur die vier durchgängig beprobten Untersuchungsflächen berücksichtigt, und die relative Nachweisgenauigkeit wurde unter Einbeziehung aller Leerungen bzw. von nur sechs Leerungen berechnet. Im Ergebnis zeigte sich, dass weniger die Anzahl der Leerungen Einfluss auf die Nachweisgenauigkeit nimmt sondern vielmehr der Zeitpunkt der Erfassung (2003 bzw. 2004). Die höhere relative Nachweisgenauigkeit 2003 im Vergleich zu 2004 ist auf die 2003 durchgängig höhere Aktivitätsdichten zurückzuführen. Die Unterschiede zwischen den Jahren fallen deutlich geringer aus, wenn anstelle einer durchgehenden Beprobung von nur vier Untersuchungsflächen über 26 Wochen, 14 Untersuchungsflächen mit sechs Leerungen beprobt werden (Folie 15). Ausgehend von diesen Ergebnissen wird für ein langfristiges Monitoring vorgeschlagen, eine höhere Flächenanzahl mit weniger Leerungen anzustreben, als weniger Flächen durchgehend zu beproben.

Ein Vergleich der für verschiedene Artengruppen ermittelten relativen Nachweisgenauigkeit zeigt, dass beispielsweise für Schnecken eine weitaus höhere Anzahl an Probenahmestellen erforderlich ist, um eine ähnlich hohe Nachweisgenauigkeit zu erreichen (Folie 16). Um einen möglichst effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten wird deshalb vorgeschlagen, für ein langfristiges Monitoringprogramm Laufkäfer als Indikatorartengruppe zu verwenden.

4 Lösungsansätze

4.1 Probenahmedesign, Referenzflächen und Basislinie (Folie 17)

Im Zeitraum der Pilotstudie erfolgte durch Fachbüros für Hydrologie eine Neuberechnung der zukünftig zu erwartenden Grundwasserverhältnisse. Die Angaben liegen in den Kategorien 0 - 1 m, 1 - 2 m, 2 - 3 m, 3 - 4 m, 4 - 5 m und größer 5 m für die Jahre 1993, 2001,

2005, 2010, 2015, 2020, 2025, 2035 vor. Ebenfalls angegeben ist der prognostizierte, maximale Grundwasserflurabstand im Zeitraum 2008 - 2050¹. Auf dieser Basis wurden in der Elster-Aue zwei und in der Schnauder-Aue drei Schwerpunktbereiche für ein zukünftiges Monitoring ausgewiesen. Dabei handelt es sich um Bereiche, in denen wertvolle Biotope konzentriert auftreten und wo z. T. davon auszugehen ist, dass auf Grund von hydrologischen Fenstern bei einer Absenkung des Grundwassers in tieferen Stockwerken Einflüsse auf die oberen Grundwasserstockwerke nicht ausgeschlossen werden können. Durch die Benennung von Schwerpunktbereichen wird dem Nachweis eines statistisch signifikanten Trends in "sensiblen Bereichen" eine höhere Bedeutung eingeräumt als der Ermittlung eines gleichgerichteten Trends im gesamten Beobachtungsraum. Die Ausweisung von Schwerpunktbereichen hat außerdem den Vorteil, dass in diesen Gebieten gezielt und mit höherem Aufwand abiotische Kennwerte erhoben werden können. Dadurch könnte, insbesondere bei Überschreitung von Schwellenwerten, eine Ursachenanalyse zielgerichteter durchgeführt werden.

Analog wurden drei Schwerpunktbereiche im nördlichen Beobachtungsraum als Referenzflächen ausgewiesen. Hierbei handelt es sich um Bereiche, die, entsprechend den aktuellen hydrologischen Modellierungen, durch eine Grundwasserabsenkung zukünftig nicht mehr beeinflusst werden sollen. Allerdings ist zu beachten, dass auch diese Bereiche in der Vergangenheit durch Auswirkungen des Braunkohleabbaus beeinflusst wurden, bzw. auch gegenwärtig dem Einfluss von anderen Landnutzungsformen unterliegen.

Angesichts einer fehlenden flächendeckenden Erfassung des Ist-Zustandes zu Beginn der Abbautätigkeiten durch die MIBRAG im Jahr 1999 wurde aus den während der Pilotstudie in den relevanten Lebensräumen durchgeführten zweijährigen Geländeerhebungen eine Basislinie abgeleitet. Auf Grund der sehr unterschiedlichen Witterungsverhältnisse in den Jahren 2003 und 2004 kann angenommen werden, dass für jede Artengruppe sowohl die Artenzusammensetzung als auch die Abundanzen mit einer relativ weiten Spannweite erfasst wurden. Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, nicht den Mittelwert aus zwei Jahren als Basislinie zu verwenden, sondern Ergebnisse aus zukünftigen Erhebungen gegen diese Spannbreite zu bewerten.

4.2 Festlegung von quantifizierbaren Schwellenwerten (Folie 18)

Eine grundlegende Voraussetzung für die Einforderung von Maßnahmen zur Einhaltung des Verschlechterungsverbots ist die Festlegung von quantifizierbaren Schwellenwerten. Um eine größere Unabhängigkeit des angestrebten Frühwarnsystems von verschiedenen Umwelteinflüssen zu erreichen, wird vorgeschlagen ein Warn- bzw. Alarmsignal nur dann auszulösen, wenn gleichgerichtete Tendenzen auf verschiedenen räumlichen Maßstabsebenen und / oder bei verschiedenen Artengruppen beobachtet werden sowie wenn auf mind. 50% der Flächen einer Ebene Veränderungen um definierte Werte auftreten. Als Grundlage für weitere Diskussionen wird folgender Vorschlag unterbreitet:

Für jede floristische Indikatorart wird zunächst aus einer Veränderung der Bedeckung um mindestens zwei Schätzklassen (Londo-Skala) ein negativer (Rückgang Feuchtezeiger bzw. Zunahme Störzeiger) oder positiver Wert (Zunahme Feuchtezeiger bzw. Rückgang Störzeiger) ermittelt (vgl. MUNLV NRW 2004). Diese Werte werden für jede Probenahmestelle aufsummiert und bei einer Abweichung von -1 bzw. -2 wird ein Warnwert, bei einer Abweichung von -3 bzw. -4 ein Alarmwert ausgegeben. In ähnlicher Weise wird bei

¹ Da es sich um ein bislang unveröffentlichtes Gutachten handelt, konnten die Ergebnisse in der Präsentation nicht verwendet werden.

einem Rückgang der Ellenberg-Zeigerwerte von $> 0,3 - 0,7$ ein Warnwert und bei $> 0,7$ ein Alarmwert für das jeweilige Dauerquadrat ausgegeben. In ähnlicher Weise wird aus der Zu- bzw. Abnahme der Abundanzen von faunistischen Indikatorarten ein Warn- bzw. Alarmwert für jede Artengruppe abgeleitet.

Gestaffelt nach der Anzahl Warn- und Alarmwerte von Zeigerwerten und Indikatorartengruppen wird ein Warn- bzw. Alarmsignal für die jeweilige Untersuchungsfläche ausgegeben. In entsprechender Weise werden Warn- bzw. Alarmsignale für die Schwerpunktbereiche, für die einzelnen Auteilbereiche oder auch für die jeweiligen Biotoptypen generiert. Das Erreichen des Warnwertes erfordert eine Erhöhung der Untersuchungsintensität, ein Alarmwert hat außerdem eine Ursachenanalyse und eine Maßnahmenplanung zur Folge. Die Festlegung von Maßnahmen orientiert sich an den für die verschiedenen Biotoptypen in der Pilotstudie abgeleiteten Entwicklungszielen. Eine Kontrolle der Maßnahmen ist über entsprechende Zielartenkollektive möglich.

5 Fazit (Folie 19)

Die Ergebnisse der zweijährigen Pilotstudie zeigen, dass es nicht unproblematisch ist, in einer anthropogen stark überformten Landschaft ein "optimales" Monitoring zu initiieren und durchzuführen. Einschränkungen können z.B. aus Schwierigkeiten bei der Einrichtung eines statistisch belastbaren Probenahmedesigns resultieren, da geeignete Untersuchungsflächen nicht mit der erforderlichen Anzahl, Größe und Qualität vorhanden sind und verschiedene Landnutzungsformen die Auswirkungen der durch den Tagebau verursachten Grundwasserabsenkungen überlagern können. Für anthropogen stark überprägte Gebiete könnte ein Lösungsansatz darin bestehen, auf die Beprobung von "sensiblen Bereichen" zu fokussieren, wenn es aus finanziellen und personellen Gründen nicht möglich ist, den gesamten Beobachtungsraum gleichmäßig zu untersuchen. Ebenso können die detaillierten Erfassungen des Ist-Zustandes aus einer zwei- bis dreijährigen Pilotphase zur Ermittlung einer Basislinie genutzt werden. Da das Probenahmedesign zum gegenwärtigen Zeitpunkt im wesentlichen auf einer Auswertung der räumlichen sowie der zeitlichen Heterogenität aus nur zwei Jahren basiert, ist bei Vorliegen von Daten aus weiteren Jahren in jedem Fall eine Überprüfung und gegebenenfalls Modifizierung des Probenahmedesigns vorzunehmen.

Als weiteres Ergebnis ist festzuhalten, dass insbesondere die Auswahl von Untersuchungsflächen in Pilotstudien für Monitoringvorhaben in anthropogen geprägten Landschaften wesentlich zielgerichteter durchgeführt werden kann, wenn zu Beginn für die Fragestellung relevante Informationen über ausschlaggebende abiotische Rahmenbedingungen, wie z.B. zukünftige Entwicklung der Grundwasserflurabstände, verfügbar sind. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass für eine eventuell erforderliche Ursachenanalyse ebenfalls detailliertere Informationen zu abiotischen Verhältnissen notwendig sind, die z.B. durch eine Verdichtung des Pegelnetzes in den Schwerpunktbereichen oder durch gezielte Erhebungen von Nutzungsintensitäten zur Verfügung gestellt werden können.

Literatur

MUNLV NRW (Hrsg.) (2004): Monitoring Garzweiler II. Methodenhandbuch. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Perner, J. (2003): Sample size and quality of indication - a case study using ground-dwelling arthropods as indicators in agricultural ecosystems. -Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 2065.

Einrichtung eines statistisch auswertbaren Probeflächendesigns für ein naturschutzfachliches Monitoring im Einflussbereich eines aktiven Tagebaus

**Birgit Felinks¹, Sandra Benkwitz², Sandra Mann²,
Sabine Tischew² & Alica Tschierschke¹**

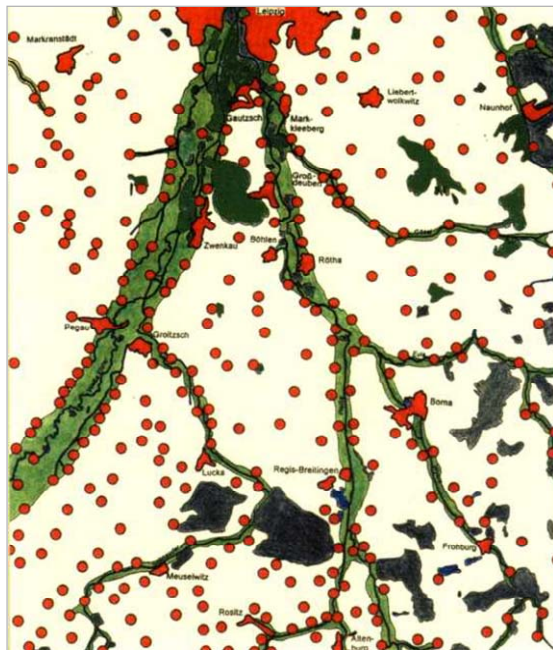
¹UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Department Naturschutzforschung, Leipzig

²Professor Hellriegel Institut e.V. An der Hochschule Anhalt (FH), Bernburg



Komponenten eines Monitoring-Programms

- Dokumentation und Analyse von Auswirkungen veränderter Grundwasserverhältnisse auf Arten, Biozönosen und Habitate
- Ausarbeitung eines Probeflächendesigns zum Nachweis statistisch signifikanter Trends
- Identifizierung von Indikatorarten für veränderte Grundwasserverhältnisse
- Datenerhebung mittels standardisierten Methoden
- Festlegung einer "Basis-Linie"
- Auswahl von Referenzflächen
- Festlegung von Schwellenwerten zur Etablierung eines Frühwarnsystems



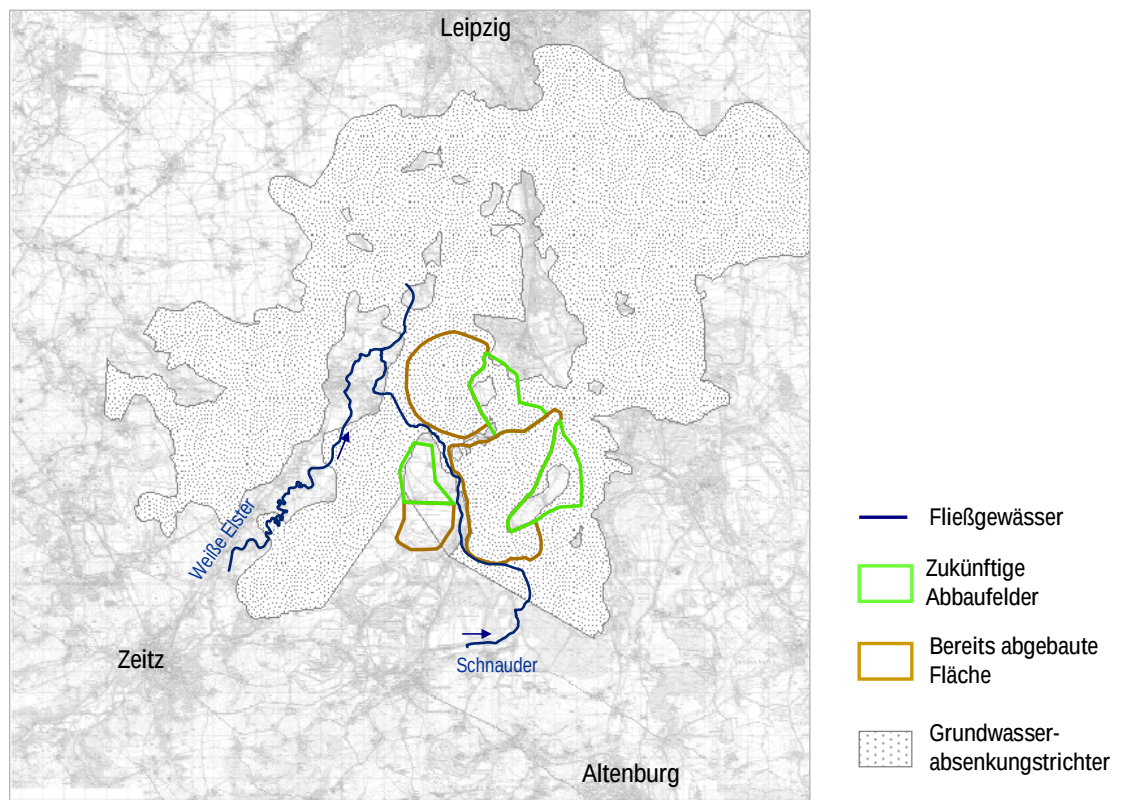
1900



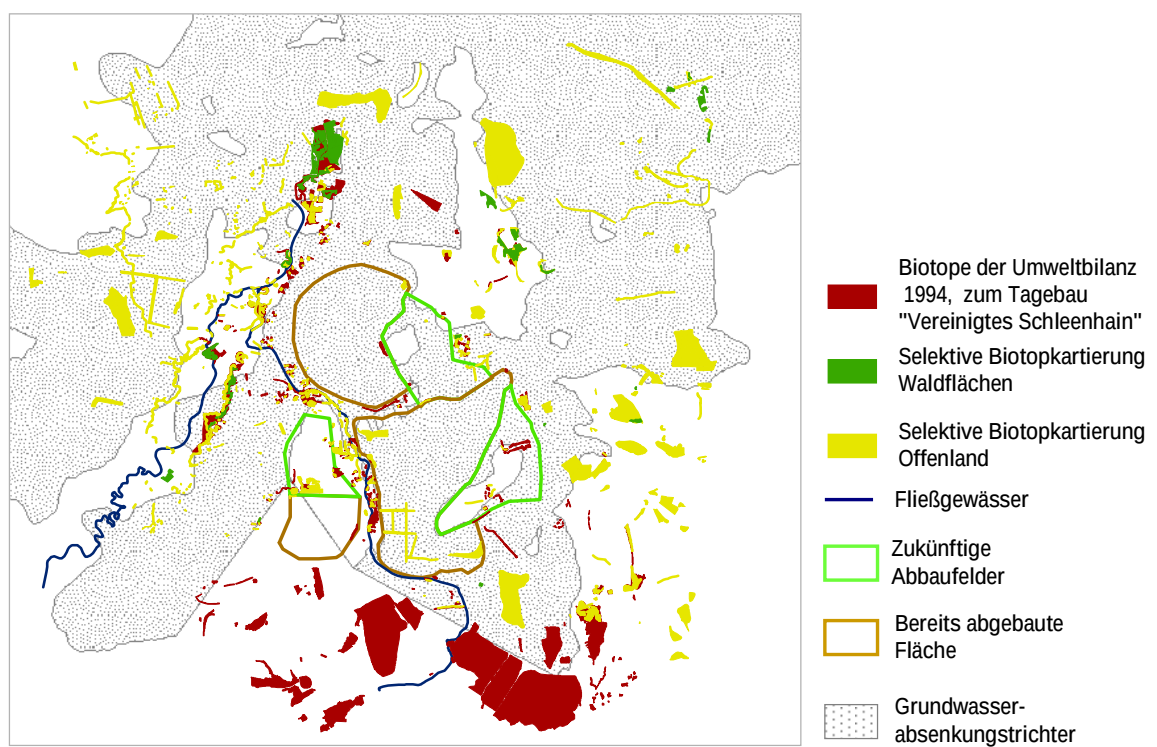
1995

(RPV Westsachsen)

Grundwasserabsenkungstrichter und Tagebau "Vereinigtes Schleenhain"



Auswertung vorhandener Kartierungen



- Eine stratifizierte Zufallsauswahl von Untersuchungsflächen wurde in folgenden Biotoptypen durchgeführt:
 - Auwaldreste (Weich- und Hartholzaue)
 - Feuchtwiesen
 - Mesophile Grünländer
 - Röhrichte
 - Kleingewässer / Seen
 - Altarme
 - Gräben
 - Flussabschnitte

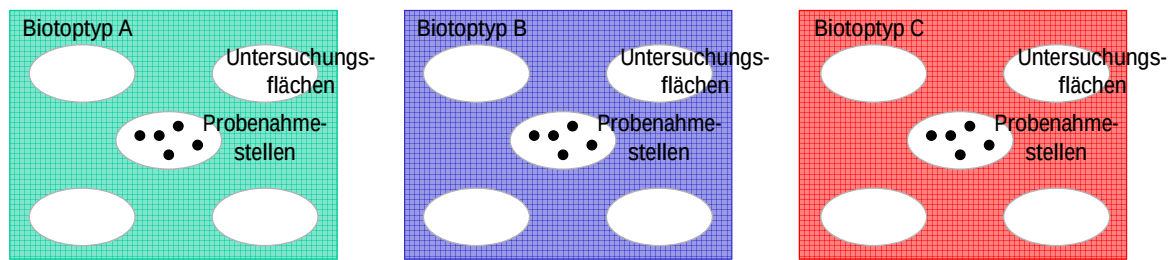
Kriterien zur Auswahl der Untersuchungsflächen

- Jeder Biotoptyp in jeder Aue mindestens 5 mal
- Auwälder > 0,5 ha
- Zufallsauswahl für jeden Biotoptyp, bzw. alle verfügbaren Flächen je Biotoptyp

Ausnahmen

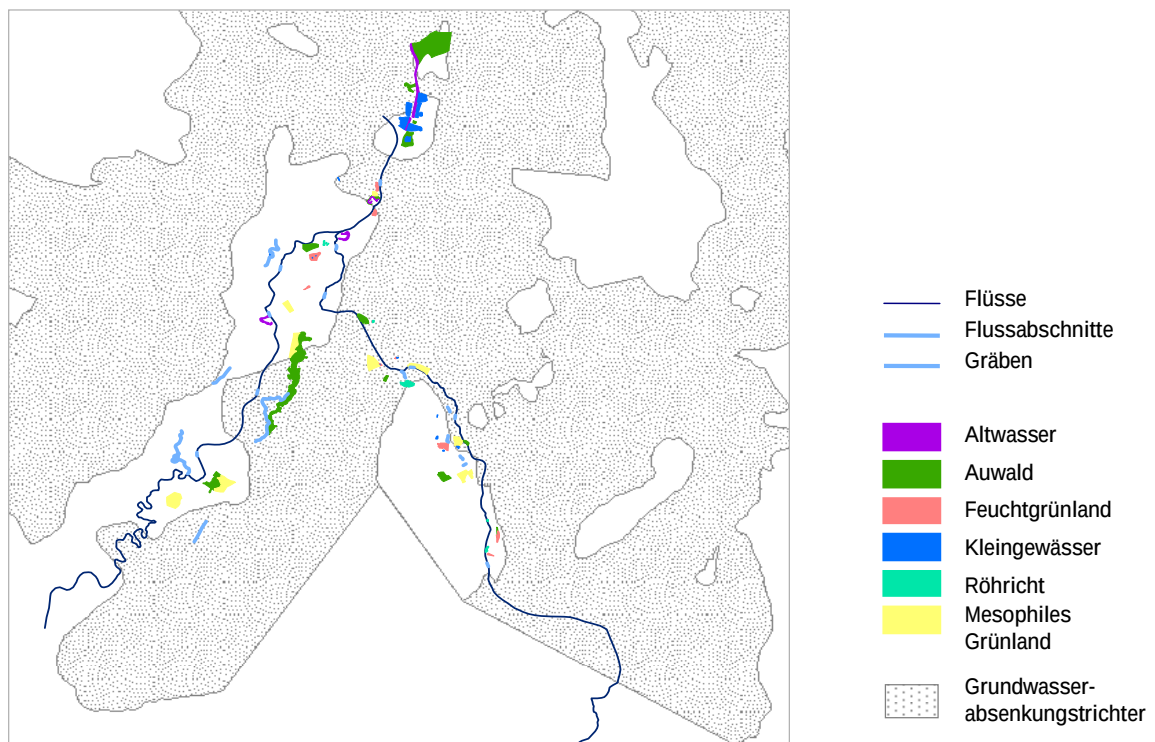
- 5 Flussabschnitte je 100 m, möglichst in Brückennähe
- Zusätzliche Aufnahme regionaler naturschutzfachlich relevanter Flächen

Auswahl der Untersuchungsflächen, Probenahmestellen und Artengruppen



Biototypen	Vegetation	Land-Schnecken	Laufkäfer	Heuschrecken	Libellen	Amphibien	Vögel
Auwälder	x	x	x				x
Röhrichte	x						x
Feuchtgrünland	x			x			x
Mesophiles Grünland	x			x			x
Flussabschnitte	x				x		x
Altarme					x	x	x
Gräben	x				x		x
Kleingewässer	x				x	x	x

Auswahl der Untersuchungsflächen



- Berechnung der relativen Nachweisgenauigkeit (Level of precision - LOP, Perner 2003)

$$LOP = 1.95 \times \frac{CV}{\sqrt{n}} \times 100$$

CV = Variationskoeffizient
 n = Anzahl der Probestellen

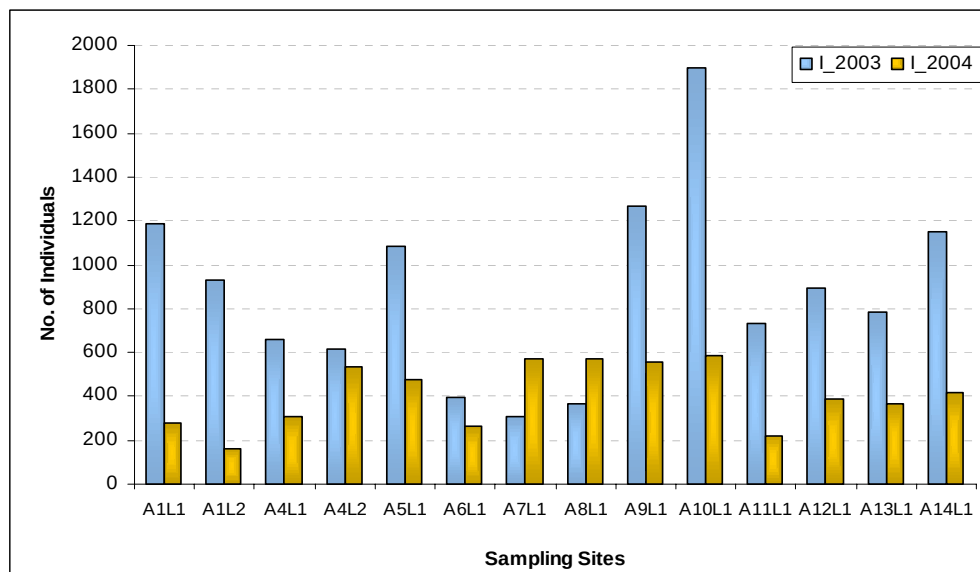
- Überschlagsformel zur Ermittlung der notwendigen Probestellenanzahl

$$n = \left(1.95 \times \frac{CV}{LOP} \times 100 \right)^2$$

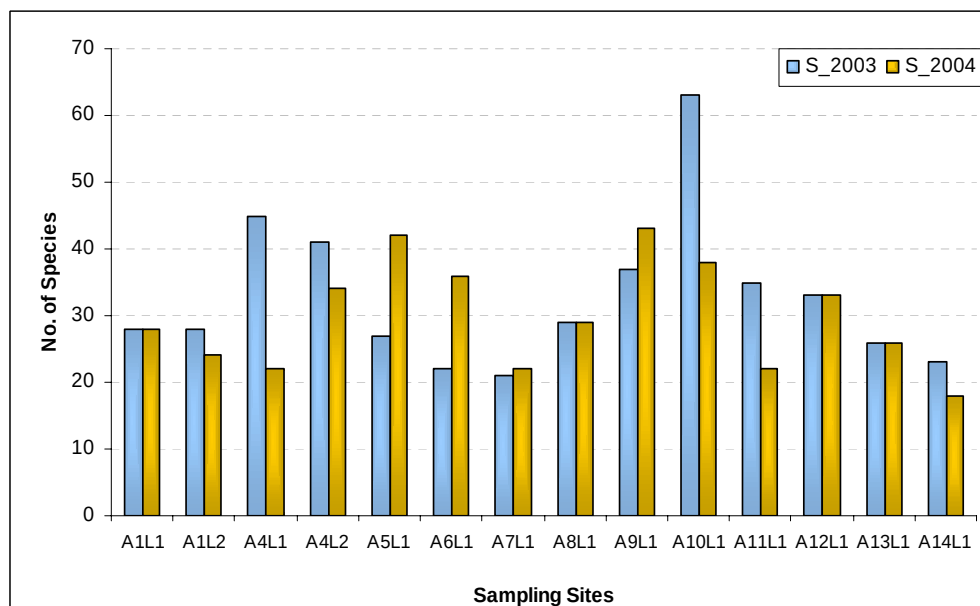
Auswahl der Untersuchungsflächen und Probenahmestellen

- Untersuchungsflächen sind nicht in der erforderlichen Anzahl vorhanden
- Untersuchungsflächen sind oft zu klein:
 - Probenahmestellen können nicht mit der erforderlichen Anzahl eingerichtet werden
 - Randeffekte beeinflussen (Indikator-)Artenspektrum
- Defizite in der Biotopkartierung
- Aktuelle Nutzungen überlagern z.T. den Grundwassereinfluss
- Durch Zufallsauswahl können nicht alle naturschutzfachlich relevanten Flächen berücksichtigt werden
- Schwierigkeiten bei der Auswahl der Referenzflächen

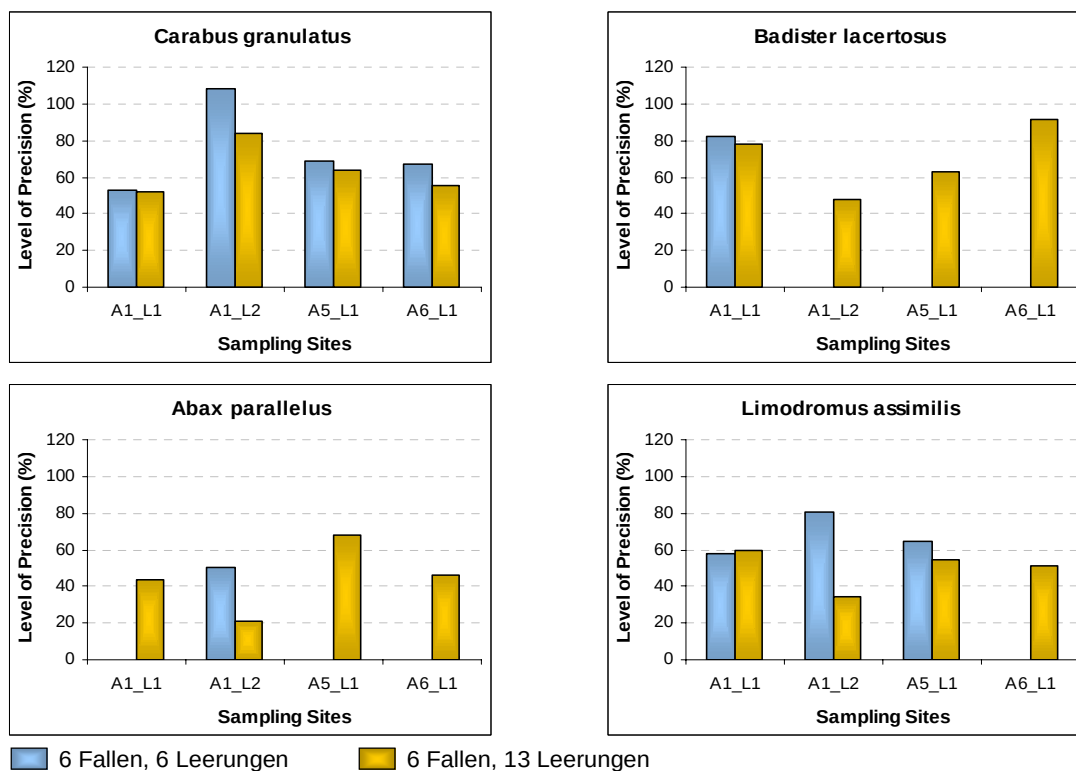
Überprüfung des Probenahmedesigns – Abundanz der Laufkäfer in Auwäldern



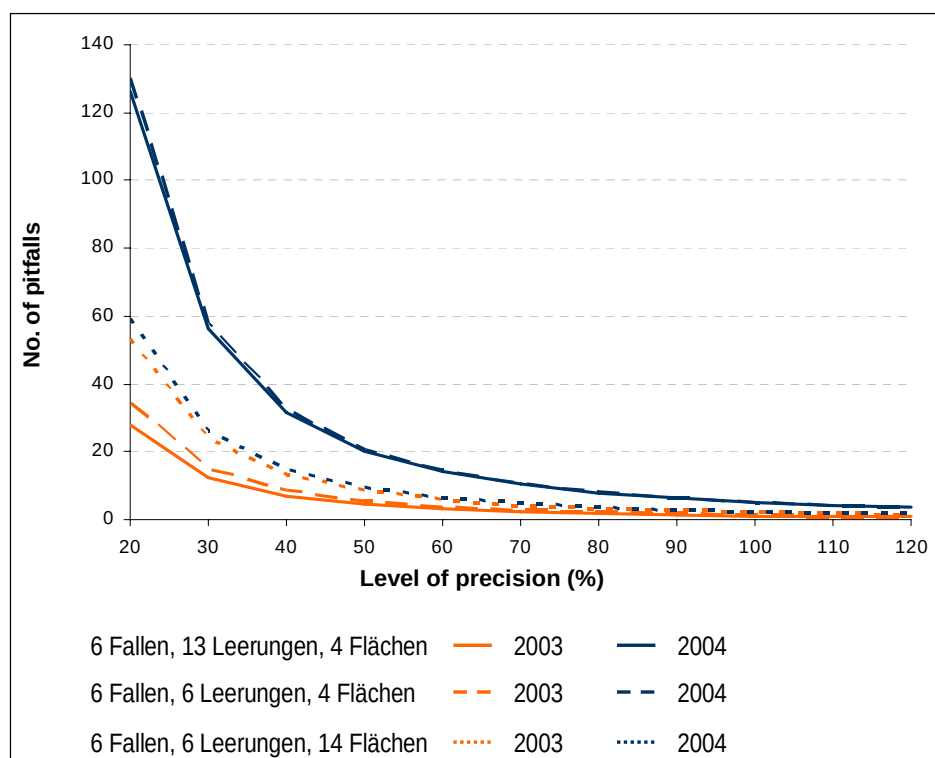
Überprüfung des Probenahmedesigns – Artenzahl der Laufkäfer in Auwäldern



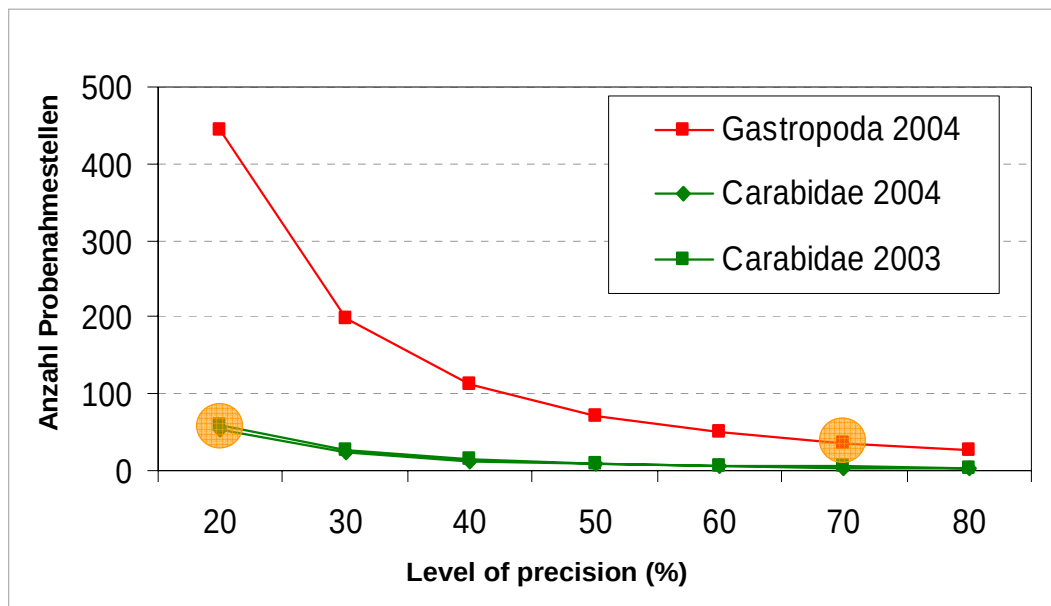
Nachweisgenauigkeit von Laufkäfern in Abhängigkeit von der Anzahl der Leerungen



Nachweisgenauigkeit – Indikatorarten der Laufkäfer

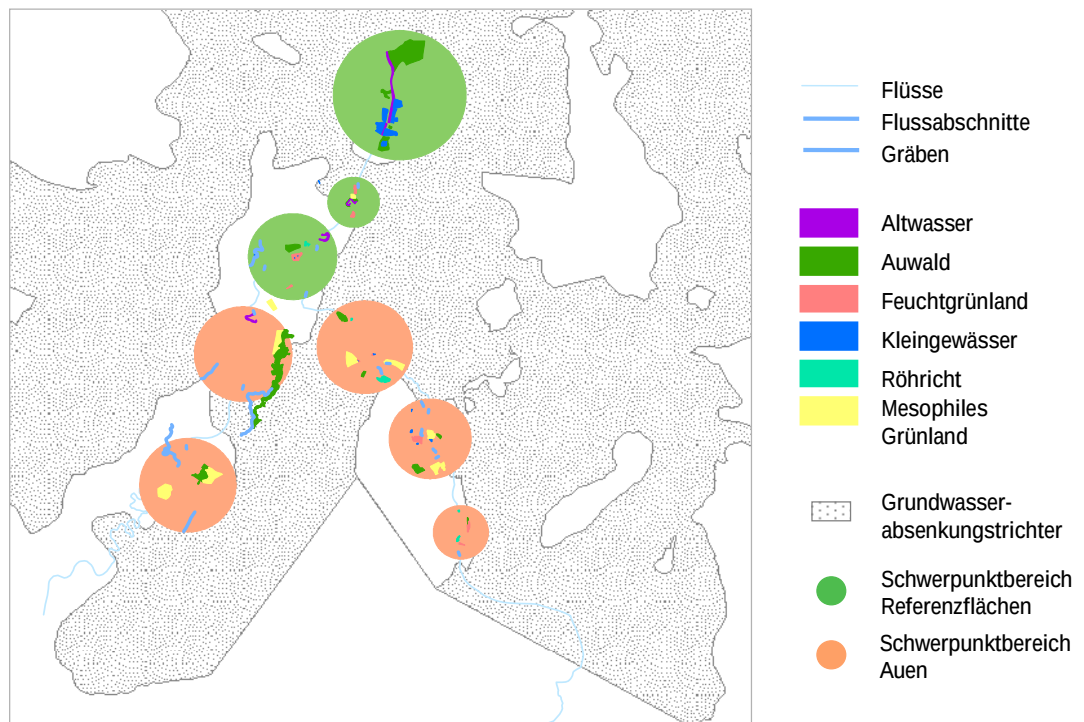


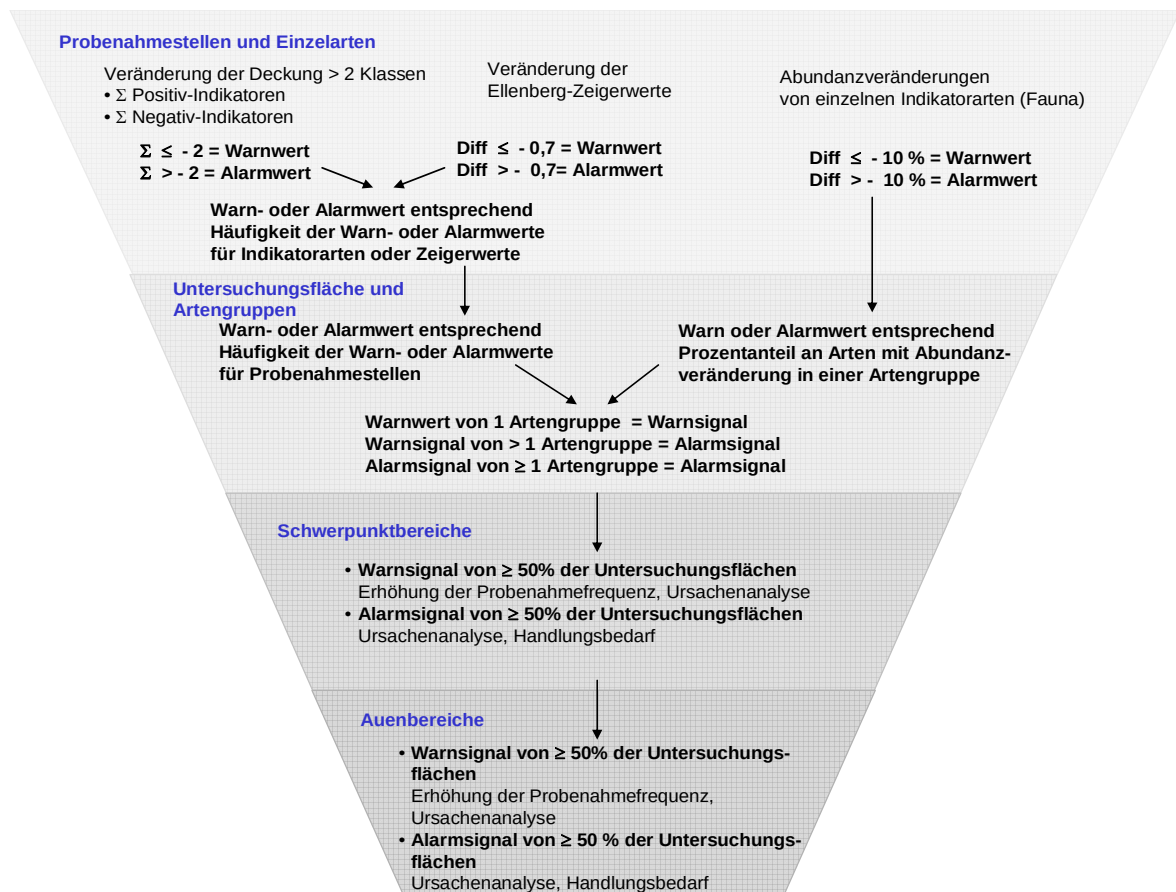
Vergleich der Nachweisgenauigkeit Laufkäfer und Landschnecken



● Anzahl der in der Pilotstudie einbezogenen Probenahmestellen

Schwerpunktbereiche – Aue und Referenzflächen





Zusammenfassung

- Auswahl der Untersuchungsflächen in anthropogen überprägten Gebieten ist nicht unproblematisch
 - Qualität und Quantität der Flächen
 - Einfluss der "normalen" Landnutzung
- Benennung von Schwerpunktbereichen als Lösungsvorschlag
- Pilotstudie erfordert bereits umfangreiche Kenntnisse über relevante Rahmenbedingungen
- Erhebung des Ist-Zustandes kann als Basis-Linie dienen
- Probenahmedesign muss zukünftig erneut überprüft werden
- Durchführung einer Ursachenanalyse ist bislang nur teilweise gelöst
- Naturschutzfachliches Monitoring ist nicht gesetzlich festgeschrieben

Danke!

- Erik Arndt, Annett Baasch, Ines Hefter, Thomas Müller
- Ingo Brunk, Mike Jessat, Dietmar Klaus, Jens Kipping, Harald Krug, Undine Morgenstern, NABU Altenburg
- Viele Diplomanden und Hilfskräfte der Hochschule Anhalt, Fachbereich LOEL
- Das Studie wurde i.A. der Mitteldeutschen Braunkohlen-gesellschaft mbH (MIBRAG) durchgeführt

Auswahl repräsentativer Standorte für ein GVP-Pollenmonitoring auf mesoskaliger Ebene

Martin Kuhlmann, TU München

Repräsentativität

Die Untersuchung von Umweltparametern kann aus praktischen und finanziellen Gründen ab einem bestimmten Maßstab nicht mehr flächendeckend erfolgen. Zwangsläufig muss sich die Untersuchung auf Teilflächen des Untersuchungsraumes beschränken. Die ausgewählten Teilflächen sollen „repräsentativ“ für den Untersuchungsraum als Ganzes sein, so die allgemeine Forderung.

Als „Repräsentativität“ bzw. „repräsentativ“ definiert der Duden (1997: 701) einen Einzelnen oder eine Gruppe, wenn er oder sie die spezifische Eigenart einer Gesamtheit charakterisiert. Die Frage, wie man diesen „repräsentativen“ Teil des Ganzen erhält, ist aber nicht beantwortet. Die Statistik betrachtet die Thematik aus folgendem Blickwinkel: *„Eine Stichprobe ist repräsentativ für die Grundgesamtheit, wenn sie den Schluss auf bestimmte Merkmale ermöglicht: d.h. ... ist repräsentativ für ... hinsichtlich der Merkmale ...“* (Sachs 2004: 99). Eine Stichprobe kann also eine repräsentative Auswahl sicherstellen, die *„Aufschluss [gibt] über die Häufigkeit und Zusammensetzung des untersuchungsrelevanten Merkmals der zu beurteilenden Grundgesamtheit“* (Sachs 2004: 12).

Bezüglich der untersuchungsrelevanten Merkmale unterscheiden Bortz & Döring (2002: 401) zwischen der (merkmals-)spezifischen und der globalen Repräsentativität einer Stichprobe. Im ersten Fall entspricht die Stichprobe in einigen relevanten Merkmalen der Grundgesamtheit, im zweiten Fall in nahezu allen Merkmalen.

Stichprobe

Die Entnahme einer Stichprobe kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Im Folgenden werden zwei übliche Verfahren und ein Sonderfall, das Multidimensionale Nachbarschafts-Repräsentanzmaß (MNR), kurz vorgestellt.

Besteht keinerlei Vorwissen über das untersuchungsrelevante Merkmal innerhalb der Grundgesamtheit sollte die Zufallsstichprobe verwendet werden. Falls Determinanten bekannt sind, die das untersuchungsrelevante Merkmal beeinflussen, empfiehlt es sich eine geschichtete Stichprobe zu entnehmen (Bortz 1993: 84, 86) oder bei entsprechender Fragestellung (Nachbarschaftsanalyse) das Multidimensionale Nachbarschafts-Repräsentanzmaß (MNR) zu verwenden.

Mit einem Beispiel soll verdeutlicht werden, dass eine Zufallsstichprobe nicht per se repräsentativ für die Grundgesamtheit sein muss. Möchte man aus der Grundgesamtheit der Neuwähler (18-21 Jahre) der Bundestagswahl 2002 eine nach Geschlecht repräsentative Stichprobe ($n = 30$) durch eine Zufallsauswahl ziehen, muss man damit rechnen nur in 14,3% der Fälle genau 15 Frauen und 15 Männer in der Stichprobe zu erhalten, obwohl das Verhältnis in der Grundgesamtheit nahezu ausgeglichen ist (48,9% Frauen, 51,1% Männer; Statistisches Bundesamt 2005). Statistisch signifikant ($p < 0,05$) sind die Abweichungen von der Grundgesamtheit erst, wenn die Frauen (oder Männer) in der Stichprobe weniger als 11 oder mehr als 18 Personen zählen. Abweichungen dieser Größenordnung sind in 14,4% der Fälle zu erwarten.

Wird das untersuchungsrelevante Merkmal durch Determinanten beeinflusst, deren Verteilung in der Grundgesamtheit bekannt ist, bietet es sich an, diese Vorkenntnisse für die Ziehung einer Stichprobe zu nutzen. Diese Determinanten werden als Schichten (Strata) für die so genannte geschichtete (stratifizierte) Stichprobe verwendet. Innerhalb der Schichten sollte eine Zufallsauswahl erfolgen. Stimmt die prozentuale Verteilung der Stichprobe mit der Verteilung der Merkmalsausprägungen in der Grundgesamtheit überein, spricht man von einer proportional geschichteten Stichprobe, ansonsten von einer disproportional geschichteten Stichprobe.

Das Multidimensionale Nachbarschafts-Repräsentanzmaß (MNR) ist eine spezielle Nachbarschaftsanalyse nach Vetter (1989) und Vetter & Maass (1994: 103-107). Vereinfacht dargestellt läuft das Verfahren wie folgt ab: Zuerst wird der prozentuale Flächenanteil der verschiedenen Ausprägungen des untersuchungsrelevanten Merkmals im gesamten Untersuchungsraum berechnet. Dann werden gleich große Teilräume (Nachbarschaftsräume) des Untersuchungsraums untersucht, inwieweit die Flächenverteilung im Kleinen (Teilraum) mit der Flächenverteilung im Großen (Untersuchungsraum) übereinstimmt. Teilräume mit einer identischen oder sehr ähnlichen Flächenverteilung wie der Untersuchungsraum gelten als repräsentativ. Daraus resultiert, dass das Verfahren repräsentative Teilräume immer an der Grenze zwischen Merkmalsausprägungen ausweist.

Das Beispiel der Naturräume verdeutlicht diesen Tatbestand. Die vier ausgewählten Naturräume haben einen Flächenanteil (gerundet) von 43%, 34%, 19% und 5% am Untersuchungsraum. Laut MNR befindet sich an der Stelle, an der die drei flächengrößten Naturräume aneinander grenzen, der repräsentative Teilraum (Nachbarschaftsraum) für den Untersuchungsraum. Ziel des MNR ist es, ein miniaturisiertes Abbild des Untersuchungsraumes hinsichtlich der prozentualen Flächenanteile eines oder mehrerer untersuchungsrelevanter Merkmale zu finden. Damit verfolgt das MNR einen anderen Ansatz der räumlichen Repräsentativität, als oben genannt.

Ziel des GVP-Pollenmonitoring-Projekts

Erfassung der Raps- und Maispollen-Deposition an 50 repräsentativen Standorten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb eines 256 km² großen Untersuchungsraumes unter Verwendung technischer passiver Pollensammler (Sigma-2, Pollenmassenfilter (PMF)) und Identifizierung des Anteils gentechnisch veränderter Raps- und Maispollen.

Stratifizierung – Determinanten und Strata

Die Pollendeposition wird direkt und indirekt durch eine Vielzahl von Größen beeinflusst, die sich aus Standort, Meteorologie, Bewirtschaftung und Biologie ergeben. Die Deposition wird direkt durch meteorologische Parameter wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Niederschlag beeinflusst. Die Deposition wird zudem indirekt beeinflusst z.B. durch Temperatur, Globalstrahlung, Luftfeuchte und die Eigenschaften des Pollens, die allesamt während des Transports der Pollen in der Luft und auf die Pollenemission wirken.

Nachdem die wichtigen Determinanten der Pollendeposition bekannt sind, muss geprüft werden, inwieweit sich die über die Determinanten vorhandenen Daten als Strata für eine geschichtete Stichprobe verwenden lassen.

Tab. 1: Digitales Geländemodell (DGM) und meteorologische Messdaten

Parameter	Wertebereich	Werteintervall	Räumliche Auflösung
Geländemodell	488 – 604 m	1 m	25 m
Windgeschwindigkeit	1,5 – 3,4 m/s	0,3 m/s	200 m
Niederschlag (Mai)	89 – 114 mm	1 mm	1.000 m
Sonnenscheindauer (Mai)	192 – 196 h	1 h	1.000 m
Temperatur (Mai)	11,6 – 12,2 °C	0,1 °C	1.000 m

Es zeigte sich, dass die meteorologischen Messdaten im Untersuchungsraum mit geringer Varianz auftraten und nur mit geringer räumlicher Auflösung (1.000 m) vorlagen. Die Aussagekraft des Datenbestands war somit gering. Das Gelände relief hingegen konnte durch ein Digitales Geländemodell (DGM) von hoher räumlicher Auflösung (25 m) und Genauigkeit sehr gut abgebildet werden. Da sich das Gelände relief im hohen Maß auf Meteorologie und Klima auswirkt, wurde das DGM an Stelle der Meteorologie als eine Determinante der Pollendeposition gewählt. Als weitere geeignete Determinante wurde die landwirtschaftliche Nutzung und die naturräumliche Gliederung ermittelt. Die drei Determinanten sind von Relevanz für die Fragestellung nach der Pollendeposition, da sie die Pollenentwicklung, die Pollenemission, den Pollentransport in der Luft und die Pollendeposition beeinflussen und über die nötige räumliche Auflösung verfügen.

Für die Auswahl der 50 Pollensammler-Standorte mittels proportional geschichteter Stichprobe wurde verwendet: (1) die Naturräumliche Gliederung (4 Klassen), (2) die Orografie (11 Klassen) und (3) Landwirtschaftliche Nutzungstypen (3 Klassen). Um vergleichbare Bedingungen für die Probenahme zu schaffen – v.a. eine freie Anströmung der Pollensammler zu gewährleisten – wurden zusätzlich Ausschlusskriterien (insbesondere Abstandsflächen zu Barrieren im Luftstrom) definiert (Raynor 1979: 166; Köhler 2004: 205-207). Mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) wurden Strata und Ausschlussflächen miteinander verschnitten. In einer Vorauswahl wurden die 50 Standorte auf die Strata verteilt und jeweils unmittelbar an Feldwegen positioniert (Erreichbarkeit). Nach Absprache mit den Eigentümern und Pächtern mussten einige Sammlerstandorte um wenige bis einige hundert Meter von der geplanten Position versetzt werden. Die Positionierung der Sammler entlang der Feldwege entspricht nicht einer Zufallsauswahl wie oben empfohlen. Davon wurde abgesehen, da die Aufstellung der Pollensammler inmitten der Äcker und Grünländer nicht toleriert worden wäre. Eine Zufallsauswahl könnte man zukünftig realisieren, indem von einem zufällig gewählten Punkt das Lot auf den nächstgelegenen Flurweg gefällt und der Standort zum Flurweg verschoben wird. Die Erreichbarkeit und Akzeptanz des Standorts bliebe gesichert und eine Zufallsauswahl der Standorte wäre erreicht.

Die Punktverteilung der Pollensammler-Standorte im Raum war nicht geklumpt oder regelmäßig. Die Nearest Neighbour Analysis (NNA) ergab, dass kein signifikanter Unterschied zu einer räumlich zufälligen Punktverteilung (CSR – complete spatial randomness) bestand. Die mittlere Distanz zwischen einem Pollensammler und seinem nächsten Nachbarn (Pollensammler) betrug 1,28 km. Der Abstand der Pollensammler zum nächsten Rapsfeld bewegte sich zwischen 1 und 1510 m (Median: 256 m) und zum nächsten Maisfeld zwischen 0 und 1190 m (Median: 55 m).

Vom 25. April bis 23. Mai (Rapsversuch) und vom 4. bis 31. Juli 2003 (Maisversuch) wurde jeweils an 50 Messstandorten im 256 km² großen Untersuchungsraum im Raum Fürs-

tenfeldbruck die Pollendeposition gemessen. Die Expositionsdauer der Sigma-2-Proben betrug 1 Woche, der Pollenmassenfilter (PMF) verblieb während der ganzen Versuchsdauer am Standort.

Repräsentanzanalyse

Um zu überprüfen, inwieweit die 50 Standorte der Pollensammler die Verhältnisse im Untersuchungsraum repräsentieren, wurden die Pollensammler-Standorte ($n = 50$) mit einer großen Stichprobe ($n > 10.000$) des Untersuchungsraumes verglichen. Das untersuchte Merkmal war (1) die Distanz zum nächsten Feld und (2) die Distanz und Flächengröße benachbarter Felder. Punkt 1 wurde durch eine Abstandsanalyse und Punkt 2 wurde mit Hilfe des entwickelten Pollendepositionsindex (PDI) (Beismann & Kuhlmann 2006: 63-65) ermittelt.

Die Berechnung des Abstands eines beliebigen Punktes – innerhalb des Agrarökosystems des Untersuchungsraumes – zum nächsten Raps- oder Maisfeld, wurde mit einer Rasterauflösung von 1×1 m durchgeführt. Tabelle 2 zeigt, dass beim Rapsversuch die Lage und Verteilungsform von Stichprobe (Pollensammler-Standorte) und „Grundgesamtheit“ (Untersuchungsraum) gut übereinstimmen. Beim Maisversuch sind die Abweichungen zwischen Stichprobe und „Grundgesamtheit“ deutlich (Tabelle 3). Trotzdem wird auch beim Maisversuch die Nullhypothese (gemeinsame Grundgesamtheit) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% beibehalten (U-Test, mod. nach Raatz 1966).

Tab. 2: Mittlere Entfernung zum nächsten Rapsfeld

Stichprobenumfang	10%-Perzentil	Median	90%-Perzentil
$n = 50$	62 m	256 m	674 m
$n = 1,5$ Mio.	60 m	280 m	849 m

Tab. 3: Mittlere Entfernung zum nächsten Maisfeld

Stichprobenumfang	10%-Perzentil	Median	90%-Perzentil
$n = 50$	2 m	55 m	322 m
$n = 1,4$ Mio.	30 m	160 m	474 m

Wird der Pollendepositionsindex (PDI) herangezogen, der für einen Punkt die Entfernung und Flächengröße der umgebenden Felder als Index angibt, zeigt sich, dass die Pollensammlerstandorte ($n = 50$) das Untersuchungsraum ($n \sim 20.000$) gut repräsentieren (U-Test, mod. nach Raatz 1966).

Beide Untersuchungen zeigen, dass die 50 Pollensammler-Standorte für den Untersuchungsraum auch hinsichtlich der Merkmale „Entfernung zum nächsten Feld“ und „PDI“ repräsentativ sind.

Interpolation der Messwerte

Rapspollen wurden mit dem Sigma-2 an 15 und mit dem Pollenmassenfilter (PMF) an 44 von 50 Standorten gefunden. Die durchschnittliche Depositionsrate (Sigma-2) betrug 4.300 Rapspollen $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$ und der durchschnittliche horizontale Fluss (PMF) lag bei 14.000 Rapspollen $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$. Maispollen wurden an 26 (Sigma-2) bzw. allen (49 auswertbare PMF) Standorten gefunden. Die durchschnittliche Depositionsrate (Sigma-2) betrug 5.700 Maispollen $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$ und der durchschnittliche horizontale Fluss (PMF) lag bei 25.000 Maispollen $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$.

Die an den 50 Standorten gemessene Pollendeposition wies eine hohe räumliche Variabilität auf. Dementsprechend lag eine räumliche Korrelation der Messwerte nicht vor, wie Moran's „I“ und Geary's „C“ zeigten (Upton & Fingleton 1994: 151, 170). Die Voraussetzungen zur Interpolation der gemessenen Pollendeposition mittels Geostatistik (Kriging) waren nicht gegeben (Heinrich 1994: 145, 150).

Deshalb wurde zur Regionalisierung der Messwerte der Pollendeposition ein GIS-gestützter Ansatz gewählt, der in der Entwicklung des Pollendepositionsindex (PDI) mündete. Der Index wird für einen Pollensammler-Standort (oder beliebigen Standpunkt) berechnet und ist ein Maß für die Entfernung und Flächengröße der im Umkreis liegenden Felder. Der Einfluss der umliegenden Felder auf den Standpunkt wird angelehnt an das Prinzip der IDW-Interpolation (Inverse Distance Weighted) gewichtet. Zur flächenhaften Darstellung der Pollendeposition wurde der PDI für jeden einzelnen Punkt eines Punktrasters mit einer Auflösung von 100 x 100 m ($n \sim 20.000$) berechnet. Durch eine Dreiecksvermaschung (Triangulation) wurden die Punktwerte in eine TIN überführt und daraus schließlich ein Rasterdatensatz erzeugt. Durch Klassifizierung der Rasterdaten ließen sich Gebiete mit unterschiedlich hoher Pollendeposition räumlich abgrenzen (Beismann & Kuhlmann 2006: 63-65). Dieses Verfahren wurde genutzt, um die Repräsentativität der Pollensammler zu überprüfen (siehe 5). Zudem kann der „Flächen-PDI“ als Stratum der geschichteten Stichprobe Verwendung finden, um die Standortwahl der Pollensammler für ein GVP-Pollenmonitoring zu optimieren.

Dank

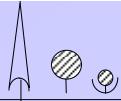
Dieses Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) finanziert (Az. 76a-8793-2001/12 bzw. FKZ: 202 67 430 / 33).

Dank gebührt weiterhin den Projektpartnern Aldar Dugarjapov (Universität Freiburg), Frieder Hofmann (Ökologie Büro Hofmann, Bremen), Steffen Rogg (Fachhochschule Weihenstephan), Eckart Schultz (Deutscher Wetterdienst, Freiburg) und Reinhard Zeitler (Landesamt für Umweltschutz, Augsburg).

Literatur

- Beismann H, Kuhlmann M (2006): Raumrepräsentativität technischer Pollensammler für ein Langzeitmonitoring von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP). Bonn: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), BfN-Skripten (im Druck)
- Bortz J (1993): Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer
- Bortz J, Döring N (2002): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer
- Duden (1997): Fremdwörterbuch – Duden Band 5. Hrsg.: Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion. Mannheim: Dudenverlag
- Heinrich U (1994): Flächenschätzung mit geostatistischen Verfahren – Variogrammanalyse und Kriging. In: Schröder W, Vetter L, Fränzle O (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie. Braunschweig: Vieweg, 145-164
- Köhler A (2004): Atmospheric Monitoring. In: Wiersma G B (Hrsg.): Environmental Monitoring. Boca Raton: CRC Press, 201-215
- Raatz U (1966): Eine Modifikation des White-Tests bei großen Stichproben. Biometrische Zeitschrift, 8, 42-54

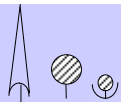
- Raynor G S (1979): Sampling techniques in aerobiology. In: Edmonds R L (Hrsg.): Aerobiology. The Ecological Systems Approach. US/IBP synthesis series 10. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, 151-172
- Sachs L (2004): Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. Berlin: Springer
- Statistisches Bundesamt (Hrsg., 2005): Statistisches Jahrbuch 2005. Für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden
- Upton G J G, Fingleton B (1994): Spatial Data Analysis by Example. Volume I. Point Pattern and Quantitative Data. Chichester: Wiley & Sons
- Vetter L (1989): Evaluierung und Entwicklung statistischer Verfahren zur Auswahl von repräsentativen Untersuchungsobjekten für ökotoxikologische Problemstellungen. Dissertation, Universität Kiel
- Vetter L, Maass R (1994): Nachbarschaftsanalytische Verfahren. In: Schröder W, Vetter L, Fränzle O (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie. Braunschweig: Vieweg, 103-107



Auswahl repräsentativer Standorte für ein GVP-Pollen-Monitoring auf mesoskaliger Ebene

M. Kuhlmann

1



Repräsentativität

- „**Repräsentativ**“ – Die **Eigenart einer Gesamtheit** wird entweder durch einen **Einzelnen** oder durch eine **Gruppe charakterisiert**. (Duden 1997)
- Eine Stichprobe ist repräsentativ für die Grundgesamtheit, wenn sie den Schluss auf bestimmte Merkmale ermöglicht: d.h. „... **ist repräsentativ für ... hinsichtlich der Merkmale ...**“ (Sachs 2004)

2

Repräsentativität

- Stichprobe gibt Aufschluss über die **Häufigkeit und Zusammensetzung des untersuchungsrelevanten Merkmals** der zu beurteilenden Grundgesamtheit (Sachs 2004)
- **(Merkmals-)Spezifische** und **globale Repräsentativität**: Stichprobe entspricht in **einigen relevanten** oder „**allen**“ **Merkmalen** der Grundgesamtheit (Bortz & Döring 2002)

3

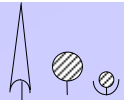
Ziehung einer Stichprobe

Mit Vorwissen**Ohne Vorwissen**

über das untersuchungsrelevante Merkmal

**Geschichtete
Stichprobe****Zufallsstichprobe****(Multidimensionales
Nachbarschafts-
Repräsentanzmaß MNR)**

4



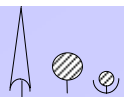
Zufallsstichprobe

Fragestellung: **Wie repräsentativ** (Merkmal: Geschlecht) **ist eine Zufallsstichprobe** aus der Grundgesamtheit (GG) der Neu-Wähler (18-21 Jahre) der Bundestagswahl 2002?

Parameter: $p=0,489$ (Wählerinnen)¹; $n=30$; $k=15$

Anzahl Wählerinnen		SDr [%]	P [%]	Abweichung von GG	
≤ 11	>18	14,34	14,34	* Signifikant	$p < 0,05$
≤ 15	>21	16,66	16,66	** Hoch signifikant	$p < 0,01$
<7	>24	0,12	0,12	*** Höchst signifikant	$p < 0,001$

➔ **Zufallsstichprobe nicht per se repräsentativ**



Geschichtete (stratifizierte) Stichprobe

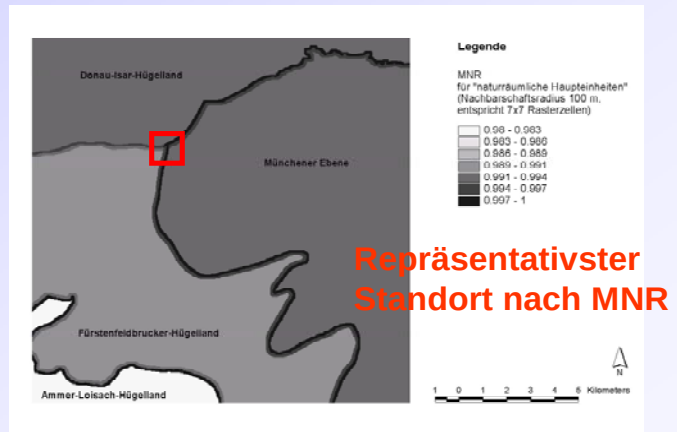
- **Vorwissen über Determinanten**, die die Verteilung des untersuchungsrelevanten Merkmals beeinflussen.
- **Proportional / disproportional** geschichtete Stichprobe: prozentuale Verteilung der Stichprobe identisch / nicht identisch mit der Verteilung der Merkmalsausprägungen der Determinante
- **Zufallsauswahl** innerhalb der Schichten (Strata)

Multidimensionales Nachbarschafts-Repräsentanzmaß MNR

- Spezielle **Nachbarschaftsanalyse** nach Vetter (1989) und Vetter & Maass (1994)

- Methode:
Miniaturisiertes Abbild
des Untersuchungs-
raumes in dem be-
trachteten Nachbar-
schaftsraum

Beispiel „Naturräume“:



➔ **Nachbarschaftsanalyse verfolgt anderen Ansatz der räumlichen Repräsentativität**

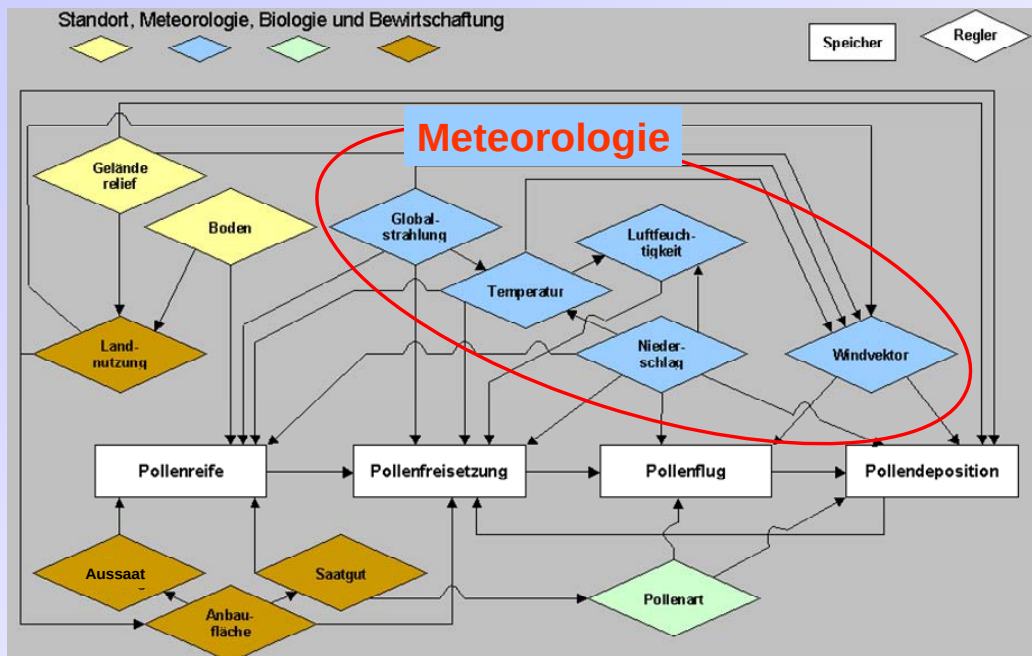
7

Ziel des GVP-Pollenmonitoring-Projekts

Erfassung der **Raps- und Maispollen-Deposition** an 50 repräsentativen Standorten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb eines 256 km² großen Untersuchungsraumes unter Verwendung technischer passiver Pollensammler (Sigma-2, PMF) und Identifizierung des Anteils gentechnisch veränderter Pollen.

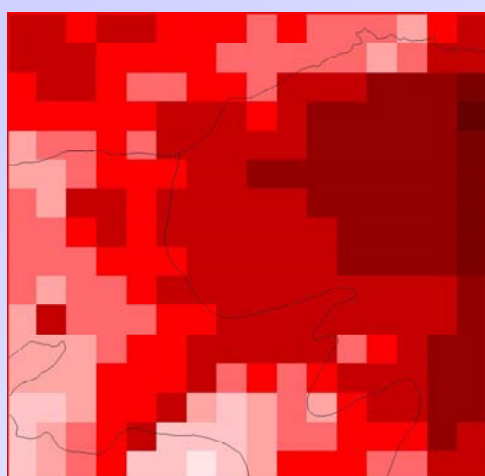
8

Determinanten der Pollendeposition



9

Räumliche Information - Meteorologie



16 km

¹Durchschnittswerte Mai

Geländemodell: 488 – 604 m
(Auflösung: 25 m; Intervall: 1 m)

Windgeschwind.: 1,5 – 3,4 m/s
(Auflösung: 200 m; Intervall: 0,3 m/s)

¹Niederschlag: 89 – 114 mm
(Auflösung: 1 km; Intervall: 1 mm)

¹Sonnenschein: 192 – 196 d
(Auflösung: 1 km; Intervall: 1 d)

¹Temperatur: 11,6 – 12,2 °C
(Auflösung: 1 km; Intervall: 0,1 °C)

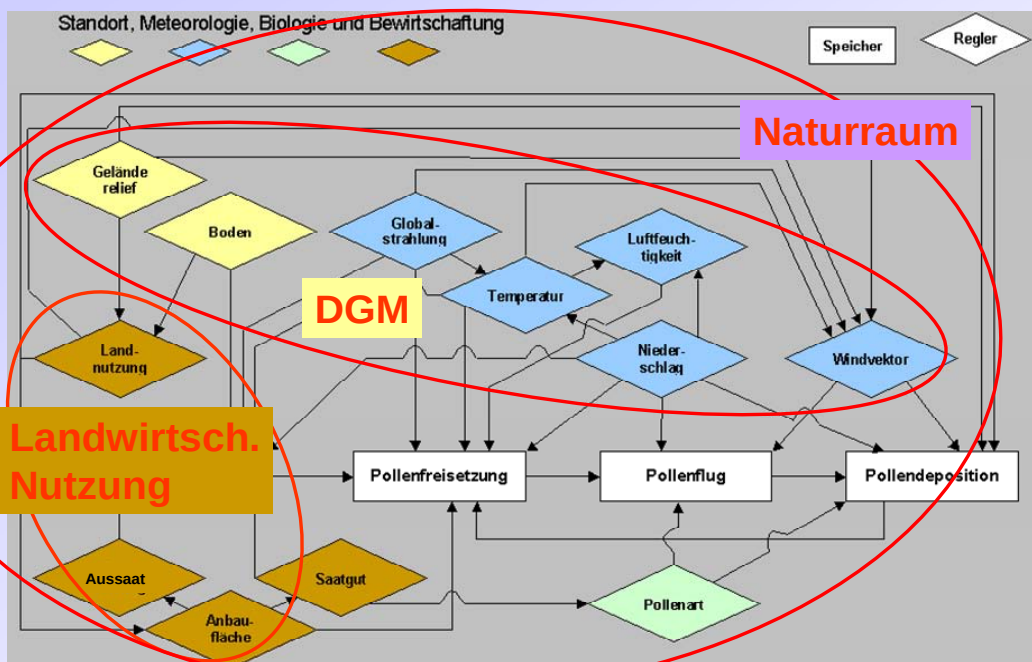
10

Räumliche Information - Meteorologie

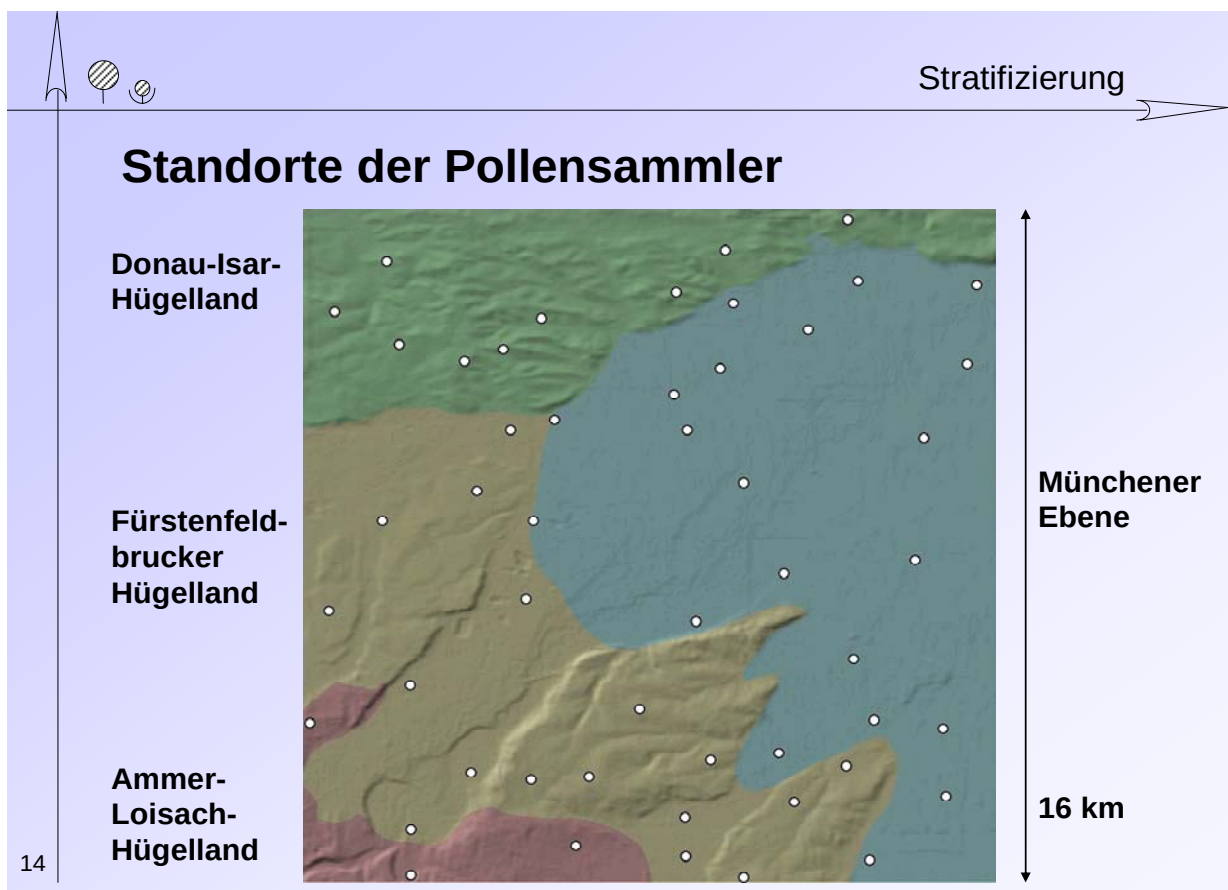
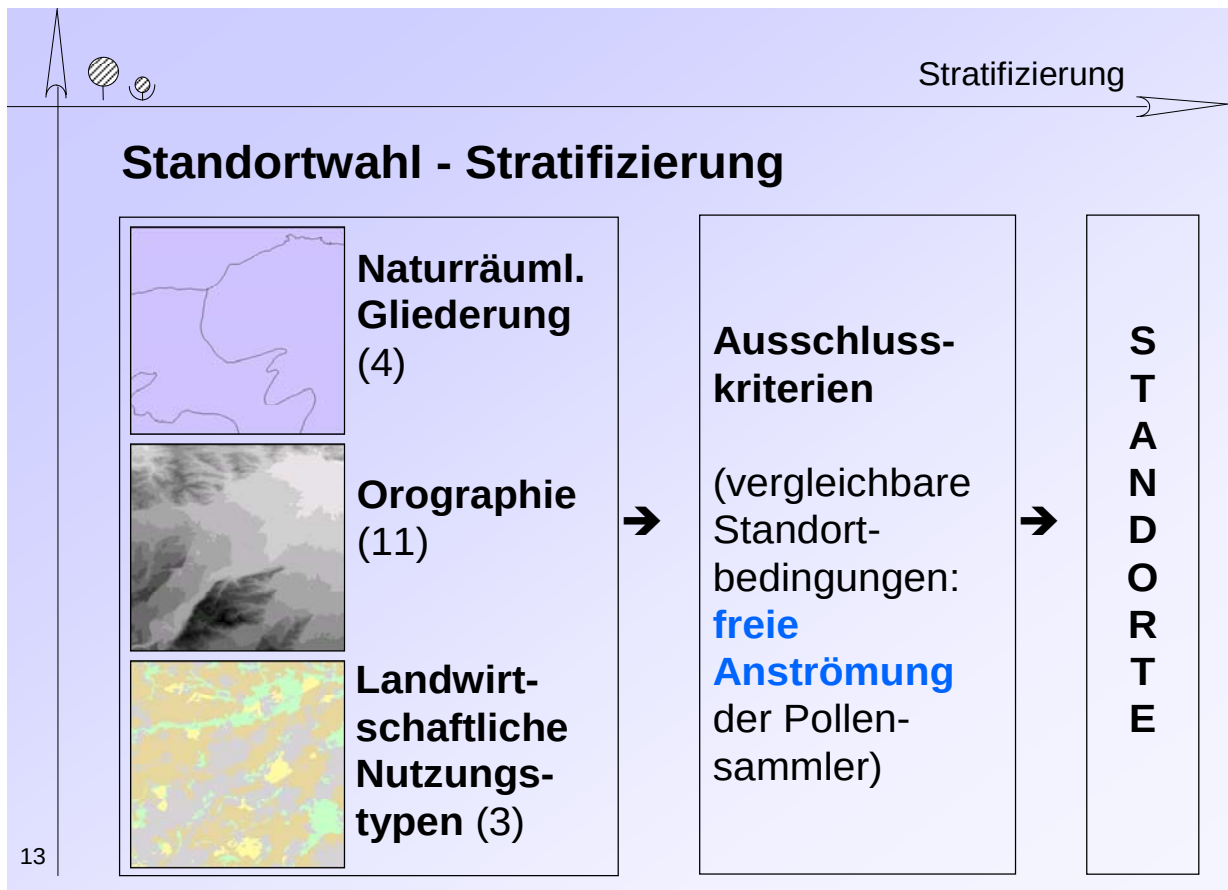
- ➔ **Meteorologische Messwerte** treten im Untersuchungsraum **mit geringer Varianz** auf
- ➔ **Meteorologische Messwerte** werden durch das **Geländere relief** beeinflusst
- ➔ **Meteorologischen Einflüsse** auf die Pollendeposition werden durch die **hohe Auflösung** des **Geländere liefs** am besten **widergespiegelt**
- ➔ Die **meteorologischen Determinanten** lassen sich durch die **Determinante Geländere relief/Orografie** ersetzen

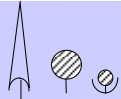
11

Determinanten der Pollendeposition



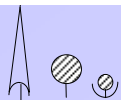
12





Standorte der Pollensammler

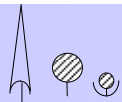
- Mittl. Entfernung zum nächsten Pollensammler: 1,28 km
- Nearest Neighbour Analysis (NNA): **Kein** signifikanter **Unterschied zu** einer **räumlich zufälligen Punktverteilung** (CSR – complete spatial randomness)



Repräsentanzanalyse

- **Vergleich** der **Pollensammler-Standorte** (n=50) mit einer **großen Stichprobe** (n>10.000) des Untersuchungsraumes

- 1) Entfernung zum nächsten Feld
- 2) Entfernung und Größe benachbarter Felder (Pollendepositionsindex PDI)



Repräsentanzanalyse

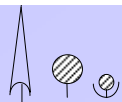
Berechnung der
Entfernung zum
nächsten Feld
(Raster-Auflösung: 1 m)

Legende:

- schwarz – No data (Wald, Siedlung etc.),
- gelb – Rapsfelder,
- Farbgradient (hell→dunkel) – Zunehmender Abstand zum Rapsfeld
- rote, blaue, grüne, braune Farbtöne – Zugehörigkeit zu Naturraum



17



Entfernung zum nächsten Feld

➔ Mittlere Entfernung (m) zum nächsten **Rapsfeld**:

	10%-Perzentil	Median	90%-Perzentil
n=50	62 m	256 m	674 m
n=1,5 Mio.	60 m	280 m	849 m

➔ Mittlere Entfernung (m) zum nächsten **Maisfeld**:

	10%-Perzentil	Median	90%-Perzentil
n=50	2 m	55 m	322 m
n=1,4 Mio.	30 m	160 m	474 m

➔ **Kein** signifikanter **Unterschied** (1%-Signifikanzniveau)
zwischen den **Standorten** und dem **Untersuchungsraum**
(U-Test, mod. nach Raatz 1966)

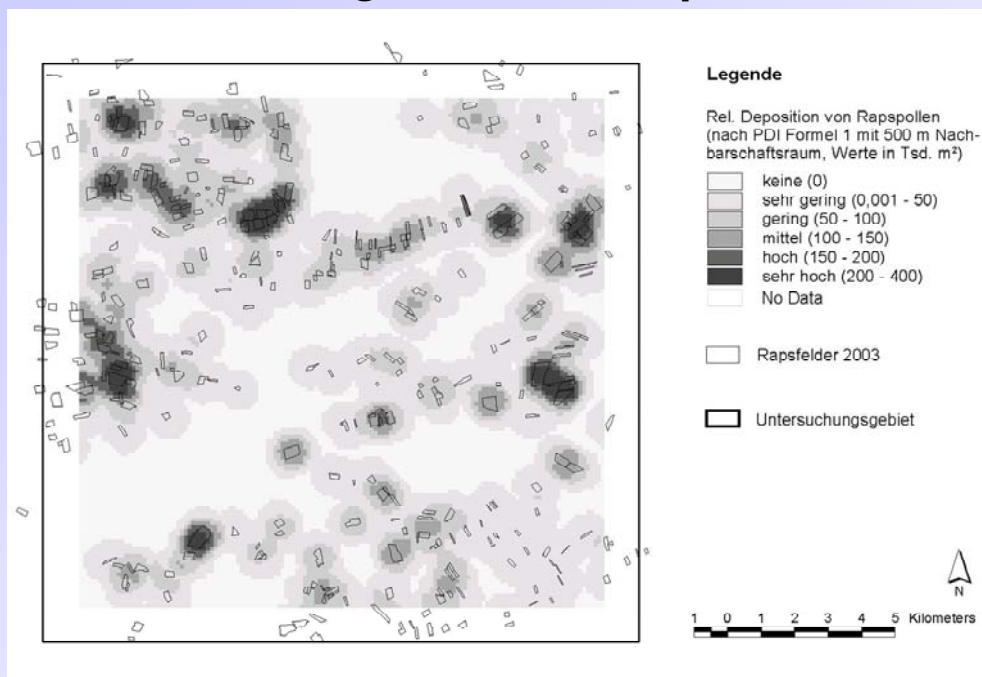
18

Vom Punkt zur Fläche - Interpolation der Messwerte

- **Keine Autokorrelation** (räumliche Korrelation) der Messwerte (nach Moran's „I“ und Geary's „C“), d.h. hohe räumliche Variabilität der Messwerte
- **Geostatistische Verfahren**, wie Kriging, **nicht einsetzbar**
- **Regionalisierung** der Messwerte über einen **GIS-gestützten Ansatz** unter Verwendung der Felderkartierung: „Pollendepositionsindex – PDI“
- **PDI** verwendet das **Prinzip der IDW-Interpolation** (Inverse Distance Weighted)

19

PDI – Berechnung der Pollendeposition



20

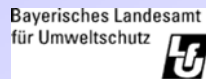
Projektpartner - Danksagung



Deutscher Wetterdienst, Freiburg



Fachhochschule Weihenstephan



Landesamt für Umweltschutz, Augsburg



Ökologie Büro Hofmann, Bremen



Universität Freiburg



Gefördert durch das BStMUGV und das BMU (im Auftrag des BfN).

21

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



22

Konzept zur Erfassung der Avifauna in Zählgebieten

Hermann Hötter, Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen

Einleitung

Im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“ wurden unter anderem auch Konzepte für das Monitoring von Brutvögeln in Schutzgebieten und von geschützten und gefährdeten Arten entwickelt. Darunter befinden sich auch etliche Arten des Anhangs I der Europäischen Vogelschutzrichtlinie. Unter den betroffenen Arten sind viele, die bisher nur unzureichend von Monitoringprogrammen erfasst werden. Sie sind einerseits zu selten, als dass sie ausreichend oft in den Probeflächen des Monitorings häufiger Brutvögel in der Normallandschaft des Dachverbandes Deutscher Avifaunisten [DDA] angetroffen werden (Mitschke et al., 2005). Statistisch abgesicherte Aussagen über ihre Bestandsentwicklung sind mit diesem Programm nicht möglich. Andererseits sind sie aber zu häufig, als dass ihre Brutvorkommen bundesweit vollständig und regelmäßig kontrolliert werden könnten, wie es das derzeitige DDA-Monitoring seltener Brutvögel noch vorsieht (Boschert 2005). Insgesamt handelt es sich um 90 – 120 im Folgenden „mittelhäufig“ genannte Arten.

Damit ein Monitoringprogramm für alle gefährdeten und geschützten Vogelarten konzipiert werden kann, das Brutbestandsgrößen und -entwicklungen dauerhaft überwachen und damit zur Bewertung des Zustands der natürlichen Umwelt herangezogen werden kann, müssen zunächst dessen Ziele und Anforderungen betrachtet werden.

Ziele und Anforderungen

Angaben zu den Brutbeständen und Bestandstrends aller gefährdeten und geschützten Vogelarten sollen u. a. für folgende Zwecke bereitgestellt werden:

- Berichtspflichten (z. B. EU-Vogelschutzrichtlinie)
- Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt (ausgewählte Arten)
- Rote Listen gefährdeter Vogelarten
- Atlas Deutscher Brutvogelarten („ADEBAR“)
- Artenschutzprogramme
- nationale und internationale Artenaktionspläne
- IBA und SPEC (BirdLife International)

Da Berichtsjahre und -intervalle der verschiedenen internationalen Übereinkommen nicht aufeinander abgestimmt sind, die Roten Listen zudem in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden müssen und der Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt alljährlich fortgeschrieben wird, ist das Monitoring so zu konzipieren, dass es stets den Zugriff auf aktuelle, wissenschaftlich belastbare Ergebnisse erlaubt.

Aus der Länderzuständigkeit für den Naturschutz erwächst die Anforderung, dass die Daten nicht nur für die Bundes- sondern auch auf Länderebene bereitzustellen sind. Der in vielen internationalen Übereinkommen geforderte Vergleich des Erhaltungszustandes von geschützten und gefährdeten Vogelarten inner- und außerhalb von Schutzgebieten erfordert eine entsprechende Differenzierung nach diesen beiden Kategorien.

Allerdings soll das Monitoring auch finanzierbar sein. Aus diesem Grunde setzen die aktuellen Monitoringkonzepte auf die Integration des – sehr beachtlichen – ehrenamtlichen

Engagements der mehreren tausend Vogelkundler: So wird die Datenaufnahme in den meisten deutschen Vogelmonitoringprogrammen ganz überwiegend (aber nicht immer) ehrenamtlich durchgeführt (Flade & Schwarz 2004; Wahl & Sudfeldt 2005; Mitschke et al. 2005). Der föderalistischen Hierarchie folgend werden die erhobenen Daten auf Länderebene durch die Landesfachbehörden oder -fachverbände gesammelt, um sie dann zeitnah einer gesamtdeutschen Bilanzierung zuzuführen. Auch das Monitoring für die geschützten und gefährdeten Vogelarten sollte so konzipiert werden, dass auf die bewährten Organisationsstrukturen zurückgegriffen werden kann.

Im Folgenden werden zunächst die wichtigsten Eckpunkte des neuen Monitoringkonzeptes zusammengefasst. Am Beispiel der Uferschnepfe wird stellvertretend für die stark gefährdete Artengruppe der Wiesenvögel (Alpenstrandläufer, Austernfischer, Bekassine, Brachvogel, Kampfläufer, Kiebitz, Rotschenkel, Uferschnepfe) gezeigt, dass man mit dem gewählten Ansatz zu sehr guten Ergebnissen kommt und die oben genannten Ziele erreicht werden.

Das Zählgebietsmonitoring

Wegen des enormen Erfassungsaufwandes scheidet ein Monitoringansatz, der die Gesamterfassung der bundesdeutschen Brutbestände der mittelhäufigen Brutvogelarten vorsieht, aus. Wegen der geringen Siedlungsdichte oder der oftmals geklumpten Brutvorkommen führt auch ein auf Stichprobenflächen basierter Ansatz, wie im Monitoring häufiger Brutvögel (Mitschke et al. 2005), nicht zum Ziel. Als Lösung bietet sich das sogenannte „Zählgebietsmonitoring“ an. Dazu definiert man eine – auch für statistische Berechnungen – ausreichende Anzahl an Zählgebieten mit Brutvorkommen der betroffenen Arten inner- und außerhalb von Schutzgebieten.

Die Voraussetzungen für ein Zählgebietsmonitoring sind:

1. Das Verbreitungsgebiet der Art ist bekannt.
2. Die Art kommt in abgrenzbaren Gebieten vor.
3. In einigen dieser Gebiete gibt es jährliche Zählungen (z. B. in betreuten Schutzgebieten, aber auch in einigen Gebieten außerhalb der Schutzgebiete).

Voraussetzung 1 ist für alle Brutvogelarten in Deutschland erfüllt bzw. wird nach Abschluss des ADEBAR-Atlas-Projektes (Gedeon et al. 2004, 2006) erfüllt sein.

Die Voraussetzungen 2 und 3 sind für eine ganze Reihe von Artengruppen erfüllt, u. a. auch für die Wiesenvögel, anhand derer hier die Vorteile des Zählgebietsmonitorings aufgezeigt werden sollen.

Für das Zählgebietsmonitoring müssen zunächst die Zählgebiete klar definiert werden, so dass der räumliche Bezug der Daten auch über viele Jahre hinweg eindeutig gegeben ist. Wenn dies gesichert ist, lassen sich sowohl die Daten aus regelmäßig erfassten Gebieten nutzen als auch Erhebungen, die in weiteren Vorkommensgebieten in größeren Abständen durchgeführt werden. Alle Daten können dann mit geeigneten statistischen Programmen (z.B. TRIM (Pannekoek & van Strien, 1996)) ausgewertet werden, um Bestandsindizes oder Bestandstrends zu berechnen. Unter bestimmten Bedingungen lassen sich auch bundes- oder landesweite Gesamtbestände abschätzen. Eine unabdingbare Voraussetzung dafür ist allerdings, dass aus jedem Vorkommensgebiet der betroffenen Art mindestens eine Zählung aus dem Betrachtungszeitraum vorliegt.

Gegenüber alternativen Verfahren (Zufallsstichproben, Synchronerfassungen des gesamten Bestandes) bietet das Zählgebietsmonitoring folgende Vorteile:

1. Bereits vorliegende Daten aus laufenden Monitoringprogrammen können integriert werden. Dies gilt für Erfassungen sowohl in einzelnen Gebieten als auch für einige

überregionale Vorhaben, wie z. B. das trilaterale Wattenmeermonitoring (Hälterlein et al., 2000).

2. Historische Datenreihen können genutzt werden, sofern über die Kartierjahre hinweg konstante Zählgebietsabgrenzungen zugrunde gelegt werden können.
3. Schutzgebietsgrenzen (NSG, Natura 2000-Gebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate) können berücksichtigt werden.
4. Da Gebiete, in denen bereits ein Brutvogelmonitoring betrieben wird, problemlos in die Zählgebietskulisse integriert werden können, wird der Aufwand durch zusätzliche Kartierungen vergleichsweise gering ausfallen. Außerdem müssen nicht mehr zwingend alle Gebiete in jedem Jahr, sondern nur in regelmäßigen Abständen untersucht werden.
5. Datenaustausch und -auswertung lassen gegenüber den derzeit laufenden Programmen durch die Einführung des Zählgebietsmonitorings von annähernd zwei auf ein Jahr verkürzen. Für Auswertungen müssen nicht mehr sämtliche Kartierungsergebnisse vorliegen (wie in dem derzeit noch betriebenen Vorläufer, dem DDA-Monitoring seltener Brutvögel), es genügt ein für statistische Berechnungen ausreichend großer Datensatz. Später eintreffende Daten sind dennoch nicht verloren; sie helfen die Aussagekraft der Daten weiter zu präzisieren.
6. Die Daten werden mit dem in Vorbereitung befindlichen Atlas der Brutvögel Deutschlands kompatibel sein. Gebietsbezogene Erfassungen eignen sich sehr gut für die Einbindung von ehrenamtlichem Engagement, da sie der traditionellen Vogelbestandserfassung sehr nahe kommen.

Der wesentliche Nachteil des Zählgebietsmonitorings gegenüber einem Zufallsstichprobenverfahren besteht darin, dass Unabhängigkeit und Repräsentativität der Zählgebietsauswahl *à priori* nicht gesichert sind. Es besteht allerdings die Möglichkeit, erkannte Ungleichgewichte der Verteilung der Zählgebiete durch entsprechende Gewichtungen bei der Auswertung auszugleichen. Dies Verfahren wird erfolgreich zum Beispiel im Wiesenvogelmonitoring der Niederlande angewendet (Teunissen, 2005).

Insbesondere wenn ältere Daten einbezogen werden sollen, ist eine Standardisierung der Erhebungsmethoden schwierig. In Zukunft werden allerdings die allgemein anerkannten Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands (Südbeck et al., 2005) zu einer Vereinheitlichung der Erfassungsstandards in Deutschland führen.

Abgrenzung der Zählgebiete am Beispiel der Wiesenvögel

Eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg des Monitorings ist eine sorgfältige Abgrenzung der Zählgebiete, die eine allgemeine Anerkennung erlangen und dauerhaft Bestand haben muss. Für das Wiesenvogelmonitoring in Schleswig-Holstein (Hötter et al., 2004) wurde dafür folgender, hierarchischer Kriterienkatalog erarbeitet:

Kriterien zur Gebietsabgrenzung

1. Vorkommen von Wiesenvögeln. Als Suchgebiet für die Zählgebiete wurde das Verbreitungsgebiet der Uferschnepfe (aus Berndt et al., 2002) gewählt, die – auch wegen ihrer Bedrohung – eine Flaggschiffart des Wiesenvogelschutzes ist.
2. Bereits bestehende Zählgebietsabgrenzungen, insbesondere des bereits seit 1988 bestehenden Küstenvogelmonitorings (Hälterlein et al., 1991), wurden übernommen.
3. Bestehende Schutzgebietsgrenzen (Nationalpark, NSG, EU-Vogelschutzgebiet) wurden übernommen. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Größe der Gebiete. Sie wurde so gewählt, dass einerseits zusammenhängende Gebiete nicht unnötig zerschnitten wurden, andererseits aber keine zu großen Einheiten entstanden. Einzelne Zählgebiete sollten noch von Amateur-Ornithologen während ihrer Frei-

zeit bearbeitet werden können. Im Fall der Wiesenvögel bedeutet dies eine optimale Flächengröße von etwa 300 ha bis 500 ha.

5. In einigen Fällen, wenn Schutzgebietsgrenzen nicht mit den Grenzen zuvor verwendeter Zählgebiete übereinstimmten, mussten pragmatische Lösungen gefunden werden. Dabei spielte die Nutzbarkeit bereits vorhandener Daten eine große Rolle.

Die in 234 in Schleswig-Holstein ausgewählten Gebiete (Abb. 1) sind zwischen 6 und 9.184 ha groß, der Median beträgt 541 ha. Die größten Gebiete sind entweder Suchgebiete, deren zukünftig viel kleinere Zählgebietseinheiten noch durch Kartierungen zu ermitteln sind, oder aber traditionell große Gebiete des Küstenvogelmonitorings. 68 (29%) der Gebiete sind zugleich Zählgebiete der Küstenvogelzählungen im Rahmen des Trilateralen Wattenmeermonitoringprogramms. In diesen Gebieten werden – überwiegend durch die betreuenden Naturschutzverbände – regelmäßig Erfassungen unter der Koordination des Nationalparkamtes durchgeführt (Hälterlein & Südbeck, 1998). Bei 28 (12%) weiteren Gebieten handelt es sich um Naturschutzgebiete, in denen ebenfalls regelmäßige Zählungen stattgefunden haben oder vorgesehen sind. Es verbleiben 138 (59%) Gebiete, deren Situation wegen noch ausstehender Ausweisungen als EU-Vogelschutzgebiet unklar ist bzw. um Zählgebiete außerhalb von Schutzgebieten, für die Erfassungen in den nächsten Jahren noch organisiert werden müssen.

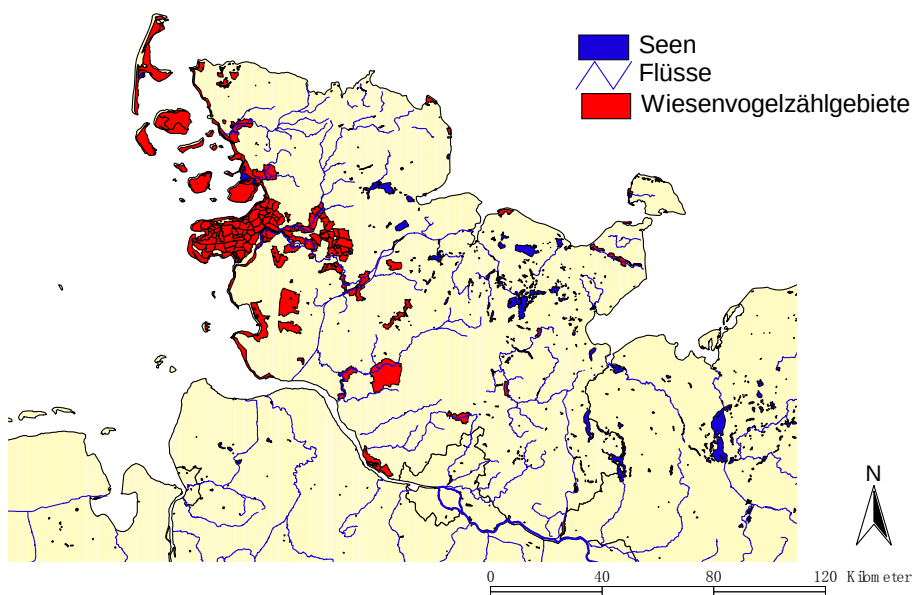


Abbildung 1. Wiesenvogelzählgebiete in Schleswig-Holstein.

Mindestzahl der Zählgebiete

Um zu ermitteln, wie viele Zählgebiete benötigt werden, um hinreichend genaue Angaben über Trends machen zu können, wurde ein Simulationsverfahren gewählt. Dazu wurde ein künstlicher Datensatz mit 1.000 Gebieten geschaffen, in denen jeweils über 10 Jahre hinweg je eine Bestandsangabe vorliegt. Die Daten wurden in Anlehnung an tatsächlich vorhandenen Zählreihen von Uferschnepfen ausgewählt, um eine möglichst realistische Grundgesamtheit zu erzeugen. Aus diesen insgesamt 10.000 Zählungen wurden zufällig (Zufallszahlen von MS Excel) Teilmengen gezogen, mit Hilfe von TRIM analysiert und mit der Grundgesamtheit verglichen. Die Ergebnisse (Abb. 2) zeigen, dass das System bezüglich des Stichprobenumfangs und der Art der Stichprobenziehung vergleichsweise

robust ist. Werden als Stichprobe 100 Gebiete gezogen, in denen die Zählungen regelmäßig in jedem Jahr durchgeführt werden (Zählaufwand 1.000 Zählungen), liegt die durchschnittliche Abweichung vom „wahren Indexwert“ bereits deutlich unter 10 % (Abb. 2, Linie „regelmäßig“). Ähnliche Ergebnisse sind zu erzielen, wenn stattdessen in 50 Gebieten regelmäßige Zählungen stattfinden und in weiteren 500 Gebieten jeweils nur eine Zählung innerhalb der 10 Jahre (Zählaufwand ebenfalls 1.000 Zählungen, Linie „gemischt“). In dem gewählten Datensatz würde bereits die jährliche Erfassung der 10 größten (=individuenreichsten) Gebiete zu sehr präzisen Daten führen (Linie „größte Gebiete“), und selbst die regelmäßige Zählung der 100 kleinsten (=individuenärmsten) Gebiete ergäbe noch vertretbare Resultate.

Erste Ergebnisse

Mittlerweile konnten Wiesenvogelzählgebiete in großen Teilen Deutschlands identifiziert werden. Für die meisten dieser zurzeit 1.326 Gebiete waren ältere Daten verfügbar. Durch das Zählgebietsmonitoring und das Programm TRIM gelang es für einige Wiesenvogelarten, für die es bis dato nur grobe Schätzungen gab, die Bestandsverläufe der letzten Jahrzehnte zu modellieren. Für die Uferschnepfe, eine der am stärksten bedrohten Arten, zeigte sich die in Abb. 3 dargestellte Bestandsdynamik. In den 1970er und frühen 1980er Jahren war das Material noch nicht ausreichend, um eine jährliche Bestandsdynamik aufzuzeigen. Es konnte jedoch ein durchschnittlicher Bestand von knapp 10.000 Brutpaaren modelliert werden. Mitte der 1980er Jahre waren die Bestände dann deutlich niedriger, stiegen aber bis Anfang der 1990er Jahre wieder an. Seitdem ist ein kontinuierlicher Rückgang zu beobachten. Bis heute haben sich die Bestände etwa halbiert. Auch für die übrigen auf Feuchtwiesen brütenden Watvogelarten bis auf den Rotschenkel ergaben die Daten zum teil deutliche Bestandsabnahmen.

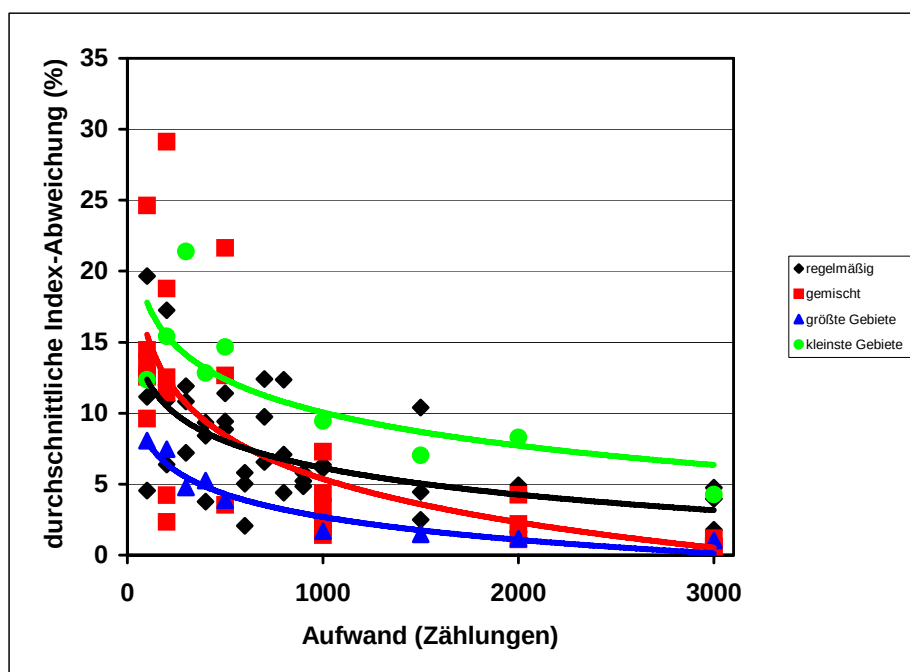


Abbildung 2. Ergebnisse von Trendberechnungen mit TRIM anhand von Stichproben aus einem simulierten Datensatz von 1.000 Gebieten mit je 10 Zählungen, also insgesamt 10.000 Zählungen. Auf der Abszisse ist der Stichprobenumfang angegeben. Die Stichproben wurden wie folgt gezogen: 1. (regelmäßig): Datensätze mit je 10 Zählungen pro Gebiet (Zählaufwand von 1.000 entspricht 100 Gebieten; 2. (gemischt): Die Hälfte der Zählungen bestehen aus vollständigen Gebietssätzen, die restlichen Zählungen stammen aus Gebieten, aus denen jeweils nur eine Zählung aus einem zufällig er-

mittelten Jahr vorliegt; 3. (größte Gebiete): Vollständige Datensätze aus den jeweils Individuenreichsten Gebieten; 4. (kleinste Gebiete): Vollständige Datensätze aus den jeweils Individuenärmsten Gebieten. Auf der Ordinate ist durchschnittliche Abweichung der Indices der Stichproben von den Indices der Grundgesamtheit (10.000 Zählungen) angegeben. Jedes Symbol steht für die Trendberechnung einer Stichprobe. Die Linien sind logarithmische Regressionen.

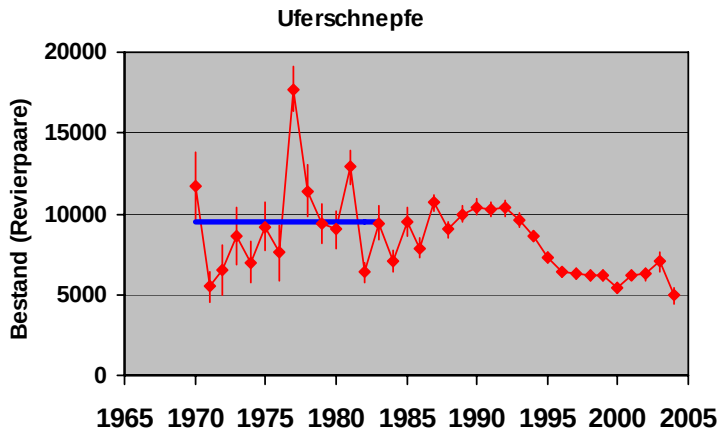


Abbildung 3. Bestandsentwicklung der Uferschnepfe in Deutschland nach der Analyse älterer und aktueller Bestandsdaten mit Hilfe von TRIM. Die senkrechten Linien zeigen die geschätzten Standardfehler der Bestandsschätzungen. Die durchgezogene gerade Linie symbolisiert die Schätzung des durchschnittlichen Bestandes in den 1970er und frühen 1980er Jahren.

Die in der Datenbank gespeicherten Daten erlauben auch feinere Analysen. So kann gezeigt werden, dass sich die Uferschnepfenbestände an der Nordseeküste insgesamt besser entwickelten als im Binnenland. Auch ist es möglich, den Einfluss von Naturschutzmaßnahmen auf die Bestände zu betrachten.

Nächste Schritte

Als nächstes soll überprüft werden, inwieweit sich das Zählgebietsmonitoring auch für andere Vogelartengruppen eignet. Kandidaten sind in erster Linie wassergebundene Vogelarten, die natürlicherweise in Mitteleuropa in mehr oder weniger gut abgrenzbaren Gebieten vorkommen. Mit dem Netz der Internationalen Wasservogelzählungen (Rastvogelmonitoring) besteht auch schon ein erster Ansatz für ein Zählgebietssystem (Wahl & Sudfeldt 2005). Zudem konnten aus methodischen Gründen für das Monitoring häufiger Brutvögel in der Normallandschaft keine Probeflächen für Gewässer gezogen werden (Mitschke et al. 2005), so dass ein erhöhter Bedarf für Daten dieser Artengruppe besteht. Grundsätzlich bietet es sich an, die Arten des Nachhaltigkeitsindikators und alle weiteren Arten, für die ein Monitoring auf Gebietsebene sinnvoll ist, in das Programm aufzunehmen. Es handelt sich dabei um Arten mit nur punktueller oder geklumpfter Verbreitung in Deutschland, die sich folgenden Gruppen zuordnen lassen:

- Arten der Gewässer und Röhrichte
- Arten der Moore, Heiden und Trockenrasen
- Wiesenbrüter
- Koloniebrüter
- häufige Greifvögel

Danksagungen

Die vorliegenden Auswertungen wurden im Auftrag des Dachverbandes Deutscher Avifaunisten erstellt, der das vom Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderte F+E-Vorhaben „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“ durchführt. Wesentliche Datengrundlagen konnten mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Projekt „Aktionsplan Wiesenvögel und Feuchtwiesen“) gewonnen werden. Pilotstudien in Niedersachsen (Melter et al., 2003) und Schleswig-Holstein (Hötter et al., 2004) wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie bzw. vom Ministerium für Umwelt, Natur und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein finanziert. Für wertvolle Anmerkungen zum Manuskript danke ich Dr. Christoph Sudfeldt.

Literatur

- Berndt, R.K., Koop, B., & Struwe-Juhl, B. (2002) Vogelwelt Schleswig-Holsteins, Band 5, Brutvogelatlas Wachholtz, Neumünster.
- Flade, M. & Schwarz, J. (2004) Ergebnisse des DDA-Monitoringprogramms, Teil II: Bestandsentwicklung von Waldvögeln in Deutschland 1989-2003. Vogelwelt 125: 177–213.
- Gedeon, K., Mitschke, A., & Sudfeldt, C., eds. (2004) Brutvögel in Deutschland. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland, Hohenstein-Ernstthal.
- Gedeon, K., Mitschke, A., & Sudfeldt, C., eds. (2006) Brutvögel in Deutschland – Erster Bericht. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland, Hohenstein-Ernstthal.
- Hälterlein, B., Fleet, D.M., & Rösner, H.U. (1991) Gebietsdefinitionen für Brut- und Rastvogelzählungen an der schleswig-holsteinischen Westküste. Seevögel, 12, 21-25.
- Hälterlein, B. & Südbeck, P. (1998) Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1996 - Zehnte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft "Seevogelschutz". Seevögel, 19, 73-79.
- Hälterlein, B., Südbeck, P., Knief, W., & Köppen, U. (2000) Brutbestandsentwicklung der Küstenvögel an Nord- und Ostsee unter besonderer Berücksichtigung der 1990er Jahre. Vogelwelt, 121, 241-267.
- Hötter, H., Köster, H., & Thomsen, K.-M. (2004). Konzeption für ein Monitoring von Wiesenvögeln in Schleswig-Holstein. Bericht für das Ministerium für Umwelt, Natur und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein, Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Melter, J., Schmidt, F., & Hötter, H. (2003). Wiesenvogel-Monitoring in Niedersachsen. Konzeption und Vorschlag einer Gebietskulisse. Bericht für die Staatliche Vogelschutzwarte im Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ). CD-ROM, Belm.
- Mitschke, A., Sudfeldt, C., Heidrich-Riske, H., & Dröschmeister, R. (2005) Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands-Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. Vogelwelt, 126, 127-140.
- Pannekoek, J. & van Strien, A. (1996). TRIM. Trend & Indices for Monitoring Data. Manual. Statistics Netherlands.
- Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T., Schröder, K., & Sudfeldt, C. (2005) Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten und Dachverband Deutscher Avifaunisten.
- Teunissen, W. (2005). Indexen van een aantal weidevogelsoorten uit het Weidevogelmeetnet. Periode 1990-2003. SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Wahl, J. & Sudfeldt, C. (2005) Phänologie und Rastbestandsentwicklung der Gründelentenarten (*Anas spec.*) im Winterhalbjahr in Deutschland. Vogelwelt 126: 75–91.

Konzept zur Erfassung der Avifauna in Zählgebieten

Dr. Hermann Hötter

*Michael-Otto-Institut im NABU,
Bergenhäusen*



Die Ausgangssituation

Viele Brutvögel Deutschlands gehören zu den „mittelhäufigen“ Arten, darunter auch Arten von besonderem Interesse (Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie, Arten des Nachhaltigkeitsindikators, ...).

Diese Arten werden weder durch das Monitoringprogramm häufiger noch durch das Monitoringprogramm seltener Arten erfasst.

Ein Monitoring der mittelhäufigen Arten durch professionelle Kräfte scheitert an den Kosten.

Das im Prinzip sehr große Potenzial ehrenamtlicher Ornithologen ist derzeit durch zwei Großprojekte gebunden (Atlas der Brutvögel Deutschlands, Monitoring häufiger Arten).

Es gibt jedoch regelmäßige Zählungen einiger mittelhäufiger Arten an einigen Orten.

Einige Wiesenvögel
gehören zu den
mittelhäufigen
Arten:

Uferschnepfe
Brachvogel

Bekassine

Kampfläufer

Rotschenkel

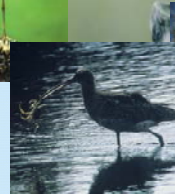
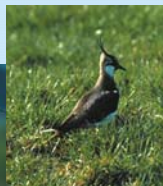
Kiebitz

Austernfischer

Alpenstrandläufer

Ziele:

- Berechnung jährlicher Bestandsindices (-trends)
- ggf. jährliche Abschätzung der Bestandsgrößen
- Bezugsräume: Deutschland, einzelne Bundesländer, einzelne Schutzgebiete



Monitoring in Zählgebieten

Die Voraussetzungen:

1. Das Verbreitungsgebiet der Art ist bekannt.
2. Die Art kommt in abgrenzbaren Gebieten vor.
3. In einigen dieser Gebiete gibt es jährliche Zählungen (z. B. in betreuten Schutzgebieten).



Monitoring in Zählgebieten

Die Idee:

1. Nutzung der regelmäßig erfassten Gebiete zur Trendberechnung.
2. Durchführung von Kartierungen in den übrigen Vorkommensgebieten in größeren Abständen.
3. Zusammenfassen aller Daten, Berechnung von Bestandsindices z. B. durch TRIM



Monitoring in Zählgebieten

Vorteile:

1. Volle Nutzung bereits bestehender Programme
2. Möglichkeit der Nutzung alter Datenreihen
3. Berücksichtigung von Schutzgebietsgrenzen
4. Relativ geringer Aufwand durch zusätzliche Kartierungen
5. Atlas-Kompatibilität



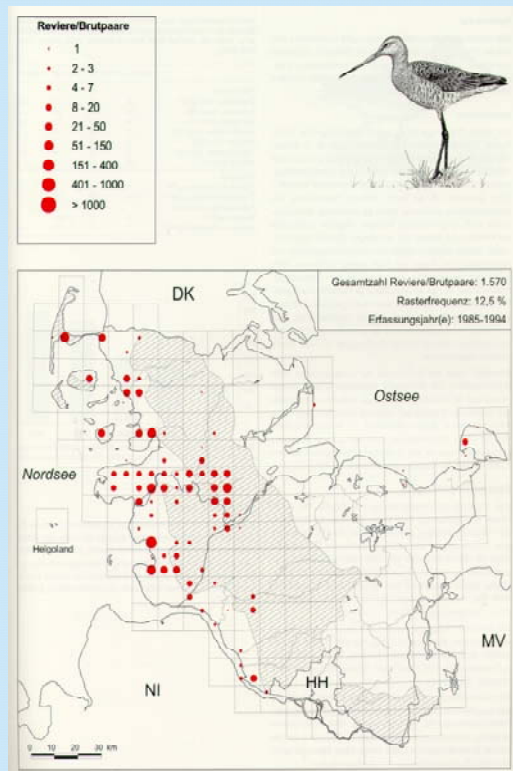
Monitoring in Zählgebieten

Nachteile:

1. Repräsentativität *à priori* nicht gesichert
2. Standardisierung der Erhebungsmethoden schwierig
3. ggf. relativ hoher Aufwand bei der Festlegung der Zählgebietsgrenzen
4. Relativ hoher Koordinationsbedarf zur Schließung von Datenlücken



Brutverbreitung der Uferschnepfe aus dem Brutvogelatlas SH (Berndt et al. 2002)

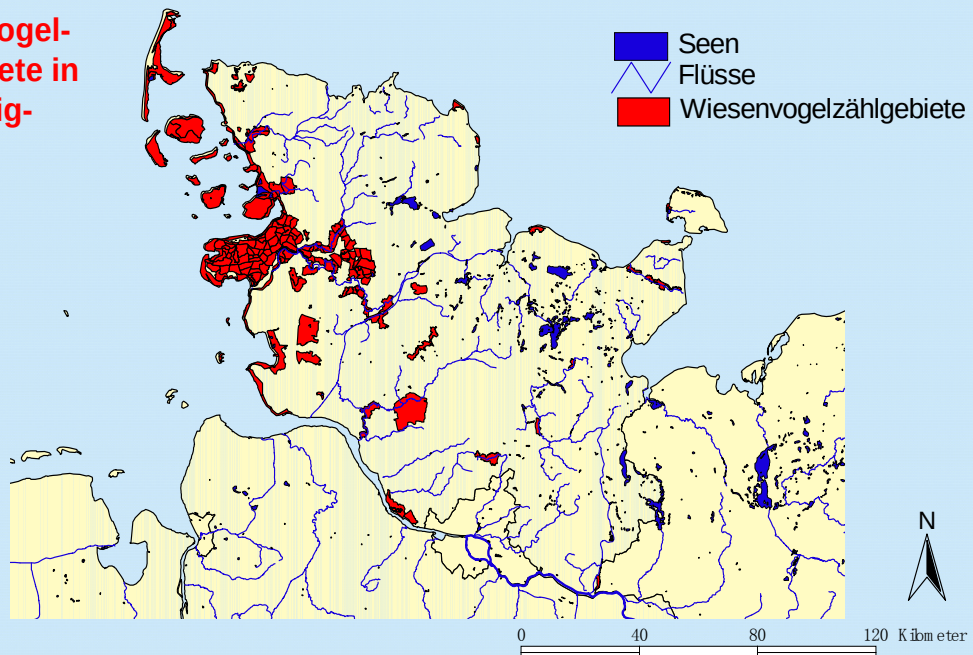


Kriterien für die Gebietsabgrenzung

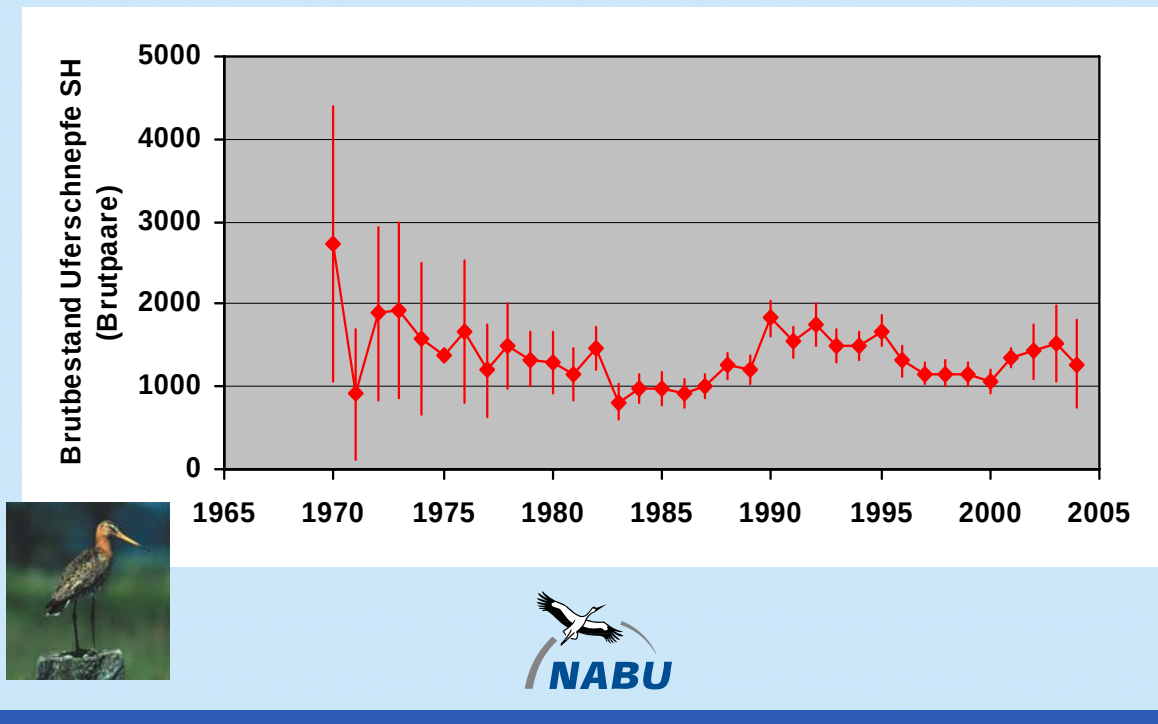
1. Vorkommen der Wiesenvögel
2. Bereits bestehende Zählgebietsabgrenzungen (insb. Küstenvogelmonitoring, gilt auch für Niedersachsen)
3. Schutzgebietsgrenzen (NSG, SPA)
4. Pragmatische Lösungen im Fall zahlreicher älterer Daten
5. Gebietsgröße 300 – 400 ha



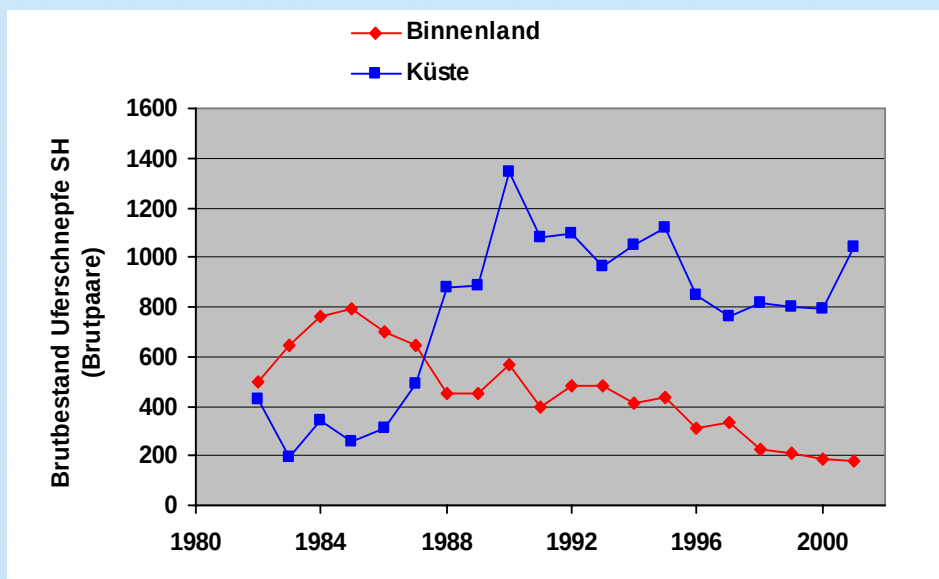
Wiesenvogel-Zählgebiete in Schleswig-Holstein



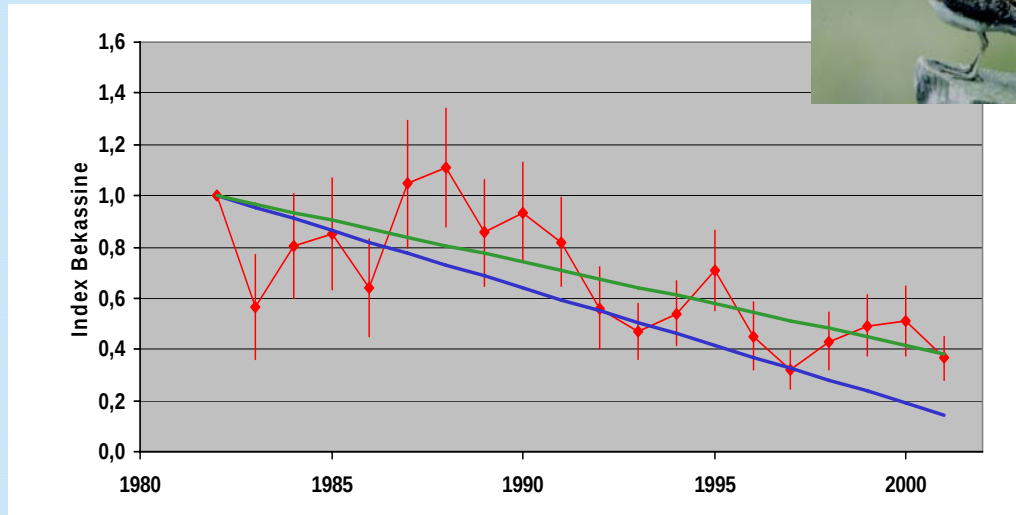
Ergebnisse: Uferschnepfen in Schleswig-Holstein



Ergebnisse: Uferschnepfen in Schleswig-Holstein



Ergebnisse: Bekassine in Schleswig-Holstein

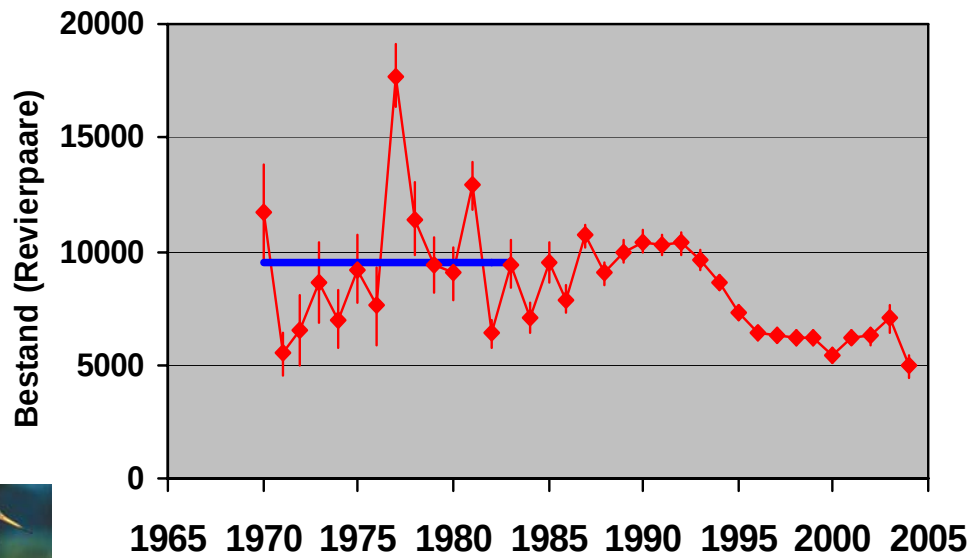


Übertragung auf ganz Deutschland

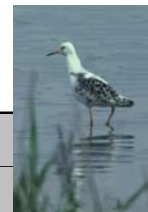
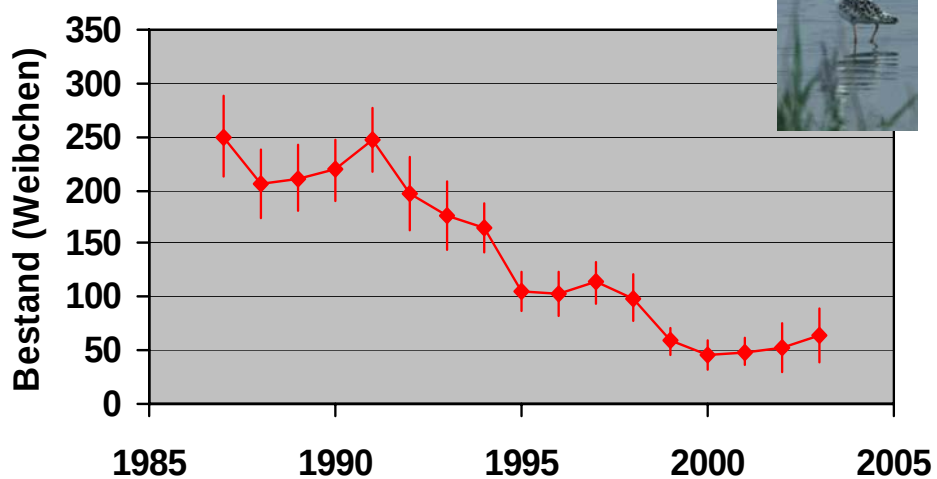
- ca. 2000 Zählgebiete für Wiesenvögel (die meisten in Niedersachsen)
- In (fast allen) übrigen Bundesländern finden regelmäßig vollständige Kartierungen der meisten Arten statt.



Uferschnepfe



Kampfläufer



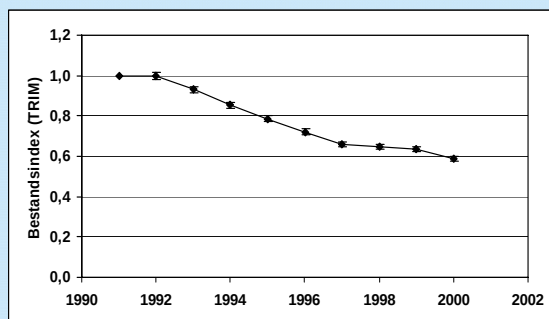
Wie viele Zählgebiete?

Regelmäßige Zählungen in wenigen Gebieten oder wenige Zählungen in vielen Gebieten?

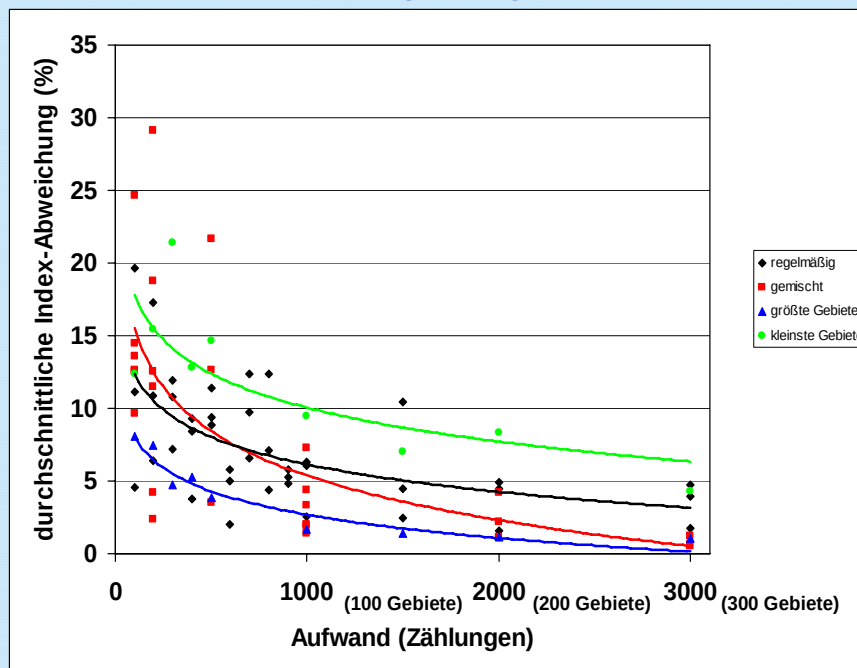
Zählungen in wenigen großen oder vielen kleinen Gebieten?



- Simulierter Datensatz (in Anlehnung an Wiesenvogelarten)
- 1000 Gebiete
- Zählungen in 10 Jahren (1991 – 2000)
- Variable: Zählaufwand (Zählungen); 1 regelmäßig gezähltes Gebiet: 10 Zählungen
- Zielgröße: Durchschnittliche Abweichung der Indexwerte vom wahren Wert (in %)
- Zielmarke: Abweichung nicht größer als 10%



F+E-Vorhaben „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“



F+E-Vorhaben „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“

Zählgebietsmonitoring für Wiesenvögel: Übertragbarkeit auf andere Arten?

Ja!

Insbesondere an das Wasser gebundene Vögel sind Kandidaten!

Probelauf Brutvogelmonitoring Wasservögel in Hamburg (Schlorf, Mitschke, Wahl)

Nächste Schritte:

Festlegung der Artenauswahl

Entwicklung eines für die Artengruppen spezifischen Systems von Zählgebieten, ...

... das allgemeine Anerkennung findet!



Danke!

- den Kollegen aus dem Projekt für die gute Zusammenarbeit,
- Heike Jeromin und Johannes Melter für ihre fachliche, Unterstützung
- dem BfN, dem NLÖ und dem MUNL SH für die Mittel,
- und



**Ihnen
für Ihre Aufmerksamkeit!!!**



Wo, wie viel und wie oft? Aspekte der Erfassung von Insekten und Spinnen für ein GVO-Monitoring

Andreas Lang, Universität Basel

Einleitung (*Folie 1*)

In zwei verschiedenen Forschungsprojekten wurden an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Freising, mögliche Auswirkungen von transgenem Bt-Mais auf Nichtziel-Organismen untersucht (*Folie 2*). Die Laufzeit der Projekte war von 2000 bis 2004. Finanziell unterstützt wurden sie durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Die Untersuchungen beinhalteten im wesentlichen Freilandaufnahmen folgender Tiergruppen: Blattläuse, Zikaden, Spinnen, Marienkäfer, Schwebfliegen, Netzflügler, Wanzen, Bienen und Wespen, und Tagfalter. Basierend auf diesen Projekten wurden im Vortrag Ergebnisse dargestellt, welche einen Bezug zur „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“ besitzen. Dies sind vor allem Aspekte der Flächengröße, Flächenauswahl und Flächenanzahl (*Folie 3*). Prinzipiell wird hierbei von einer Trennung von Agrarraum und Nicht-Agrarraum ausgegangen sowie von einem Auftreten möglicher GVO-Effekte on-site und off-site (*Folie 3*). On-site sind alle Effekte, welche direkt auf der GVO-Anbaufläche auftreten, off-site alle Effekte, welche außerhalb der GVO-Anbauflächen wirken. Bezüglich der Flächenbetrachtung für ein Monitoring wird daraus abgeleitet dieselbe Einteilung vorgenommen.

Versuchsflächen

Die Freilandaufnahmen fanden auf zwei verschiedenen Versuchsanstellungen statt: Parzellenversuch (*Folie 4*) und Praxisversuch (*Folie 5*). Der Parzellenversuch bestand aus kleineren Versuchsflächen: einzelnen Plots von jeweils 0.15 ha. Auf diesen Parzellen wurden zwei Sorten Bt-Mais (Navares, Novelis) und zwei konventionelle Kontrollsorten (Antares, Nobilis) angebaut; zudem wurden die Hälfte der Plots mit einem Insektizid behandelt (*Folie 4*). Der Parzellenversuch stand an jeweils fünf über Bayern verteilten Standorten (*Folie 6*). Der Praxisversuch beinhaltete einen Paarvergleich aus praxisüblichen und circa 2-ha großen Anbauflächen (*Folie 5*). Der Praxisversuch war an drei Standorten realisiert: Grub, Neuhoof und Schwarzenau (*Folie 6*). Pro Standort wurde jeweils ein Paar Bt-Mais (Navares) und Kontrollmais (Antares) angebaut. An jedem Praxisfeld wurde am Nordrand zusätzlich ein standardisierter Feldrand eingerichtet (*Folie 5, Folie 7*).

Ergebnisse

Bei der Aufnahme von Spinnen im Maisfeld (on-site) zeigte sich, dass in den größeren Schlägen des Praxisversuches die Populationsdichten niedriger waren als in den kleineren Flächen des Parzellenversuches (*Folie 8*, Ludy & Lang 2004, Meissle & Lang 2005). Dies liegt vermutlich daran, dass kleinere Flächen schneller und besser von den Spinnen besiedelt werden konnten. Ein Einfluss der Flächengröße auf Abundanzen wurde auch in anderen Arbeiten gefunden: So waren z.B. die Zahlen von Marienkäferlarven in kleineren Maisflächen höher (linke Abbildung auf *Folie 9*, Prasifka et al. 2005). Verschiedene Tiergruppen zeigen dabei einen unterschiedlichen Zusammenhang mit der Flächengröße: Die Korrelationen der jeweiligen Abundanzen mit der Flächengröße sind hierbei nicht nur unterschiedlich stark, sondern können sowohl positiv als auch negativ sein (rechte Abbildung auf *Folie 9*, Prasifka et al. 2005). Die Beziehung zwischen Abundanzen und Flä-

chengrößen bzw. Wiederbesiedlungsraten kann in letzter Konsequenz dazu führen, dass ein vorhandener negativer Effekt einer Pflanzenschutzmaßnahme auf Nichtziel-Organismen in kleineren Feldern nicht nachgewiesen werden kann (*Folie 10*, Duffield & Aebischer 1994). Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt bei der Wahl der Flächen-größe ist die Reichweite eventuell ausstrahlender GVO-Effekte (off-site). Ein Beispiel hierfür wäre der Pollenflug von Bt-Mais in angrenzende Feldränder und benachbarte Flächen (*Folie 11*, Lang et al. 2004).

Eine geeignete Methode, um den benötigten Stichprobenumfang, d.h. die Anzahl der Flächen für ein GVO-Monitoring, zu berechnen, sind Software-Programme zur Berechnung der statistischen Power. Dafür stehen eine Vielzahl von Programmen zur Verfügung (siehe Übersicht unter: <http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/power.html>). Ein Programm, gPower, kann als freeware vom Netz gezogen werden (www.pscho.uni-duesseldorf.de/aap/projects/gpower/index.html). Die statistische Power ist die Wahrscheinlichkeit bei einem bestehenden Versuchsaufbau einen eventuellen Effekt, z.B. einen GVO-Effekt, zu entdecken, d.h. statistisch abgesichert zu belegen. Im allgemeinen besteht eine Übereinkunft, eine Power größer-gleich 80% als ausreichend zu betrachten. Die statistische Power einer Untersuchung hängt nun direkt von folgenden Größen ab: dem Signifikanzniveau α (Irrtumswahrscheinlichkeit), dem Stichprobenumfang und der Effektgröße, wobei die Effektgröße sich wiederum aus dem Mittelwertsunterschied zweier Versuchsbehandlungen und der Varianz der Daten bestimmt. Sind nun alle anderen Angaben festgelegt, kann daraus die benötigte Stichprobengröße direkt ermittelt werden. Zum Beispiel könnte man eine Power von 80% anzielen, eine übliche Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0.05, eine Reduktion der Population um 30% (= die Größe des nachzuweisenden Effekts) und dann noch einen realistischen Wert für die Datenvarianz angeben bzw. ermitteln, und würde dann unmittelbar die Anzahl der erforderlichen Versuchsflächen erhalten. In dieser Beziehung hat jede Änderung eines Parameters Auswirkungen auf die anderen Parameter. So ist z.B. auf *Folie 12* dargestellt, welche Veränderungen die statistische Power erhöhen würden (Nakagawa & Foster 2004). Auf *Folie 13* ist ein direktes Anwendungsbeispiel gezeigt: Ausgehend von den ermittelten Populationsdichten und deren Varianzen werden Stichprobenumfänge für die Erfassung von Spinnen im Maisfeld (on-site) berechnet (Meissle & Lang 2005, Lang & Ludy, unpublished results). Wie zu erwarten zeigt sich, dass je höher die Power sein soll und je geringer der nachzuweisende Effekt ist desto mehr Flächen beprobt werden müssen. Interessanterweise ergeben sich aber aufgrund unterschiedlicher Datenvarianzen Unterschiede zwischen verschiedenen großen Flächen: Auf den großen Flächen (Praxisversuch) wird zum Nachweis eines bestimmten Effektes ein höherer Stichprobenumfang benötigt als auf kleinen Flächen (Parzellenversuch). Auf *Folie 14* ist eine analoge Auswertung für die Erfassung der adulten Tagfalter an Maisfeldrändern (off-site) gezeigt, und auf *Folie 15* findet sich die Berechnung für einzelne Tagfalterarten (Lang 2004).

Bei der Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring muss eine ausreichende Repräsentanz der Naturräume berücksichtigt werden. Auf *Folie 16* ist die Lage dreier Versuchsstandorte und ihr Bezug zu bayerischen Naturräumen dargestellt. Auf *Folie 17* sind die mittels Malaisefallen ermittelten Zahlen für Bienen und Wespen (Aculeata, exkl. Formicidae) getrennt für Maisfeld (on-site) und Feldrand (off-site) dargestellt. Sowohl die Artenzahlen als auch die Anzahl der Rote-Listen-Arten unterscheiden sich erheblich zwischen den Naturräumen (Voith & Lang, unpublished data). In und an Maisfeldern innerhalb der Main-Fränkischen Platte (Unterfranken) wurden erstaunlich viele Arten und gefährdete Arten nachgewiesen. Allerdings muss nicht immer notwendigerweise jeder Naturraum beprobt werden, so ist z.B. bei einem eventuellen Bt-Maisanbau in Bayern damit zu rechnen, dass

nur die Gebiete Nordbayerns betroffen sind, da zur Zeit nur dort der Maiszünsler eine höhere ökonomische Bedeutung besitzt.

Ebenso sollte eine ausreichende Repräsentanz bzw. Gleichverteilung verschiedener Lebensräume angestrebt werden. Auf *Folie 18* ist zu erkennen, dass der umgebende Lebensraum einen deutlichen Einfluss auf Netzflügler-Populationen in Maisfeldern hat (on-site): Die Individuen- und Artenanzahlen von „Waldarten“ steigen in den Maisfeldern bei entsprechender walddreicher Umgebung (Lang & Gruppe, unpublished results). Daraus resultiert eine erhöhte Varianz der Daten, die entsprechend berücksichtigt werden muss (z.B. durch „Rausrechnen“ oder eben durch Gleichverteilung derartiger Flächen auf die verschiedenen Versuchsvarianten, etc.).

Bezüglich der Referenzflächen (= Kontrolle zum GVO-Anbau) für ein GVO-Monitoring werden meist zwei verschiedene Ansätze diskutiert: ein Paar-Vergleich (Vergleich GVO mit Kontrolle) und ein Zeitvergleich (mit einer „Baseline“, d.h. Vergleich von Ausgangszustand vor GVO-Anbau mit Endzustand nach/während GVO-Anbau). Diese zwei Ansätze sind exemplarisch auf *Folie 19* dargestellt (Ludy & Lang 2005). Die hohe Varianz der Spinnenzahlen zwischen den Jahren demonstriert, dass für eine ausreichende Baseline, welche die gesamte natürlicherweise vorkommende Varianz erfasst, mehrere Jahre vonnöten wären. Dies dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf andere biotische Daten zutreffen. Ein Kompromiss zwischen Paar- und Zeitvergleich könnte ähnlich wie die auf *Folie 19* dargestellten Spinnenaufnahmen aussehen. Man beginnt mit der Aufnahme vor GVO-Anbau und untersucht dann einen Paar-Vergleich GVO-Kontrolle über die Zeitachse, d.h. ein Paarvergleich der über etwaige Veränderungen auch über die Zeit integriert (kombinierter Zeit-Raum-Ansatz). Von Vorteil wäre es dabei, wenn, wie bei den Spinnenaufnahmen, die jeweiligen GVO-Kontroll-Paare am selben Standort lokalisiert wären (siehe Beispiel „Praxisversuch“ auf dem Photo der *Folie 18*).

Schlussfolgerungen (Folie 20)

Für ein on-site Monitoring auf GVO-Anbauflächen (und Kontrollflächen) ist ein flexibles Aufnahmedesign gefordert, da das Monitoring dem Anbau folgen muss, der aufgrund von Fruchtfolgewechsel und weiteren Bewirtschaftungsfaktoren jährlich wechselt. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass der jeweilige Naturraum, aber auch die Struktur des jeweiligen Landschaftsausschnittes maßgeblichen Einfluss auf Wirbellose-Populationen nimmt. Letzterem muss entweder durch eine geschichtete Probenahme und/oder ausreichendem Stichprobenumfang Rechnung getragen werden.

Absolut notwendig vor Inkraftsetzen eines Monitorings ist eine Poweranalyse zur Festlegung des Stichprobenumfanges, d.h. der Anzahl der zu beprobenden Flächen. Da die statistische Power und damit der Stichprobenumfang auch von der nachzuweisenden Effektgröße abhängt, ist eine vorherige Diskussion über bzw. Festlegung von Effekt-Schwellenwerten unerlässlich. Zu erwägen wäre des weiteren eine Erhöhung der Signifikanzschwelle α , was eine Reduktion des Stichprobenumfanges bei gleich bleibender Power zur Folge hätte. Die Signifikanz α bezeichnet die Irrtumswahrscheinlichkeit für einen Fehler erster Art, also z.B. eine 5%ige Irrtumswahrscheinlichkeit für die Aussage, dass zwischen GVO und Kontrolle ein Unterschied besteht. Da man es aber bei Anbau von GVOs mit Produktsicherheit zu tun hat, interessiert hier eher der Fehler zweiter Art, d.h. wie hoch ist meine Irrtumswahrscheinlichkeit für die Aussage, dass keine Unterschiede zwischen GVO und Kontrolle bestehen. Im Sinne eines Frühwarnsystems könnte man aber die Signifikanzschwelle α für den Fehler der ersten Art auf z.B. 0.10 (10%) erhöhen, d.h. lieber zu früh einen Effekt postulieren als zu spät (oder anderes ausgedrückt, eine höhere Irrtumswahrscheinlichkeit in Kauf nehmen). Auch die Anwendung der optimalen

Erfassungsmethode kann die Varianz und den Stichprobenumfang reduzieren (Meissle & Lang 2005).

Bei einem Monitoring müssen unbedingt praxisrelevante Flächengrößen berücksichtigt werden, da Populationsdichten von Wirbellosen als auch Effekte in Abhängigkeit von der Flächengröße variieren (dieselbe Aussage gilt im übrigen auch für eine vorherige Risikoanalyse). Ebenso gilt es zu beachten, dass die statistische Power von der Flächengröße abhängen kann. Eine zusätzliche Erhöhung der statistischen Power bzw. der Reduktion des Stichprobenumfanges wäre auch durch eine Kontrolle der wichtigsten Einflussfaktoren (z.B. durch Standardisierung) oder durch deren Verrechnung (z.B. mittels Kovarianzanalyse) zu erreichen. Dies würde jedoch die Einrichtung bzw. Integration von Messprogrammen zur Erhebung dieser zusätzlichen Einflussfaktoren erfordern.

Die Erhebung einer „Baseline“ vor GVO-Anbau wird für Wirbellose als schwierig zu realisieren angesehen, da dafür mehrjährige Untersuchungen vonnöten wären. Als Alternative werden „Paar-Vergleich-Zeitreihen“ vorgeschlagen, d.h. jeweils gepaarte GVO- und Kontrollflächen, die über einen kontinuierlichen Zeitraum beobachtet werden. Dies könnten, je nach Fragestellung, geteilte Felder sein, oder jeweils zwei Felder an demselben Standort. Dabei ist es nicht unbedingt notwendig, dass es sich dabei jedes Jahr um exakt die selben Flächen handelt. Dies wäre bei einem flexiblen Anbau ohnehin unwahrscheinlich. Bei einer derartigen Paarung kann man dann auf statistische Tests für verbundene Stichproben zurückgreifen, was die Wahrscheinlichkeit eines Effektnachweises im Vergleich zu unabhängigen Stichproben erhöhen kann. Zu beachten ist aber, dass durch entsprechende Auswahl der gepaarten Flächen eine Vermischung der zu beobachtenden Variablen ausgeschlossen ist (z.B. geflügelte mobile Insekten, die vom Kontrollfeld ins GVO-Feld fliegen; oder ein Kontrollfeld, das auf einer vorjährigen GVO-Fläche liegt).

Die Erfassung von off-site Effekten erscheint methodisch schwieriger zu realisieren innerhalb eines GVO-Monitorings. Off-site-Effekte in direkt an GVO-Anbau grenzende Flächen, z.B. Feldränder oder Hecken, könnten prinzipiell wie die Felder selber berücksichtigt werden (siehe oben). Effekte in benachbarten Gebieten, die nicht direkt an GVO-Flächen anschließen, sondern in einem Landschaftsausschnitt liegen, der nur mehr oder weniger Anteile an GVO-Anbauflächen aufweist, dürften jedoch komplizierter nachzuweisen sein. Effekte in solch einem Szenario sind vermutlich eher kleiner, mit noch mehr Varianz behaftet und zeigen sich erst nach längerer Beobachtungszeit. Auch der Nachweis einer Kausalbeziehung von Effekten zum GVO-Anbau ist hier problematischer. Daher erscheint für derartige Fälle ein langfristiges, allgemeines und eher stationäres Monitoring in einem größeren Landschaftsraum die Methode der Wahl zu sein. Als ergänzendes Instrumentarium kann ein solches weiträumigeres Monitoring wertvolle Informationen für Situationen liefern, in denen Effekte durch die oben vorgeschlagene Paarvergleiche nicht entdeckt werden können. Eine derartige Situation wäre z.B. gegeben, wenn bei einem großflächigem GVO-Anbau nicht mehr genügend Kontrollflächen für die Paarvergleiche gefunden werden können oder bei großräumig auftretenden Effekten wie z.B. Rückgang der Artendiversität. Vereinfacht dargestellt wären flexible Paar-Vergleich-Zeitreihen eher geeignet für das Monitoren von direkten, akuten und auffälligen on-site-Effekten, während ein eher stationäres Flächenmonitoring zur Beobachtung von indirekten, chronischen und kleineren off-site-Effekten anzuwenden ist.

Die Auswahl der Flächen muss unter Zuhilfenahme von GIS erfolgen. Denkbar ist zum Beispiel, dass man vor der Anbausituation eine Karte erstellt, die aufgrund der GVO-Anbausituation das Ausmaß einer potentiellen „GVO-Exposition“ flächenhaft darstellt. Aufgrund der daraus abgeleiteten Wahrscheinlichkeit für einen GVO-Effekt könnte man dann die verschiedenen Beprobungsorte wählen. Eine weitere Möglichkeit die Flächen-

auswahl in den Griff zu bekommen wäre mit einer Zahl von Vertragslandwirten zu arbeiten, denen vorgeschrieben wird, was sie wo anbauen. Oder auch die Einrichtung mehrerer Versuchsgüter, auf denen dann geplant Versuche angestellt werden können. Letzteres ist aber wohl eher für ein fallspezifisches Monitoring geeignet.

Referenzen

- Duffield, S.J. & Aebischer, N.J. (1994) The effect of spatial scale of treatment with dimethoate on invertebrate population recovery in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 31, 263-281.
- Lang, A. (2004) Monitoring the impact of Bt maize on butterflies in the field: estimation of required sample sizes. *Environmental Biosafety Research*, 3, 55-66.
- Lang, A. & Vojtech, E. (2005) The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology*, in press.
- Lang, A., Ludy, C. & Vojtech, E. (2004) Dispersion and distribution of Bt maize pollen in field margins. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 111, 417-428.
- Ludy, C. & Lang, A. (2004) How to catch foliage-dwelling spiders (Araneae) in maize fields and their margins: a comparison of two sampling methods. *Journal of Applied Entomology*, 128, 501-509.
- Ludy, C. & Lang, A. (2005) Field-scale and long-term monitoring of foliage-dwelling spiders (Araneae) in transgenic Bt maize fields and adjacent field margins. *Biological Control*, in revision
- Meissle, M. & Lang, A. (2005) Comparing methods to evaluate the effect of Bt maize and insecticide on spider assemblages. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 107, 359-370.
- Nakagawa, S. & Foster, T.M. (2004) The case against retrospective statistical power analyses with an introduction to power analysis. *Acta ethol.*, 7, 103-108.
- Prasifka, J.R., Hellmich, R.L., Dively, G.P. & Lewis, L.C. (2005) Assessing the effect of pest management on nontarget arthropods: the influence of plot size and isolation. *Environmental Entomology*, 34, 1181-1192.



Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring

Wo, wie viel und wie oft? Aspekte der Erfassung von Insekten und Spinnen für ein GVO-Monitoring



Andreas Lang,
Institut für Umweltgeowissenschaften, Universität Basel,
Bernoullistrasse 30, CH-4056 Basel, Schweiz.
andreas.lang@unibas.ch

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Forschungsprojekte

Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens: Effekte von Bt-Mais auf Nichtzielorganismen.

Laufzeit: 2000 – 2004.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



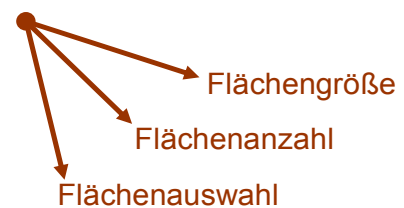
Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring

Agrarraum

- GVO-Anbaufläche (on-site effects)
- angrenzende Flächen, z.B. Feldraine, Hecken (off-site effect)
- benachbarte Flächen, z.B. Wiesen, nicht-GVO-Felder (off-site effects)

Nicht-Agrarraum (off-site effects)

- z.B. NSG
- z.B. Gewässer
- angrenzend, benachbart



Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

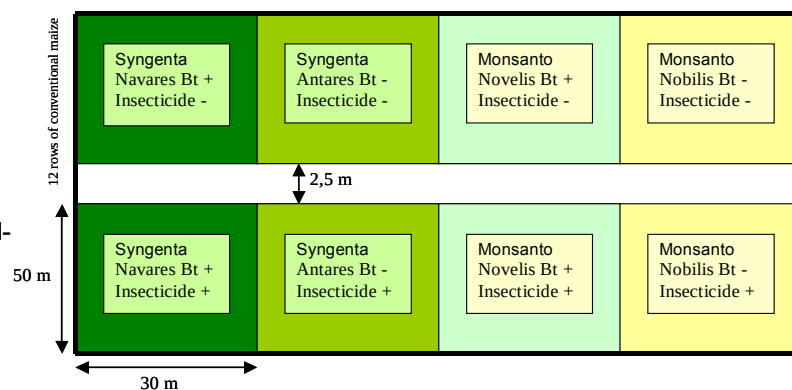


Projektflächen

Parzellenversuch

“Parzellenversuch”

Auf fünf Versuchsgütern:
ein Parzellenversuch pro
Gut, Parzellengröße $\approx$
0.15 ha, verschiedene
Maissorten und Insektizid-
anwendungen



Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

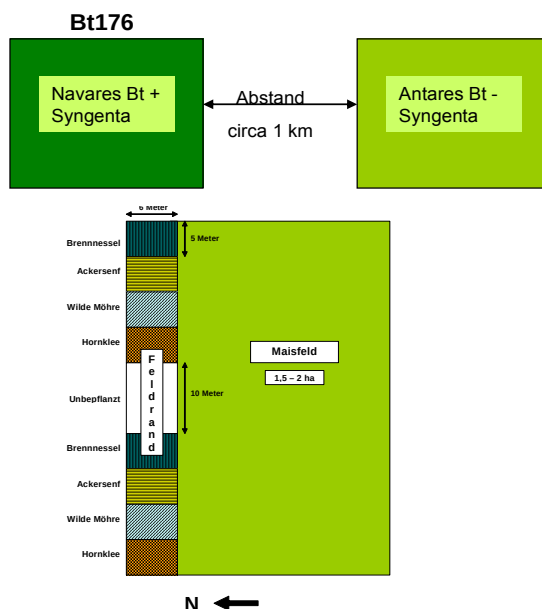
Projektflächen

Praxisversuch

“Praxis Schlag”

Auf drei Versuchsgütern: 1 Bt and 1 nicht-Bt Feld pro Gut, Schlaggröße ≈ 2 ha

Feldrand an der Nordseite jedes Maisschlags:

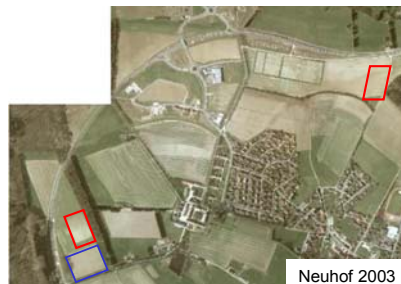


Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Projektflächen



Parzellenversuch



Praxisversuch

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächengröße

Praxisversuch mit Feldrand



Bt-Praxisversuch mit Feldrand in Neuhoof 2003

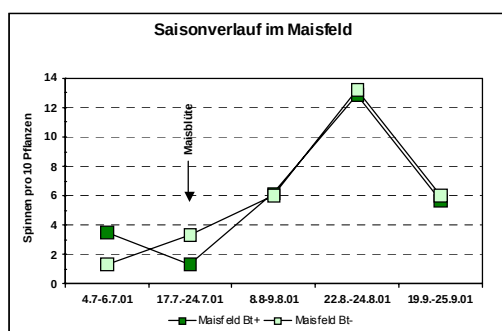
Untersuchungen zum Beutespektrum von Radnetzspinnen

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächengröße

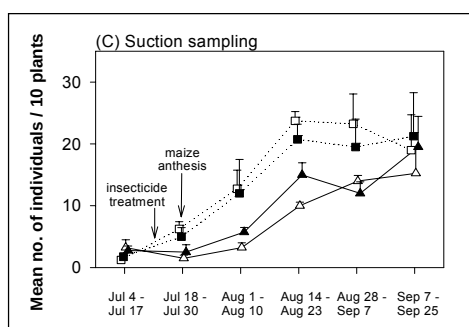
Spinnen im Maisfeld (on-site)

Praxisversuch



Ludy & Lang (2004), J. Appl. Entomol. 128

Parzellenversuch



Meissle & Lang (2005), Agric. Ecosys. Environ. 107



Die festgestellten Populationsdichten von Spinnen im Maisfeld unterschieden sich zwischen verschiedenen Flächengrößen (bei gleicher Aufnahmetechnik, Aufnahmezeit und Aufnahme-Standort). Die Zahlen in den kleineren Flächen sind höher (obere zwei Kurven ohne Insektizidanwendung im Parzellenversuch), vermutlich weil kleinere Flächen schneller besiedelt werden können.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

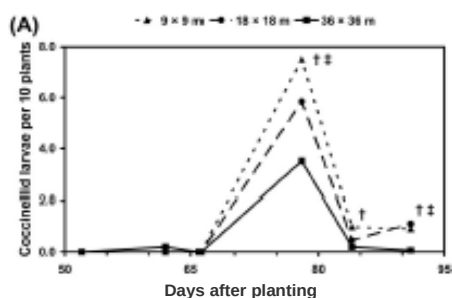


Flächengröße

Literaturdaten (on-site)

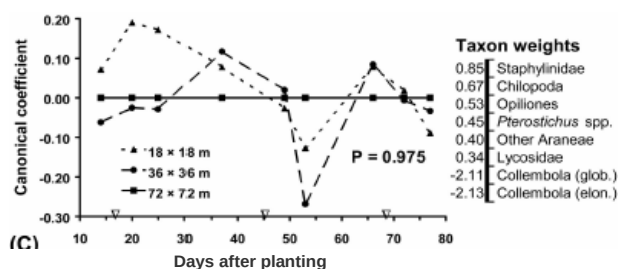
Prasifka et al. (2005): Assessing the effect of pest management on nontarget arthropods: the influence of plot size and isolation. *Environmental Entomology* 34(5), 1181-1192.

Marienkäfer-Larven



In kleineren Maisflächen (9x9 m) werden höhere Zahlen an Marienkäferlarven festgestellt als in großen Flächen (18x18 m, 36x36 m).

Verschiedene Taxa



Principal response curve (PRC): Die Gesamtgemeinschaft der Invertebraten unterscheidet sich in kleineren Maisplots (18x18 m, 36x36 m) von einer größeren Kontrollfläche (72x72m, Isolnie bei Null). Die einzelnen Tiergruppen zeigen dabei unterschiedlich große Effekte (absoluter Wert des „Taxon weight“) und unterschiedliche Korrelation zur Flächengröße (positiv-negativ, Vorzeichen des „Taxon weight“).

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Flächengröße

Literaturdaten (on-site)

Duffield & Aebischer (1994): The effect of spatial scale of treatment with dimethoate on invertebrate population recovery in winter wheat. *Journal of Applied Ecology* 31, 263-281.

Verschiedene Feldgrößen: 16m², 324m², 2.916m², 20.736m², 39.204m², 82.944m² (0.0016ha, 0.032ha, 0.292ha, 2074ha, 3920ha, 8294ha)

Table 4. Summary of regression analysis on the relationship between time to recovery (log₁₀ days after treatment) and distance into treated area (log₁₀ m) (from Figs 3, 6–8)

Experiment	Group	Slope	Intercept	t-value
1988 Plot	Carabidae	0.606	-0.106	1.60
	Staphylinidae	0.065	0.257	0.46
	Linyphiidae [†]	0.662	-0.142	2.84*
1988 Transect	Carabidae	0.158	0.535	4.01*
	Staphylinidae	0	0.301	0
	Linyphiidae	0.590	0.306	5.21**
1989	Carabidae	0.327	0.496	3.11*
	Staphylinidae	0.052	0.256	0.63
	Linyphiidae	0.326	0.070	2.76*
	Aphididae [‡]	-0.967	2.829	-2.72*

Where [†] excluding first sample date; [‡] excluding first sample date and first distance; and * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

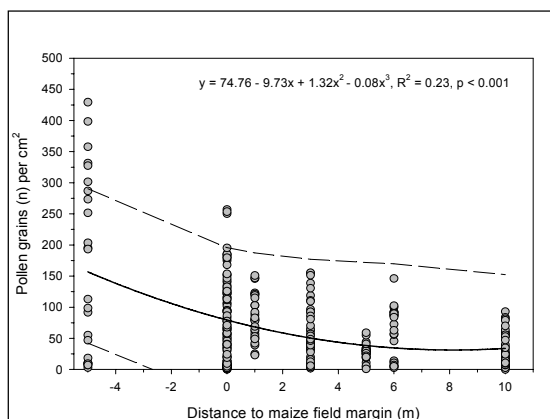
Regressionsparameter (slope, intercept) für den Zusammenhang zwischen „Erholungszeit“ und Distanz in einem Versuchsfeld (bzw. Größe eines Feldes) für vier Tiergruppen (Carabidae, Staphylinidae, Linyphiidae, Aphididae). Erholungszeit beschreibt diejenige Zeit, die eine Population benötigte, um den Ausgangszustand nach einer Insektizidanwendung wieder zu erreichen. Duffield & Aebischer konnten zeigen, dass ein vorhandener (negativer) Insektizideffekt nur in den großen Feldern nachgewiesen werden konnte, vermutlich da in kleineren Feldern die Wiederbesiedlung von außen zu schnell stattfand.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächengröße

Reichweite des GVO-Effektes (off-site)

Mais-Polleneintrag in Feldrand



Lang et al. (2004), J. Plant Diseases Protection 111(5): 417-428.

Pollenflug von Bt-Mais in angrenzende Feldränder. Dargestellt ist die Anzahl von Maispollen pro cm² (gemessen anhand mit Vaseline bestrichener Objektträger) in Relation zur Entfernung zum Maisfeld. Bis zu einer Entfernung von 10 m wurden Bt-Maispollen-Konzentrationen festgestellt, die nachweislich (Lang & Vojtech 2005) Schmetterlingslarven negativ beeinflussen können (weiter entfernt als 10 m wurde nicht gemessen).

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächenanzahl (Replikation)

Statistische Power, Effektgröße, Stichprobenumfang

Statistische Power = Wahrscheinlichkeit einen Effekt nachzuweisen; Signifikanzkriterium = Irrtumswahrscheinlichkeit α ; Stichprobenumfang = Anzahl der Flächen; Effektgröße = Unterschied zwischen zwei Versuchsbehandlungen, bestehend aus Mittelwertsunterschied und Varianz.

Statistical parameters	To increase statistical power:
Significance criterion (α)	Increase α
Sample size (N)	Increase N
Effect size (d)	Increase $ d $
Effect size d is composed of two parts ($d = [\mu_t - \mu_c] / \sigma$)	
Difference between population means ($[\mu_t - \mu_c]$)	Increase $ \mu_t - \mu_c $
Population standard deviation (σ)	Decrease (σ)

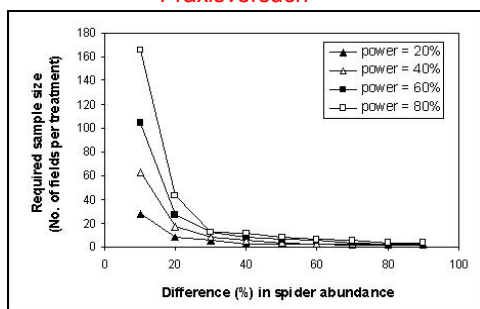
Nakagawa & Foster (2004): The case against retrospective statistical power analyses with an introduction to power analysis. *acta ethol.* 7, 103-108.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächenanzahl (Replikation)

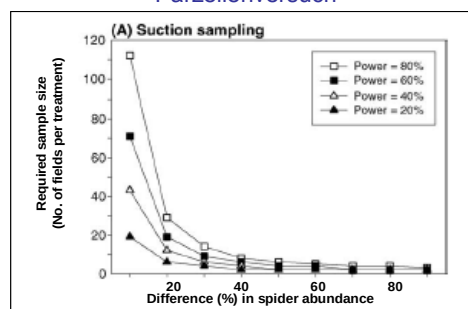
Spinnen im Maisfeld (on-site)

Praxisversuch



Lang & Ludy, unpublished data.

Parzellenversuch



Meissle & Lang (2005), Agric. Ecosys. Environ. 107

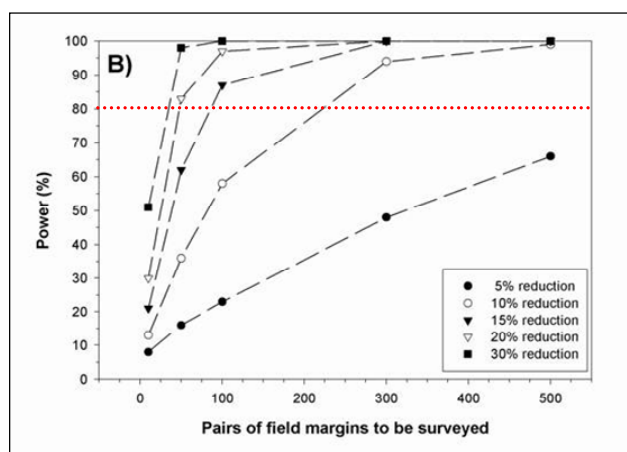
Poweranalyse zur Feststellung eines Effektes auf die Spinnenzahlen in Maisfeldern. Gezeigt ist die Power in Abhängigkeit von der Anzahl von Feldern, die beprobt werden müssten, um Unterschiede von 10 - 90% zwischen Behandlung und Kontrolle statistisch nachzuweisen (Signifikanzniveau α ist 0.05 bei einem zweiseitigen Test für unabhängige Stichproben). Allgemein gilt: (i) Je höher die Power sein soll, desto mehr Flächen (sample size) müssen beprobt werden; (ii) Je geringer der nachzuweisende Effekt ist (difference), desto mehr Flächen müssen beprobt werden. Interessanterweise ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Datenvarianzen Unterschiede zwischen verschiedenen großen Flächen: Auf den großen Flächen (Praxisversuch) wird zum Nachweis eines bestimmten Effektes bei gegebener Power ein höherer Stichprobenumfang benötigt als auf kleinen Flächen (Parzellenversuch).



Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächenanzahl (Replikation)

Tagfalter am Feldrand (off-site)



Lang (2004), Environ. Biosafety Res. 3

Poweranalyse zur Feststellung eines Effektes auf die Tagfalterzahlen in Feldrändern. Gezeigt ist die Power in Abhängigkeit von der Anzahl von Feldrändern, die beprobt werden müssten, um Unterschiede von 5 - 30% zwischen Behandlung und Kontrolle statistisch nachzuweisen (Signifikanzniveau α ist 0.05, einseitiger Test für unabhängige Stichproben). Die Schwelle von 80% ist als eine allgemein anerkannte „ausreichende“ Power markiert.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Flächenanzahl (Replikation)

Tagfalter am Feldrand (off-site)

Variable	N	Mean number per 60min $\pm$ 1SD	Number of pairs (n) for detecting a reduction of							
			5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
No. of species	15	5.95 $\pm$ 2.78	1078	271	121	69	44	31	18	12
All butterflies	15	23.29 $\pm$ 8.88	720	181	81	46	30	21	12	8
P. machaon	6	1.51 $\pm$ 1.26	3406	864	383	215	139	97	55	36
<i>P. rapae</i>	14	10.78 $\pm$ 4.70	940	236	106	60	39	27	16	11
<i>P. napi</i>	12	2.89 $\pm$ 1.31	1005	254	113	64	42	29	17	11
<i>I. io</i>	11	1.24 $\pm$ 0.59	1114	279	153	71	46	32	19	12
<i>V. atalanta</i>	9	1.30 $\pm$ 1.36	5451	1364	607	342	219	153	86	56
<i>C. cardui</i>	8	1.08 $\pm$ 1.11	5266	1317	586	330	212	147	83	54
<i>A. urticae</i>	12	1.30 $\pm$ 0.95	2621	656	292	165	105	74	42	27
<i>I. lathonia</i>	7	1.75 $\pm$ 1.51	3642	922	409	231	148	103	59	38
<i>M. jurtina</i>	7	1.79 $\pm$ 1.08	1814	449	201	114	73	51	29	19
<i>C. pamphilus</i>	10	1.61 $\pm$ 1.10	2288	580	257	145	94	65	37	24
<i>P. icarus</i>	6	1.34 $\pm$ 0.90	2216	555	250	141	90	63	36	23

Lang (2004), Environ. Biosafety Res. 3

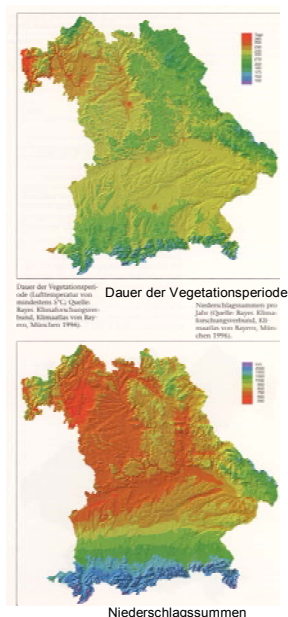
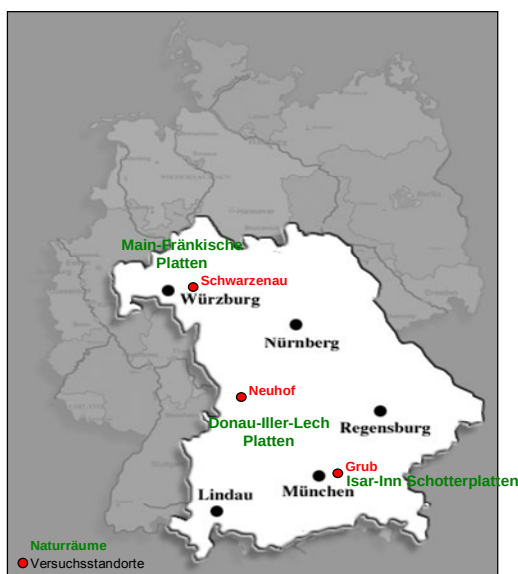
Stichprobenabschätzung zur Feststellung eines Effektes auf die Abundanz von häufigen Tagfalterarten in Feldrändern. Gezeigt ist die Anzahl von Feldrändern, die beprobt werden müssten, um Unterschiede von 5 - 50% zwischen Behandlung und Kontrolle nachzuweisen (Signifikanzniveau α ist 0.05, einseitiger test für unabhängige Stichproben, Power = 80%). Die Basis für die Berechnung bilden vorher erhobene Daten zu den innerhalb von 60 min beobachteten Individuenzahlen. Die 30%-Spalte ist markiert, da ein nachzuweisender Effekt von 30% öfters als „Schwellenwert“ für einen substantiellen Effekt diskutiert wird.

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Flächenauswahl

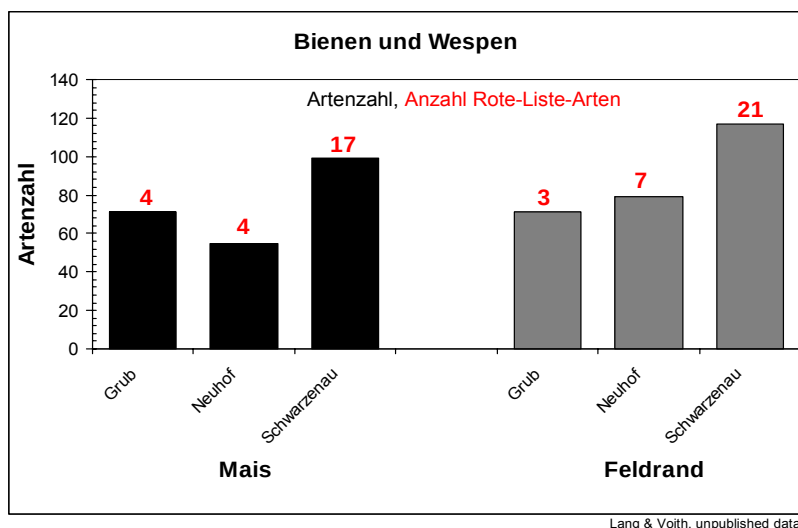
Naturräume



Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächenauswahl

Naturräume

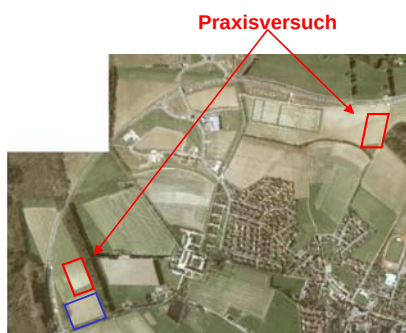


Grub = Isar-Inn-Schotterplatten
 Neuhofer = Donau-Iller-Lech-Platten
 Schwarzenau = Main-Fränkische Platten

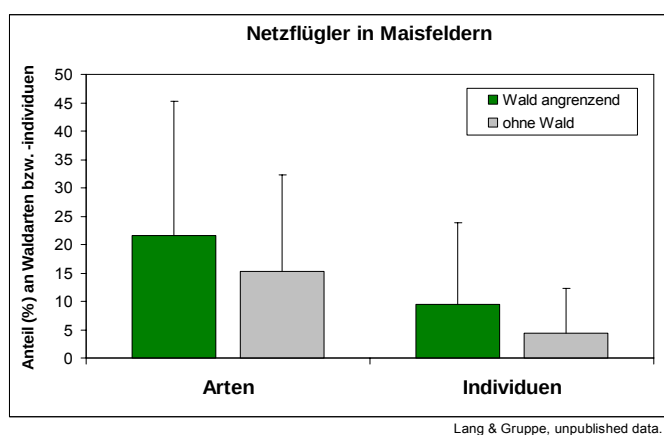
Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm

Flächenauswahl

Naturräume & Umgebung



Neuhofer 2003



Einfluss des benachbarten Habitats auf Netzflügler (Neuroptera). Mittels Malaisefallen in Maisfeldern (on-site) des **Praxisversuches** erhobene Daten (zusammengefasste Daten von drei verschiedenen Standorten, aus drei Jahren und von Bt- und Kontrollmaisfeldern).

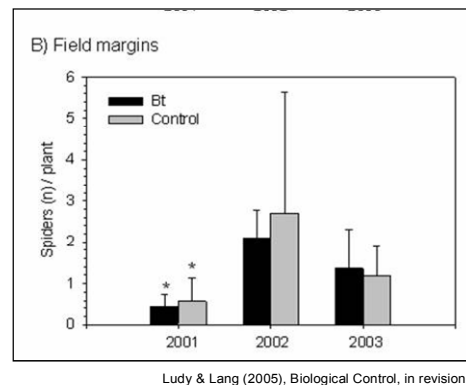
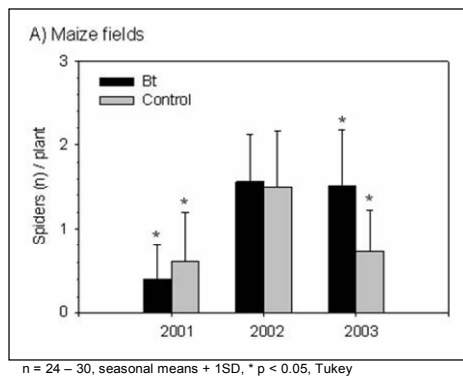
Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Flächenvergleich

Zeitachse: „Baseline“ vs. „Paarvergleich“

Spinnen im Maisfeld und am Feldrand
(on-site, off-site)



Spinnenaufnahmen im Maisfeld und am Feldrand (Praxisversuch). Zusammengefasste Daten von drei verschiedenen Versuchsstandorten (Grub, Neuhoof, Schwarzenau).

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



Raum und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring Insekten und Spinnen

Fazit

On-site Effekte auf GVO-Anbaufläche, z.B. Populationsdichten, Artenzusammensetzung,
→ Wechsel der Untersuchungsflächen notwendig (dem Anbau folgend)

Starker Einfluss der Naturräume → Bei Flächenauswahl berücksichtigen

Prospektive Poweranalyse → Stichprobenumfang vorher ermitteln (Fragen: welche Effektgröße soll bestimmt werden, ab wann ist ein Effekt ein ökologischer Schaden?)

Praxisrelevante Flächengrößen → Bestimmung realistischer Daten & Effekte, Korrelation
Flächengröße mit statistischer Power beachten

Kontrolle räumlich und zeitlich wechselnder Einflussfaktoren → Reduktion bzw. Kontrolle der
Datenvarianz → höhere Power (verbundene Stichprobe oder Paarvergleich, Berücksichtigung von
Einflussgrößen z.B. mittels Kovarianz-Analyse)

Vergleich von GVO- und Kontroll-Flächen → „Baseline“ schwer zu realisieren
→ Paarvergleich-Zeitreihen (Raum-Zeit-Kombination)

Off-site Effekte methodisch schwieriger, direkt an GVO angrenzende Flächen ähnlich on-site (z.B.
Feldränder, Hecken), aber z.B. Probleme beim Nachweis langfristiger und großskaliger Effekte auf
regionaler Landschaftsebene. Vergleich von Flächen mit unterschiedlichem potentiellen Risiko?

GIS-Analyse?! Verschneidung von Anbauflächen und Lebensräumen → Exposition

Vertrags-Landwirte? Versuchsgüter?

Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“, 28.11. – 01.12.05, BfN, Internationale Naturschutzakademie Vilm



*I am still confused
but on a higher level!*

4 Diskussion der Präsentationen

W. Schröder und J. Zipperle: „Geodaten, Messdaten und Analyseabläufe zur Messflächenauswahl bei unterschiedlichen Skalen. Wissenschaftliche Überlegungen zur GVO-Beobachtung in Baden-Württemberg“

Auf die Nachfrage was mit GVO-relevanten Messgrößen gemeint sei (siehe u.a. Folie 14), wird erklärt, dass Prüfpunkte aus vorhandenen Konzepten übernommen und dann analysiert wurden, ob die Informationen schon erhoben werden bzw. ob es ein Messnetz dazu gibt. Anschließend wurde analysiert, ob es in der Nähe von ÖFS (Ökologische Flächenstichprobe) - Flächen weitere Messflächen gibt. Es wird vorgeschlagen, anders vorzugehen und aus vorhandenen Messnetzen die Flächen abzuleiten, die für das GVO-Monitoring geeignet sind. Auch wird hinterfragt, warum generell eine Landschaftsrepräsentanz angestrebt wird. Denn für ein GVO-Monitoring sind bestimmte Prozesse von Bedeutung, bei denen Landschaftsrepräsentanz eine eher untergeordnete Rolle spielt. Man könnte zum Beispiel auch von der Homogenität oder Variabilität der Räume bzgl. der Messparameter ausgehen und danach die Menge der erforderlichen Probeflächen bestimmen.

Zusätzlich zu ÖFS-Flächen neu festgelegte Flächen, die die Raumrepräsentanz erfüllen sollen, könnten möglicherweise nicht hochrechenbar und somit nicht integrierbar in die Methodik der ÖFS sein. In dem Fall sollte man ergänzte Flächen anders nennen. Sofern einzelne ÖFS-Flächen auf Grund der Repräsentanzanalyse entfallen, sollte darauf geachtet werden, dass keine Bundesflächen entfallen, da dann für andere Merkmale später keine bundesweiten Hochrechnungen mehr durchgeführt werden können. Probleme könnten bei der Anwendung der bundesweiten Raumgliederung auf regionaler Ebene entstehen, da die Bezeichnung einzelner Raumklassen nicht genau mit der tatsächlichen naturräumlichen Landschaft zusammenpasst.

Exkurs „Baseline“

Im Zusammenhang mit der ÖFS-Diskussion kommt die Frage auf, ob es für eine Baseline-Erhebung über Programme wie die ÖFS nicht schon zu spät ist. Auch sind für ökologische Parameter Baseline-Erhebungen schon aufgrund klimatischer Änderungen problematisch, da die Baseline nicht langfristig gültig sein kann. Populationsschwankungen bei Tieren und Pflanzen können erheblich sein, daher sind solche Parameter ins Auge zu fassen, bei denen eine Baseline gut zu ermitteln ist. Es stellt sich die Frage, ob eine Konstanz der Anbaubedingungen, die für die Anwendung der Baseline nötig ist, über 10 – 20 Jahre zu erreichen ist. Ein Ansatz wäre auch, während der Beginnphase des GVO-Anbaus dort zu beobachten, wo wenig GVOs angebaut werden. Es können räumliche Vergleichspaare gebildet werden, die Flächen mit starkem, geringem oder keinem GVO-Anbau enthalten. Die Farm Scale Evaluations (FSE) aus England zeigten die Machbarkeit solcher Ansätze. Als weitere Alternative zu den genannten Paarvergleichen wird die Ausweisung GVO-freier Regionen, die als Vergleich oder Baseline herangezogen werden können, vorgeschlagen.

J. Zipperle: „Medienübergreifende Umweltbeobachtung und GVO-Monitoring in Baden-Württemberg“

Zur Brassicaceen-Probenahme wird angemerkt, dass das Vorkommen von Brassicaceen (potenzielle Kreuzungspartner von Raps) nicht abhängig von Raumklassen/landschaftsökologischen Voraussetzungen ist, sondern vorwiegend vom Vorhanden-

sein von Störstellen. Die vorgestellten Beispiele verdeutlichen aber gut, wie eine Raumauswahl vorzunehmen sei. Es wird gefragt, warum die Brassicaceen in Baden-Württemberg nicht auf ÖFS-Flächen beprobt wurden. Dem wird entgegnet, dass es keine ausreichenden Daten zu vorkommenden Pflanzenarten auf den ÖFS-Flächen gab. Außerdem sollen die Flächen langfristig nutzungsfrei oder extensiv genutzt sein, um die Einflüsse aus der Bewirtschaftung auszuschließen. In BW gibt es nur Vogelerhebungen auf ÖFS-Flächen, und auch in Zukunft werden dort keine weiteren ÖFS-Parameter erhoben.

Es wird bezweifelt, ob bei den 19 beprobten Flächen in Baden-Württemberg eine statistisch belastbare Aussage erreicht werden kann. Die untersuchten Brassicaceen kommen in naturnahen Flächen nur intermittierend vor. Daher ist die einzelne Probefläche nicht zu klein, denn die Art komme mal vor und mal nicht vor. Sie wächst aber ggf. im Umfeld der Probefläche. Auch ist der Zeitpunkt der Aufnahme entscheidend für die Feststellung möglicher Effekte (vor oder/und nach der Rapsblüte); man soll daher zweimal jährlich beobachten bzw. beproben.

Ein Fazit aus dem Vortrag ist, dass wenn die Beobachtungsflächen feststehen, neue Flächen schwer einbezogen werden können. Es sind allerdings neue GVOs wie Gräser oder Bäume mit anderen potenziellen Auswirkungen in einigen Jahren zu erwarten. Das Konzept der Hintergrundbeobachtung wird für solche GVOs wenig geeignet sein.

J. Rademacher: „Flächenauswahl bei der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) und der Ökologischen Umweltbeobachtung (ÖUB) in Brandenburg“

Es wird festgestellt, dass es bei der IÖDB nur eine geringe Anzahl an Standorten gebe, die nicht ausreichend für landesweite Aussagen ist. Dem wird entgegnet, dass es einige Ergänzungen mit Satellitenflächen gibt, dass aber allein schon die Messungen an bestehenden Standorten nicht finanziell abgesichert sind. Es wird angemerkt, dass wenn so viele Ökosysteme wie in der ÖUB beobachtet werden, damit auch die Varianz steige, was wiederum eine höhere Anzahl von Probeflächen erfordert. Parallelen werden gesehen zwischen dem Vorgehen in Brandenburg und dem Vorgehen in Baden-Württemberg.

F. Graef: Methodisches Schema für GVP-Monitoring auf regionaler Ebene

Es wird nachgefragt, was bei dem vorgestellten Ansatz gemessen werden sollte und worauf die Anzahl der Messstellen optimiert werden sollte. Darauf wird erklärt, dass dazu Parameterlisten aus den Ergebnissen einer BBA-Tagung ausgewertet wurden. Es ist bei dem Forschungsansatz untersucht worden, welche Messnetze diese Parameter enthalten und wo diese Parameter genau gemessen worden sind. Für die Bestimmung der Zahl der Wiederholungen sollte die Varianz des Messparameters bekannt sein. Da die Varianz in keinem Fall bekannt gewesen ist, wurde auf Erfahrungswerte aus den FSE zurückgegriffen. Die Frage ob sich der Ansatz nutzen ließe, um nur für einen Parameter ein Messnetz zu bestimmen wird bejaht. Es wird vorgeschlagen, sich bei der Verteilung von Probeflächen von den vorhandenen Messnetzen zu lösen. Dies jedoch war der gewählte methodische Ansatz, bei dem die vorhandenen Messnetze in optimaler Weise berücksichtigt, bei Mangel an Messflächen aber auch zusätzliche optimale Flächen bestimmt wurden.

M. Nagel: „Methodik der Schaderreger-Befallserhebungen des Pflanzenschutzdienstes in Mecklenburg-Vorpommern“

Es wird angemerkt, dass der Ansatz gleichzeitig stabile und flexible Elemente beinhaltet. Denn es wird einerseits auf festen Betrieben, andererseits jedoch auf wechselnden Flächen untersucht. Auf die Nachfrage hin, was mit „festen“ Betrieben gemeint sei und wie es mit der statistischen Absicherung der Wiederholungen aussehe, wird erklärt, dass Be-

triebe ausgewählt wurden, die bereits länger bekannt sind und zu denen Beziehungen bestehen. Jährlich werden i.d.R. dieselben Betriebe aufgesucht. Es wird eine Mindestanzahl zur statistischen Absicherung der Erhebungen durchgeführt und zwar dort, wo gleichzeitig eine Kultur mit üblichen Fruchtfolgen gehäuft vorkommt und ein hoher potenzieller Befallsdruck vorliegt. Der Zeit- und Personal-Aufwand liegt jährlich bei bis zu 14 Terminen, wobei 5-7 Personen allein im Raum MVP unterwegs sind. Eine Erweiterung dieser Methodik auf GVP ist möglich, dann wäre aber zu prüfen, wie die Kausalzusammenhänge zwischen GVP und den vom PSD beobachteten Schädlingen /Nützlingen beschaffen sind. Von den Nützlingen werden bislang lediglich die Marienkäfer miterfasst, für die es aber bislang keine Schwellenwerte gibt.

L. Peichl „Monitoring möglicher Auswirkungen von gentechnisch verändertem Raps auf die natürliche Vegetation“

Es wird daran erinnert, dass es für Bremen ähnliche Ergebnisse gibt. Jedoch wurde dort oft *Brassica rapa* gefunden. Möglicherweise ist in dem vorgestellten Vorhaben bei den Kartierungen die Blühphase verpasst worden, so dass *Brassica rapa* nicht richtig identifiziert worden ist. Dem wird entgegnet, dass die Kartierenden als zuverlässig eingeschätzt werden, jedoch nur zweimal kartiert wurde und dies möglicherweise zu wenig ist. Es wird angemerkt, dass es sich um flächendeckende Daten handelt, wobei vermutlich auch die Variabilität der Brassicaceen ermittelt worden ist. Damit ist vermutlich auch eine Stichprobenermittlung möglich. Dies wird bestätigt. Man würde in einem möglichen Folgeprojekt gezielter auf kleinere womöglich geschützte Flächen gehen und dafür dann häufiger beproben.

M. Dolezel: „Raum- und Flächenauswahl in österreichischen Konzepten zum ökologischen Monitoring von GVO“

Es wird angemerkt, dass sich die vorgestellten Biodiversitätszentren vornehmlich in ackerbaulich intensiv genutzten Gebieten befinden.

A. Hilbeck: „Indikatorwahl - Stichprobendesign - Erhebung. Erfahrungen aus der Entwicklung eines deutschlandweiten GVO-Monitorings“

Es wird nachgefragt, wie die zwei vorgestellten Flächen ausgesucht wurden und ob sie als repräsentativ anzusehen sind. Daraufhin wird erklärt, dass die ÖFS als Basis genommen wurde, aus der es aber nur zwei passende Flächen gegeben hat. Außerdem ist der Beprobungsaufwand sehr hoch gewesen, so dass zusätzliche Flächen nicht in Betracht gezogen wurden.

B. Breckling: „Ökologische Befunde für die Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring von Raps“

G. Banko: „Konzept für ein repräsentatives Stichprobendesign zur Erfassung der Biodiversität in Österreich“

Es wird angemerkt, dass die hohe Artenzahl-Varianz auch zu einer höheren Stichprobenzahl führt. Wie damit umzugehen ist, ist auch z.B. beim Vogelmonitoring noch nicht abschließend diskutiert. Beim Biodiversitätsmonitoring in der Schweiz bspw. wird die Abundanz erhoben, aber nicht ausgewertet, da die Varianz durch die Bearbeiterunterschiede recht hoch ist. Es wird festgehalten, dass die Abundanz eine wichtige Messgröße ist (Type I Error darf nicht höher z. B. 10 sein). Es wird erneut festgestellt, dass eine Synergie zwischen Biodiversitätsmonitoring und GVO-Monitoring möglich ist.

C. Bühler: „Biodiversitätsmonitoring Schweiz: Vorteile einer rasterbasierten Stichprobe“

Es wird weiter erklärt, dass es Flächen gibt, die nach der Stichprobenziehung nicht für die Beprobung geeignet waren, wie etwa solche, die in Seen lagen. Das BDM wird vom Ansatz her für ein GVO-Monitoring als geeignet befunden, ist aber noch nicht empfindlich genug. Empfindlicher wird das Beprobungsraster z.B. bei einer Verdichtung im Agrarraum. Das Monitoring kann erst nach etwa 10 Jahren zu aussagekräftigen Ergebnissen führen, so eine erste Einschätzung. Die Kosten sind beim vorgestellten Programm auf jährlich 2 Millionen Euro zu veranschlagen.

R. Dröschmeister: „Das Konzept der geschichteten Zufallsstichprobe für ein bundesweites Biodiversitätsmonitoring“

H. Hötter: „Konzept zur Erfassung der Avifauna in Zählgebieten: Das Potenzial für räumliche Aussagen“

Es wird nachgefragt, wie mit Veränderungen der Ausbreitung der Vögel umzugehen ist und ob dies Auswirkungen auf die Zählgebiete hat. Grundsätzlich, so wird erklärt, werden die Grenzen der Zählgebiete nicht verändert. Falls erforderlich, werden neue Zählgebiete ausgewiesen. Für diese Flächen könnten dann jedoch Vorjahresdaten fehlen. Das Zählgebietssystem ist an nur wenigen Arten ausgerichtet. Bei Arten, die hauptsächlich in der Wiese aber auch auf dem Acker vorkommen (z.B. Kiebitz), wird das Ackervorkommen nicht berücksichtigt, um Probleme mit der Repräsentanz zu vermeiden. Es wird hinterfragt, welche der Zählgebiete dann relevant für ein GVO-Monitoring sind, denn ein Bezug zur Landwirtschaft muss beim GVO-Monitoring gegeben sein. Wiesenvögel könnten auch indirekt betroffen sein, wenn es z.B. zu einer Ausdehnung des Maisanbaus auf Grünland kommt. Es wird erklärt, dass es der Grundgedanke der Zählgebetsmethode ist, dass Merkmale erfasst werden, die auf großer Fläche gut zu erheben sind. Durch die Abgrenzung der Gebiete und die Kenntnis über die Verbreitung des Merkmals im gesamten Gebiet sind die Daten gut übertragbar. Die Eignung von Vögeln als GVP-spezifische Indikatoren wird angezweifelt. Denn es könnten damit eher allgemeine Trendaussagen gemacht werden, da Vögel Nahrungskettenendpunkte sind. Kausalitäten können auf der Grundlage der Zählgebetsmethode nicht hergestellt werden und ist auch nicht Ziel der Methode. Die Daten könnten aber zur Frühwarnung dienen, um dann weitere Forschung durchführen. Die erhobenen langjährigen Daten können auch als Baseline für das GVO-Monitoring dienen. Das Grundproblem aller Vogelbeobachtungsprogramme ist aber, dass die Koordination sichergestellt werden muss. Die Erhebungen werden überwiegend durch Ehrenamtliche durchgeführt.

A. Lang: „Wo, wie viel und wie oft? Probleme der Erfassung von Insekten und Spinnen für ein GVO-Monitoring“

Es wird darauf hingewiesen, dass im *Zusammenhang* mit dem Tagfaltermonitoring, die Transektmethode und Feldranderhebungen unterschiedlich geeignet sind. Denn die Transektmethode liefert eher Daten zur generellen Abnahme von Arten im Agrarraum, die Feldranderhebungen jedoch Daten zu kurzfristigen direkten Effekten. Auf die Nachfrage, welche großskaligen Effekte sich über Praxisfelder nicht erfassen lassen, wird erklärt, dass dies geringe, statistisch nicht signifikante aber oft chronische Effekte sind, die in der Varianz zu klein sind.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussionen

Es ist noch unklar auf welchen Flächen und in welchem Umfang der GVO-Anbau stattfinden wird. Dies beeinträchtigt insgesamt eine frühzeitige Planung des GVO-Monitorings, denn die Einstellung im Standortregister erfolgt für eine flächengenaue Untersuchungsplanung zu kurzfristig. Dies ist insbesondere ein Problem der ersten Anbaujahre eines GVO, da später bei der wahrscheinlichen Ausweitung des Anbaus viele Flächen vom GVO-Anbau berührt werden. Zu Beginn des Anbaus sind daher voraussichtlich wenige und mit entsprechend höherer Stichprobenzahl beprobte Flächen zu beobachten.

Die während dem Workshop vorgestellten Beobachtungsprogramme lassen sich im Wesentlichen drei unterschiedlichen Kategorien zuordnen:

- das Biodiversitätsmonitoring als flächendeckender Ansatz, das auf Raumklassen mit definierten Untersuchungsräumen (zufällig oder rasterbasiert) mit festen dauerhaft angelegten Messflächen und Parametern aufbaut
- ausgewählte (Dauer)Beobachtungsflächen mit einer geschichteten Auswahl der Untersuchungsräume (z.B. IÖDB, ÖUB, Baden-Württemberg)
- flexible Beobachtungsflächen, bei denen lediglich die Untersuchungsräume festgelegt, die Messflächen jedoch variabel sind (in Abhängigkeit z.B. von Schädlingsbefall).

Straten, die bei den unterschiedlichen Ansätzen zur Flächenauswahl und zur Erreichung einer Flächenrepräsentanz eingesetzt worden sind, umfassen u.a. Standortökologie, Naturräume, Befallsgebiete, Biodiversitäts-Hotspots, Hauptanbauggebiete von Kulturen, Verbreitungsgebiete potentieller Kreuzungspartner, Orographie. Ob bei dem Einsatz der Straten eine flächenproportionale Verteilung von Beobachtungspunkten in Raumklassen zu erfolgen hat, hängt ab von dem Anspruch eines Beobachtungsprogrammes (flächenhafte oder lokale Aussagen), dem gewählten methodischen Ansatz und der Wahl der Parameter.

Beim alleinigen Einsatz dauerhaft angelegter Messflächen, die durch eine Zufallsstichprobe festgelegt wurden (z. B. ÖFS), besteht die Möglichkeit, dass GVO-Anbauflächen nicht erfasst werden und so Auswirkungen nicht festgestellt werden können. Andererseits erhält man möglicherweise keine repräsentativen Daten, wenn auf einen flächendeckenden Ansatz verzichtet wird. Dies spricht dafür, a) einen dauerhaft angelegten flächendeckenden Ansatz sowie b) einen gezielten und/oder flexiblen Ansatz, bei dem paarweise Probeflächen von GVO- und nicht-GVO-beeinflussten Flächen verglichen werden, zu kombinieren. Allein letzterer Ansatz könnte kurzfristige oder sofortige Effekte erfassen und damit eine Frühwarnfunktion im GVO-Monitoring erfüllen, während eine repräsentative Dauerbeobachtung eher die Grundvariabilität (Baseline) von Parametern und langfristige sowie unerwartete Veränderungen erfasst. Kurzfristige und langfristige Effekte müssten daher mit unterschiedlichen Parametern, Methoden und Beobachtungsdesigns untersucht werden. Bei jedem zu beobachtenden Parameter ist von einer unterschiedlichen Varianz, einer unterschiedlichen räumlichen Verteilung und damit auch von einer unterschiedlichen Stichprobenzahl und –design auszugehen. Dies gilt insbesondere auch für nicht landwirtschaftlich genutzte GVOs wie etwa GV-Bäume, die bislang weniger im Fokus standen.

Wichtig ist ein systematisches Vorgehen im GVO-Monitoring. Zunächst ist zu klären, welches die Schutzgüter und die Wirkungshypothesen sind. Anschließend sind die Beobachtungsmethoden spezifisch auszuarbeiten und aus Schutzgütern/Hypothesen und vorhan-

denen Beobachtungsprogrammen in den Ländern der wichtigste Handlungsbedarf abgeleitet werden. Hierbei sollte auch eine Prioritätensetzung stattfinden, wie mit den verfügbaren Mitteln die wichtigsten Parameter erhoben werden können. Dazu wäre eine Matrix hilfreich, bei der Bedarf und vorhandene Ressourcen systematisch gegenüber gestellt werden. Hauptkriterien dabei sind u.a. die Eignung der Parameter, statistische Fundiertheit, Kosteneffizienz und die Umsetzbarkeit. Beobachtungsstandorte könnten bspw. so ausgewählt werden, dass verschiedene Beobachtungsprogramme und Parameter kombiniert werden um so eine hohe Qualität zu erreichen und gleichzeitig Kosten einzusparen. Wichtig ist es, einen Überblick zu erhalten, welche Beobachtungsprogramme im Umweltbereich auf Europäischer Ebene für das GVO-Monitoring nutzbar gemacht werden können. Dies könnte z.B. eine Aufgabe der Umweltbeobachtungskonferenz EU-EMS sein.

Die mit den Anträgen auf Inverkehrbringen eingereichten Beobachtungspläne sind bisher hinsichtlich der beobachteten Parameter, Untersuchungsmethodik und Flächenauswahl sehr unkonkret. Seitens der Zulassungsbehörden in der EU gibt es bisher keine Abstimmung, was Gegenstand des Monitoring sein soll. Für die Flächenauswahl des GVO-Monitorings sind fachliche Konzepte erforderlich. Diese müssen als Grundlage für die Beobachtungspläne und deren Genehmigung im Rahmen der Zulassung von GVO herangezogen werden.

6 Ausblick

Der Workshop „Raum- und Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring“ wurde von VeranstalterInnen und TeilnehmerInnen als erfolgreich und richtungweisend für den weiteren Diskussionsprozess im GVO-Monitoring eingeschätzt. Es wurden Ansätze, Erfahrungen und Methoden zur Flächenauswahl und Raumrepräsentanz aus bestehenden Programmen und Konzepten des Umwelt-, Agrar- und Naturschutzmonitorings vorgestellt und ihre Übertragbarkeit für das GVO-Monitoring diskutiert. Der Workshop hat in vielfältiger Hinsicht Ergebnisse für die weitere Konzeptentwicklung eines Erhebungsdesigns und die erforderliche Vernetzung der verschiedenen Programme im Bereich Natur- und Umweltbeobachtung geliefert.

Langfristig werden mit Hilfe dieser Ergebnisse erweiterte Konzepte für die Auswahl von Beobachtungsflächen für das GVO-Monitoring erstellt und in den nationalen und internationalen Diskussionsprozess eingebracht. Letztlich soll dies einerseits die Antragsteller im Rahmen der GVO-Marktzulassungen in die Möglichkeit versetzen, ihre Monitoringpläne mit einem fundierten Erhebungsdesign zu konzipieren. Andererseits ermöglicht es die Antragsteller und Genehmigungsbehörden, die erhobenen Monitoringdaten raumrepräsentativ und statistisch fundiert auswerten zu können, um somit mögliche negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt frühzeitig zu erkennen.

Anhang

Programm

Teilnehmerliste

Workshop-Programm

Montag, den 28.11.2005:

Anreise

Dienstag, den 29.11.2005:

08:30	Begrüßung und Einführung (Wiebke Züghart)
	Anforderungen an die Auswahl von Beobachtungsflächen beim GVO-Monitoring (Frank Berhorn)
	Medienübergreifende Umweltbeobachtung und GVO-Monitoring in Baden-Württemberg (Jürgen Zipperle)
	Kaffeepause
	Geodaten, Messdaten und Analyseabläufe zur Messflächenauswahl bei unterschiedlichen Skalen. Wissenschaftliche Überlegungen zur GVO-Beobachtung in Baden-Württemberg (Wilfried Schröder und Jürgen Zipperle)
	Flächenauswahl bei der Integrierenden Ökologischen Dauerbeobachtung (IÖDB) und der Ökologischen Umweltbeobachtung (ÖUB) in Brandenburg (Jutta Rademacher)
	Methodisches Schema für GVP-Monitoring auf regionaler Ebene (Frieder Graef)
12.30	Mittagessen
14.00	Methodik der Schaderreger-Befallserhebungen des Pflanzenschutzdienstes in Mecklenburg-Vorpommern (Margit Nagel)
	Monitoring möglicher Auswirkungen von gentechnisch verändertem Raps auf die natürliche Vegetation (Ludwig Peichl)
	Kaffeepause
	Raum- und Flächenauswahl in österreichischen Konzepten zum ökologischen Monitoring von GVO (Marion Dolezel)
	Aspekte des Raumbezugs bei der Erfassung faunistischer Indikatoren für das GVO-Monitoring (Angelika Hilbeck)
	Ökologische Befunde für die Flächenauswahl für ein GVO-Monitoring von Raps (Broder Breckling)
18.30	Abendessen

Mittwoch, den 30.11.2005:

08:30	Konzept für ein repräsentatives Stichprobendesign zur Erfassung der Biodiversität in Österreich (Gebhard Banko)
-------	---

	Biodiversitätsmonitoring Schweiz: Vorteile einer rasterbasierten Stichprobe (Christoph Bühler)
	Das Konzept der geschichteten Zufallsstichprobe für ein bundesweites Biodiversitätsmonitoring (Rainer Dröschmeister)
	Kaffeepause
	Einrichtung eines statistisch auswertbaren Probeflächendesigns für ein naturschutzfachliches Monitoring im Einflussbereich eines aktiven Braunkohlentagenbaus (Birgit Felinks)
	Auswahl repräsentativer Standorte für ein GVP-Pollen-Monitoring auf mesoskaliger Ebene (Martin Kuhlmann)
12:30	Mittagessen
	<i>Geführte Exkursion Insel Vilm</i>
15.00	Konzept zur Erfassung der Avifauna in Zählgebieten: Das Potenzial für räumliche Aussagen (Hermann Hötter)
	Wo, wie viel und wie oft? Probleme der Erfassung von Insekten und Spinnen für ein GVO-Monitoring. (Andreas Lang)
	Kaffeepause
	Abschlussdiskussion
18:30	Abendessen
19.30	Ggf. Fortsetzung der Abschlussdiskussion

Donnerstag, den 1.12.2005:

Abreise

Workshop-Teilnehmer und Adressen

Name	Adresse
Dr. Jutta Rademacher	Landesumweltamt Brandenburg Berliner Str. 21-25 14467 Potsdam
Dr. Angelika Hilbeck	EcoStrat GmbH Hottingerstrasse 32 CH—8032 Zürich
PD Dr. Broder Breckling	Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie Universität Bremen Leobener Strasse 28334 Bremen
Marion Dolezel	Umweltfolgenabschätzung und Biologische Sicherheit Spittelauer Laende 5 A-1090 Wien
Dr. Christoph Bühler	Hintermann & Weber AG OekoLogische Beratung Planung Forschung Hauptstrasse 52 CH-4153 Reinach BL
Margit Nagel	Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern Regionaldienst Greifswald Grimmer Str. 17 17489 Greifswald
Dr. Hermann Hötter	Michael-Otto-Institut im NABU Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz Goosstroot 1 24861 Bergenhusen
Prof. Dr. Winfried Schröder	Institut für Umweltwissenschaften (IUW), Hochschule Vechta Postfach 15533 49364 Vechta

Dr. Jürgen Zipperle	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Griesbachstr. 1 76185 Karlsruhe
Dr. Ludwig Peichl	Bayerisches Landesamt für Umwelt Referat 1.6 Medienübergreifende Umweltbeobachtung 86177 Augsburg
Dr. Andreas Lang	Bungestrasse 10 CH-4055 Basel Schweiz
Dr. Ulrike Middelhoff	Universität Kiel Ökologie-Zentrum, Zentrale Abteilung Ökosystemforschung Olshausenstr. 40 D - 24089 Kiel
Dr. Birgit Felinks	UFZ –Leipzig-Halle GmbH Department Naturschutzforschung Permoserstr. 15 04318 Leipzig
Dipl.-Ing. Martin Kuhlmann	Technische Universität München Lehrstuhl für Vegetationsökologie Am Hochanger 6 85350 Freising
Gebhard Banko	Umweltbundesamt Wien Naturschutzabteilung Spittelauer Lände 5 A-1090 Wien
Rainer Dröschmeister	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn
Frank Berhorn	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn
Dr. Frieder Graef	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn
Dr. Wiebke Züghart	Bundesamt für Naturschutz Konstantinstr. 110 53179 Bonn

