

Umwelt

Monitoringkonzept für den Anbau von transgenen Pflanzen

Olivier Sanvido, Franz Bigler, Franco Widmer und Michael Winzeler, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Franz Bigler, E-Mail: franz.bigler@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 72 35

Zusammenfassung

Abgesehen von zwei Freisetzungsversuchen in den Jahren 1991 und 1992 hat in der Schweiz bis heute keine beabsichtigte Freisetzung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) stattgefunden. Während der kommerzielle Anbau von GVP in der Europäischen Union bald Realität sein könnte, scheint dies in der Schweiz in den nächsten Jahren zwar unwahrscheinlich zu sein, kann aber für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden.

Die gesetzlichen Grundlagen der Schweiz schreiben vor, dass ein Gesuch für den Anbau von GVP von einem Überwachungsplan begleitet sein muss, mit dessen Hilfe eventuelle negative Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig erkannt werden sollen. Die Projektierung und Umsetzung eines solchen Überwachungsplans, üblicherweise GVP-Monitoringprogramm genannt, dauert einige Jahre. Die Erarbeitung konzeptioneller Grundlagen für die Durchführung eines GVP-Monitoringprogramms für die Schweiz ist deshalb dringend notwendig. Agroscope FAL Reckenholz, die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau hat vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) den Auftrag erhalten, entsprechende Grundlagen zu erarbeiten. In einer Studie wurden die spezifischen Voraussetzungen für ein GVP-Monitoring in der Schweiz analysiert und ein Konzept zur Entwicklung eines GVP-Monitoringprogramms erarbeitet.

Betrachtet man die aktuelle Diskussion zu gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) und deren Anwendung in der Landwirtschaft, so erscheint der kommerzielle Anbau in der Schweiz in den nächsten Jahren als unwahrscheinlich. Trotzdem kann er für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden, da transgene Pflanzen eines Tages für Landwirte oder KonsumentInnen und Konsumenten interessant werden könnten. Aufgrund des internationalen Warenaustausches und der offenen Grenzen wird es zudem sehr schwierig sein, eine «gentechnikfreie» schweizerische Agrarproduktion zu bewahren. Diese Situation könnte sich in naher Zukunft verschärfen, da in der Europäischen Union seit Juli 2003 die rechtlichen Grundlagen für die Zulassung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) gegeben sind (bioSicherheit 2003). Es ist auch vorstellbar, dass die Schweiz durch internationale Übereinkommen zum Beispiel mit der Welthandels-

organisation (WTO) die Freiheit verliert, den Anbau von GVP unabhängig zu regulieren, da dies ein Handelshemmnis darstellt (NZZ online 2003).

In der Schweiz ist gegenwärtig die Freisetzungsverordnung (FrSV 1999) massgebend für die Regulierung von GVO und deren Freisetzung in die Umwelt. In Zukunft wird das neue Gentechnikgesetz (GTG 2003), das im März 2003 vom schweizerischen Parlament verabschiedet wurde, den Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen im Ausserhumanbereich übergeordnet regeln. Die Freisetzungsverordnung schreibt gegenwärtig vor, dass ein Gesuch zum Anbau von GVP von einem Überwachungsplan begleitet sein muss. Mit Hilfe eines solchen Monitorings sollen mögliche negative Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig erkannt werden können. Die Konzeption

und Projektierung eines GVP-Monitoringprogramms dauert jedoch mehrere Jahre. Deshalb hat Agroscope FAL Reckenholz, die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) den Auftrag erhalten, konzeptionelle Grundlagen für ein Umweltmonitoring von GVP zu erarbeiten. Die Studie analysiert Voraussetzungen für ein GVP-Monitoring in der Schweiz und präsentiert ein Konzept und eine mögliche Struktur für die Entwicklung eines solchen Programms.

Monitoring ist keine Risikoforschung

Die Freisetzung von GVP in die Umwelt sollte nach dem Vorsorgeprinzip und stufenweise erfolgen (Abb. 1). Das Vorsorgeprinzip legitimiert die öffentliche Hand, in die Freiheitsrechte von Einzelpersonen und Unternehmen einzugreifen, um langfristig drohende, schwerwiegende oder irreversible Schäden zu vermeiden. Stufenweise bedeutet, dass eine Bewilligung für den kommerziellen Anbau einer GVP erst erteilt wird, wenn eine Risikobewertung zeigte, dass ihr Anbau keine wesentliche Gefährdung für die Umwelt darstellt. Mögliche Risiken werden dabei zuerst in einem geschlossenen System und anschliessend in kontrollierten Freisetzungsversuchen untersucht.

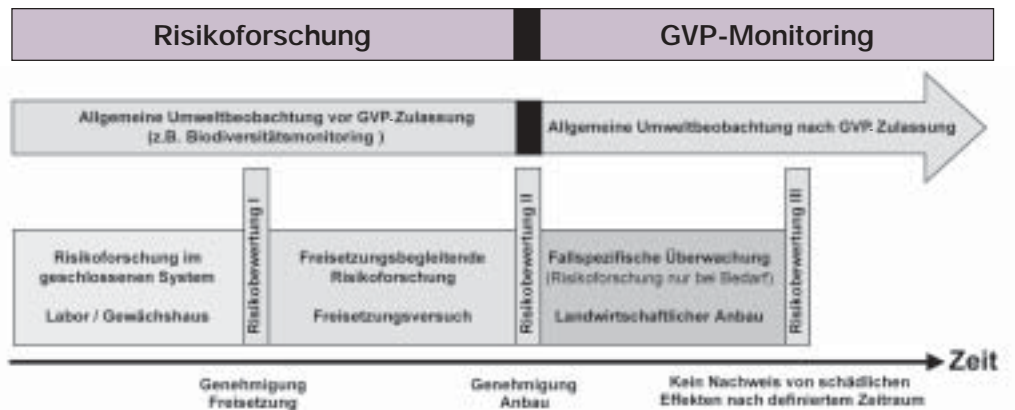
Es ist wichtig, den Begriff «Risikoforschung» klar vom Begriff «Monitoring» zu trennen, da bei-

de unterschiedliche Phasen in der Risikobewertung von GVP darstellen. In den beiden Phasen wird teilweise nach verschiedenen methodischen Ansätzen vorgegangen und Fragestellungen werden auf unterschiedlichen Stufen untersucht (Abb. 2). Die Risikoforschung versucht, vor der Anbaubewilligung möglichst viel Information über kausale Zusammenhänge zwischen GVP und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt zu erhalten (Sanvido *et al.* 2003). Das Monitoring hingegen befasst sich mit der Überwachung und Beobachtung von ökologischen Auswirkungen, die von einem kommerziellen GVP-Anbau ausgehen könnten. Die daraus gewonnenen Informationen dienen der verantwortlichen und vollziehenden Behörde, um gegebenenfalls den rechtmässigen Abbruch des Anbaus zu verfügen (Abb. 3).

Sicherheitsfragen sollten vor dem kommerziellen Anbau soweit wie möglich durch die Risikoforschung abgeklärt werden. Ein Monitoring sollte nicht noch einmal Fragen abklären, die in der Risikoforschung bereits beantwortet wurden. Betrachtet man beispielsweise das Risiko des Auskreuzens auf verwandte Arten, so untersucht die Risikoforschung gezielt, ob und wie häufig dies vorkommen kann und ob dabei gebildete Hybriden lebens- und fortpflanzungsfähig sind. Im GVP-Monitoring dagegen wird überwacht, ob es in der Umgebung der GVP-Anbaufläche zur unüblichen Ausbreitung einer verwandten Art gekommen ist, die durch die Aufnahme des veränderten Gens einen Vorteil gegenüber anderen Arten erworben haben könnte.

GVP-Monitoring: Zwei Ziele, zwei Programme

In Anlehnung an die EU-Richtlinie 2001/18/EG wird das GVP-Monitoring in zwei Programme



unterteilt, die von verschiedenen Ansätzen ausgehen:

■ Mit Hilfe der fallspezifischen Überwachung soll die in der Risikobewertung ermittelte Unbedenklichkeit der GVP an verschiedenen Anbaustandorten und unter unterschiedlichen Bedingungen namentlich bezüglich Boden, Klima, Flora und Fauna gezielt überwacht werden (Tab. 1). Die fallspezifische Überwachung bezieht sich stets auf den Anbau einer bestimmten GV-Sorte. Man kennt mögliche Risiken der jeweiligen Pflanze und / oder ihrer gentechnisch veränderten Eigenschaft sowie den Anbaustandort und kann Erkenntnisse aus der Risikoforschung berücksichtigen. Für jedes potenzielle Risiko wird ein messbarer Indikator definiert, der schädliche

Auswirkungen anzeigen kann. Durch die Erhebung solcher Indikatoren wird gezielt untersucht, ob nicht tolerierbare Auswirkungen festgestellt werden können, die den Abbruch dieses GVP-Anbaus erfordern. Um die erhaltenen Daten objektiv bewerten zu können, sollte man das Anbausystem mit GVP zeitlich parallel mit der gängigen Anbaupraxis ohne GVP vergleichen, um so spezifische Auswirkungen des GVP-Anbaus zu erkennen. Zu beachten ist auch, dass eine Reihe weiterer Umwelteinflüsse, wie beispielsweise das Klima, eine entscheidende Rolle spielen.

■ Mit der allgemeinen Umweltbeobachtung sollen schädliche Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig erkannt werden, die in der Risikobewertung nicht vor-

Abb. 1. Stufenweises Vorgehen bei der ökologischen Sicherheitsabklärung einer zum Anbau vorgesehene gentechnisch veränderte Pflanze (GVP). Risikoforschung und GVP-Monitoring bilden zwei unterschiedliche Phasen bei der Untersuchung möglicher ökologischer Auswirkungen einer GVP.

Abb. 2. Unterschiedliche Fragestellungen von Risikoforschung und GVP-Monitoring. Am Beispiel «Auskreuzen auf verwandte Wildarten» wurden mögliche Effekte in vier Stufen unterteilt, wobei die nachfolgende Stufe jeweils von der vorhergehenden abhängig ist.

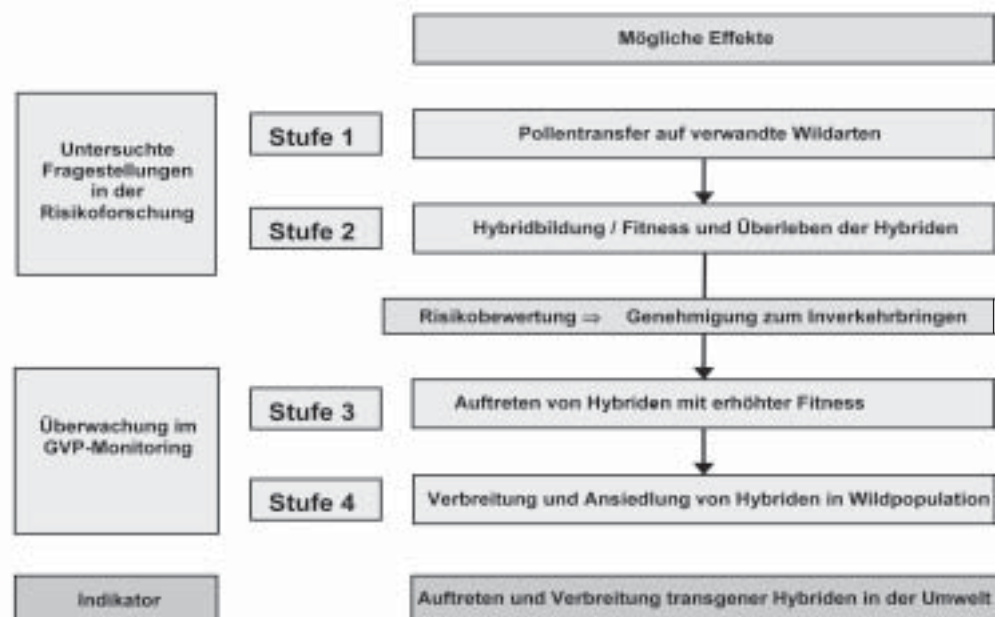




Abb. 3. Das GVP-Monitoring befasst sich mit der Überwachung möglicher Auswirkungen, die beim Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) in grösseren Räumen auftreten könnten. (Foto: Gabriela Brändle, FAL)

ausgesehen werden könnten. Da nicht von definierten Risiken oder einer bestimmten GV-Sorte ausgegangen werden kann, muss sich die allgemeine Umweltbeobachtung auf die zu schützenden Umweltgüter Boden, Wasser, Luft und Biodiversität abstützen (Tab. 2). Es müssen Schäden definiert werden, die in diesen Schutzgütern nicht tole-

riert werden können. Umweltindikatoren, die im Rahmen bestehender Beobachtungsprogramme erhoben werden, sollen helfen, ein möglichst realistisches Bild der Umweltsituation in einem grösseren Beobachtungsraum zu gewinnen. Treten nach längerer Zeit ökologische Veränderungen in den Schutzgütern auf, sollte mit Hilfe des vorhandenen ökologischen Wissens beurteilt werden können, ob sich diese von den zu erwartenden Schwankungen abheben, also einen Schaden darstellen.

Ausserdem ist auch vorstellbar, dass Landwirte, landwirtschaftliche Berater oder beispielsweise Jagd-, Fischerei- oder Imkerverbände ungewöhnliche Beobachtungen melden. Denkbar wäre zum Beispiel das vermehrte Auftreten eines bestimmten

Schaderregers oder auffällig hohe Sterberaten bei Bienenvölkern. Solche Beobachtungen und Messungen lassen sich jedoch in keinen direkten Zusammenhang zum Anbau von GVP stellen, da viele andere Faktoren für Umweltveränderungen verantwortlich sein können. Der Zusammenhang mit dem GVP-Anbau müsste zuerst mit Hilfe gezielter Untersuchungen nachgewiesen werden. Erst wenn ein solcher Zusammenhang wahrscheinlich ist, kann die verantwortliche und vollziehende Behörde den rechtmässigen Abbruch des Anbaus verfügen.

Strukturierte Entwicklung des Monitorings

Viele Monitoringprogramme stehen vor dem Problem, nur eine beschränkte Aussagekraft zu haben, da vor Beginn des Monitorings kein klares Konzept erarbeitet wurde (Vos *et al.* 2000). Unsere Studie soll einen möglichst klar strukturierten Rahmen für eine Konzepterarbeitung geben. Wir schlagen vor, das GVP-Monitoringprogramm in sechs Schritten zu entwickeln (Tab. 3):

1. Definition des Monitorings:

In einem ersten Schritt muss definiert werden, welche allgemeinen Ziele mit Hilfe des Monitorings erreicht werden sollen. Die Qualität der mit Hilfe des Monitorings erhaltenen Aussagen hängt primär von der Umsetzbarkeit dieser Ziele ab. Da allgemeine Zielsetzungen oft nicht messbar sind, müssen diese für die konkrete Umsetzung zu einem späteren Zeitpunkt (Schritt 3) spezifiziert werden.

2. Voraussetzungen für die Durchführung eines GVP-Monitorings: Bevor das GVP-Monitoringprogramm umgesetzt werden kann, müssen gesellschaftliche und methodische Voraussetzungen erfüllt sein. Einerseits sollte sich die Gesell-

Tab. 1. Konzeptioneller Ansatz für die fallspezifische Überwachung des Anbaus einer bestimmten gentechnisch veränderten Pflanze (GVP). Der Ansatz basiert auf den spezifischen Risiken der GVP.

Schritt	Beschreibung	Beispiel
1	Definition von Risiken basierend auf der GVP, Anbaustandort und Risikoforschung	Auskreuzen von transgenen Sequenzen durch Pollenflug auf verwandte Arten
2	Eingrenzen von relevanten Schutzgütern und Schutzziele	Verwandte Arten in der Umgebung der Anbaufläche
3	Definition möglicher Auswirkungen - Formulierung konkrete Fragestellung	Treten transgene Hybriden auf und breiten sich diese aus?
4	Messung spezifischer Indikatoren und Parameter	Anteil transgener Hybriden in Populationen einer bestimmten verwandten Art
5	Bestätigung oder Verwerfen der Hypothese	Entscheid Weiterführung GVP-Anbau

Tab. 2. Konzeptioneller Ansatz für die allgemeine Umweltbeobachtung auf der Basis von Schutzgütern, die durch den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) nicht beeinträchtigt werden dürfen.

Schritt	Beschreibung	Beispiel
1	Definition von Schutzgütern und Schutzziele	Erhalt der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft
2	Definition schädlicher Auswirkungen im ausgewählten Schutzgut	Verdrängen einer Pflanzenart
3	Erhebung von allgemeinen Umweltindikatoren	Artenvielfalt der Blütenpflanzen auf Magerwiesen im schweizerischen Mittelland
4	Feststellen von Veränderungen	Relevante Abnahme der Artenvielfalt von Blütenpflanzen
5	Herstellung des Zusammenhangs zum GVP-Anbau durch gezielte Untersuchungen	--

schaft auf Schutzgüter einigen, die durch den Anbau von GVP nicht beeinträchtigt werden dürfen. Andererseits sollte weitgehend klar sein, welche Veränderungen dieser Schutzgüter als ökologischer Schaden einzustufen sind. Naturwissenschaftliche Methoden können zwar ökologische Veränderungen aufzeigen, deren Bewertung muss jedoch auf einem gesellschaftlichen Konsens basieren. Dieser Konsens sollte sich von wissenschaftlichen, sozialen, ethischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten ableiten. Eine unabhängige, repräsentative Wertungskommission sollte eingesetzt werden, um maximal tolerierbare Veränderungen der Schutzgüter zu definieren.

Eine Reihe organisatorischer und methodischer Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit das GVP-Monitoring aussagekräftige Ergebnisse liefern kann:

a) Relevante Veränderungen können vom «Hintergrundrauschen» zufälliger Schwankungen überlagert werden. Mit der Aufnahme statistisch abgesicherter Daten, das heisst vielfach mit einer grossen Anzahl gezielter Stichproben, kann es gelingen, signifikante von zufälligen Schwankungen zu unterscheiden.

b) Da umweltrelevante Einflüsse vom Standort abhängig sind, müssen geographische Räume definiert werden, welche die Standorte nach dem Grad der Ähnlichkeit bezüglich Vegetation, Boden, Höhe und Klima zusammenfassen.

c) Für den Vergleich von Daten von verschiedenen Anbaustandorten und von verschiedenen Erhebungsreihen sind standardisierte Mess- und Erhebungsmethoden notwendig.

d) Für die Organisation der fall-spezifischen Überwachung sind

Tab. 3. Mögliche Struktur für die Entwicklung eines GVP Monitoringprogramms in der Schweiz (abgeändert nach Vos *et al.* 2000)

Schritt ¹	Prozess
1	Definition des GVP-Monitorings Definition des Auftrags und der allgemeinen Zielsetzung
2	a) Erfüllung der Voraussetzungen zur Durchführung des GVP-Monitoringprogramms Gesellschaftlich: Definition von Schutzgütern und Schutzziele sowie von Bewertungs-massstäben für den GVP-Anbau, Definition welche Auswirkungen als ökologischer Schaden betrachtet werden b) Methodisch: Statistisch abgesicherte Datenaufnahme, ökologische Raumgliederung, standardisierte Methodik, Anbauregister
3	Definition der Auswirkungen, die durch das GVP-Monitoring überwacht werden sollen Definition von spezifischen und messbaren Zielen
4	Auswahl der Indikatoren
5	Organisation des GVP-Monitoringprogramms (Machbarkeitsstudien für jeden Indikator) Methodik, Festlegung der Verantwortlichkeiten und der durchführenden Institutionen, Aufgabenverteilung, Abklärung von Synergien, Datenmanagement, Finanzierung, festlegen des Ablaufs des GVP-Monitoringprogramms
6	Erarbeitung der Stichprobenpläne Parameter, Räume, Zeitrahmen, Häufigkeit, Probemenge, Statistik
7	Datenerhebung
8	Datenverarbeitung Auswertung, Analyse, Interpretation und Entscheid
9	Regelmässige Überprüfung des GVP-Monitoringprogramms Qualitätskontrolle der Stichprobenpläne und des gesamten GVP-Monitoringprogramms

¹Schritte 1 – 6: Projektphase, Schritte 7 – 9: operationelles Programm

Kenntnisse über die räumliche Anordnung der GVP-Anbauflächen erforderlich. Möglichst präzise Angaben könnten in einem zentral organisierten Anbauregister erfasst und genutzt werden.

3. Definition der Auswirkungen, die durch das Monitoring überwacht oder beobachtet werden sollen:

Die zuständige Behörde sollte bei der Bewilligung jeder GV-Sorte festlegen, welche Auswirkungen während des Anbaus dieser Sorte durch eine fallspezifischen Überwachung erfasst werden müssen. Dabei sollte sie sich an der vorangegangenen Risikobewertung für das Inverkehrbringen orientieren. Bei einer fallspezifischen Überwachung sollten mögliche Auswirkungen auf die Biodiversität, den Boden, das Wasser und die Luft erfasst werden, da fallspezifische Indikatoren für all diese Schutzgüter sinnvoll sein können. Eine fallspezifische Überwachung sollte nur dort durchgeführt werden, wo Auswirkungen auf-

grund der Eigenschaften der Kulturpflanze und / oder ihrer gentechnischen Veränderung möglich sind. Bei der allgemeinen Umweltbeobachtung könnte man sich auf die Beobachtung der Biodiversität konzentrieren, da Auswirkungen in diesem Bereich am plausibelsten sind.

In dieser Phase müssen auch spezifisch messbare Ziele formuliert werden. Basierend auf dem im Voraus ermittelten gesellschaftlichen Konsens, muss innerhalb der betroffenen Schutzgüter das Ausmass der tolerierbaren Auswirkungen vorgegeben werden (Heitzer 2000, Marti *et al.* 2000). Die spezifische Zielformulierung für die fallspezifische Überwachung einer bestimmten GV-Sorte wird durch die möglichen Auswirkungen und die möglicherweise beeinträchtigten Schutzgüter vorgegeben (Tab. 4).

4. Auswahl der Indikatoren:
Nachdem definiert wurde, wel-

Abb. 4. Das Artenspektrum von Tagfaltern auf Ökoflächen könnte ein Indikator für die Biodiversität der Insekten in der Agrarlandschaft sein. (Foto: Mario Waldburger, FAL)



che Auswirkungen überwacht werden sollen, müssen Indikatoren festgelegt werden, die geeignet sind, Informationen zu diesen Auswirkungen zu liefern. Mit Hilfe von Indikatoren soll der Zustand eines komplexen Systems abgeschätzt werden. Ein Indikator lässt sich durch die Erhebung von untergeordneten Parametern bestimmen. So könnte beispielsweise das Artenspektrum von Tagfaltern auf Ökoflächen ein Indikator für die Biodiversität der Insekten in der Agrarlandschaft sein (Abb. 4). Die Erhebung der einzelnen Tagfalterarten und deren Dichte zu unterschiedlichen Jahreszeiten wären dabei einzelne Parameter für den Indikator Tagfalter-Artenspektrum. Bei der fall-spezifischen Überwachung beziehen sich die Indikatoren auf

die zu untersuchenden Auswirkungen. Für die allgemeine Umweltbeobachtung hingegen gibt es keine Indikatoren, die spezifisch Auswirkungen von GVP auf die Umwelt erfassen könnten. Die allgemeine Umweltbeobachtung von GVP wird sich aus Effizienzgründen auf bereits bestehende Umweltbeobachtungsprogramme beschränken müssen, die allenfalls an den Faktor GVP-Anbau angepasst wurden. Als Basis für eine allgemeine GVP-Umweltbeobachtung könnte sich beispielsweise das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) eignen (Hintermann *et al.* 2002).

5. Organisation eines GVP-Monitoringprogramms: Sobald konkrete und in einem fachlichen Konsens erarbeitete Indi-

katoren definiert sind, kann im nächsten Schritt die Organisation des GVP-Monitorings angegangen werden. Für jeden Indikator muss eine Machbarkeitsstudie detailliert aufzeigen, wie und durch wen die Erhebung des Indikators umgesetzt werden kann. Dabei müssen Verantwortlichkeiten und Kompetenzen von der Datenaufnahme über die Datenauswertung bis zum darauffolgenden Entscheidungsprozess definiert werden. Die detaillierte Finanzierung des GVP-Monitoringprogramms sollte festgelegt und mögliche Synergien zwischen verschiedenen Monitoringprogrammen bestimmt und genutzt werden.

6. Erarbeitung der Stichprobenpläne: Das GVP-Monitoringprogramm muss so weit organisiert sein, dass bei der Zulassung der ersten GV-Sorte mit der Datenerhebung begonnen werden kann. Für jeden der ausgewählten Indikatoren ist Folgendes zu bestimmen: die zu erhebenden Parameter, die zu verwendende Methodik, die Häufigkeit der Probenahmen, die Menge der Proben, die zu überwachenden Räume und der Zeitrahmen des Monitorings.

Die nächsten Schritte

Die Entwicklung eines GVP-Monitorings lässt sich in eine Konzept-, eine Projekt- und eine operationelle Phase unterteilen. In unserer Studie schlagen wir vor, bereits für die Konzeptphase eine Projektoberleitung einzusetzen, die für die strategische Leitung verantwortlich ist. Zusätzlich sollte eine Projektleitung bestimmt werden, die für die Organisation und das Management des Projekts verantwortlich ist. Der Kostenrahmen des GVP-Monitorings sollte in jedem Fall schon während der Konzeptphase abgeschätzt und die zur Verfügung stehenden Mittel für die verschiedenen Phasen bestimmt werden. Um-

Tab. 4. Kriterien, welche bei der Formulierung von spezifisch messbaren Zielen berücksichtigt werden müssen (abgeändert nach Heitzer 2000 und Marti *et al.* 2000). Das aufgeführte Beispiel bezieht sich auf die fallspezifische Überwachung des Auskreuzens auf verwandte Wildarten.

Kriterium	Zu beantwortende Frage	Beispiel
Zielobjekt	Was soll überwacht / beobachtet werden?	Alle in der Schweiz vorkommenden verwandten Wildarten einer bestimmten Kulturpflanze
Eigenschaft	Welche Qualität soll erhalten werden?	Genetische Integrität der Wildarten (transgenfreier Genotyp)
Ausmass	Wie stark darf die Qualität beeinträchtigt werden?	Maximal 2% transgene Hybride in der Gesamtpopulation einer verwandten Wildart
Raumbezug	Wo soll die Qualität nicht beeinträchtigt werden?	Im schweizerischen Mittelland
Zeitbezug	Wie lange soll die Qualität nicht beeinträchtigt werden?	Keine Überschreitung der 2%-Grenze innerhalb der nächsten fünf Jahre

welt-Monitoringprogramme sind nicht billig. Betrachtet man die Kosten von bereits laufenden Programmen, ist auch für ein GVP-Monitoringprogramm mit erheblichen Kosten zu rechnen.

Das hier vorgeschlagene Vorgehen sollte mit involvierten Kreisen diskutiert werden, um einen breit abgestützten Konsens bezüglich der Konzeption, des Inhalts und der Ziele eines GVP-Monitorings in der Schweiz zu erreichen. Nur mit einer breit abgestützten Vorgehensweise kann ein GVP-Monitoringprogramm entwickelt werden, das eine hohe Aussagekraft hat und eine breite Akzeptanz erreicht.

Literatur

■ bioSicherheit, 2003. Einigung bei GVO-Kennzeichnung. Projektverbund Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicher-

heitsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). 2. Juli 2003, www.biosicherheit.de.

■ FrSV, 1999. Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung). SR 814.911, Systematische Sammlung des Bundesrechts, Bern, 32 S.

■ GTG, 2003. Bundesgesetz über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (Gentechnikgesetz, Entwurf). Bundesblatt, Bern, 14 S.

■ Heitzer A., 2000. Strategien und Konzepte der Erfolgskontrolle. In: Erfolgskontrolle von Umweltmassnahmen - Perspektiven für ein integratives Umweltmanagement, Ed. Scholz R.W. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. S. 27 - 43.

■ Hintermann U., Weber D., Zanger A. und Schmill J., 2002. Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM - Zwischenbericht. Schriftenreihe Umwelt, Nr. 342, Bundesamt für Umwelt,

Wald und Landschaft, Bern, 88 S.

■ Marti F., Maurer R. und Stapfer A., 2000. Erfolgskontrollen von Naturschutzmassnahmen. In: Erfolgskontrolle von Umweltmassnahmen - Perspektiven für ein integratives Umweltmanagement, Ed. Scholz R.W. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. S. 65 - 91.

■ NZZ online, 2003. USA verklagen die EU wegen Gentech-Zulassungsstopp. Neue Zürcher Zeitung, NZZ online, 18. August 2003. www.nzz.ch

■ Sanvido O., Bigler F., Widmer F. und Winzeler M., 2003. Erforschung der ökologischen Risiken transgener Pflanzen. *Agrarforschung* 10 (5) 176 - 181.

■ Vos P., Meelis E. und Ter Keurs W.J., 2000. A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management. *Environmental Monitoring and Assessments* 61, 317 - 344.

RÉSUMÉ

Concept pour un programme de surveillance des plantes transgéniques en Suisse

A part deux essais en plein champ en 1991 et 1992, aucune plante génétiquement modifiée (PGM) n'a été disséminée jusqu'à présent volontairement en Suisse. Alors que la culture commerciale de PGM dans l'Union européenne pourrait bientôt devenir réalité, elle semble plutôt invraisemblable en Suisse dans les prochaines années. Malgré cela, la culture de PGM en Suisse ne peut pas être exclue complètement, car un jour certaines plantes transgéniques pourraient devenir intéressantes pour les agriculteurs ou les consommateurs.

La législation suisse exige que la culture de PGM soit surveillée afin que des effets adverses sur l'environnement puissent être détectés. Comme la mise en oeuvre d'un programme de surveillance peut durer quelques années, l'élaboration des bases nécessaires est assez urgente. Dans ce contexte, Agroscope FAL Reckenholz, la Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture, a reçu de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) un mandat pour élaborer ces bases. Dans notre étude, les nécessités scientifiques et méthodologiques d'un programme de surveillance de PGM en Suisse ont été analysées, et nous proposons un cadre qui peut être utilisé pour développer un tel programme.

SUMMARY

Environmental Monitoring of Genetically Modified Plants in Switzerland: Development of a Conceptual Framework

Besides two field trials in 1991 and 1992, no deliberate releases of genetically modified plants (GMP) have yet been conducted in Switzerland. The use of GM crops in Swiss agriculture is discussed controversially and in contrast to the European Union, commercial cultivation seems unlikely in the near future. Nevertheless, cultivation can not be excluded for the future as novel transgenic crops and their genetic modifications might be of interest to farmers or consumers. Swiss legislation stipulates that cultivation of GM crops must be accompanied by an environmental monitoring programme, which enables for the detection of potential adverse ecological effects of GMPs. Planning and implementation of such a GMP monitoring programme may take several years and therefore the development of a conceptual framework should be initiated as early as possible. Agroscope FAL Reckenholz, the Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, was assigned by the Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL) to analyse the requirements for developing a GMP monitoring programme in Switzerland. In our study we propose a framework, which can be used to develop such a GMP monitoring programme.

Key words: genetically modified plants, ecological monitoring, deliberate release, commercial cultivation