



ÖSTERREICHISCHE
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN



INSTITUT FÜR
TECHNIKFOLGEN
ABSCHÄTZUNG


Umweltbundesamt

Ökologische Effekte von Nutzpflanzen- Grundlagen für die Beurteilung transgener Pflanzen?

Helge Torgersen

Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse aus einem gemeinsamen Projekt des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf, Bereich Lebenswissenschaften, des Österreichischen Ökologie Instituts für angewandte Umweltforschung und des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Auftrag des Umweltbundesamtes

MONOGRAPHIEN
BAND 74

Wien, März 1996



Bundesministerium für Umwelt

Projektleitung: Helmut Gaugitsch (Umweltbundesamt)

Titelfotos: Maisfeld, Robinienblüte, Weizenfelder (K. Farasin)

Diese Publikation basiert auf Zwischenberichten des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf (SOJA & SOJA, 1995), des Österreichischen Ökologie-Institutes (JANSSEN et al., 1995) und auf einem Gutachten von GEBUREK (1995), die in der Reihe „Berichte“ des Umweltbundesamtes unter den im Kapitel 4 „Literatur“ zitierten Titeln veröffentlicht wurden.

Das vorliegende Werk erscheint auch in englischer Fassung als Monographie des Umweltbundesamtes, Band Nr. 75 unter dem Titel „Ecological Impacts of Traditional Crop Plants - A Basis for the Assessment of Transgenic Plants?“, ISBN 3-85457-283-2.

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5

Druck: Riegelnik, 1080 Wien

© Umweltbundesamt, März 1996

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-282-4

Vorbemerkung

Diese Arbeit stellt einen Versuch dar, das „Prinzip der Vertrautheit“, das in der englischsprachigen Literatur unter dem Begriff „Concept of Familiarity“ bekannt ist (OECD, 1993 a), beim Wort zu nehmen und anhand von Kriterien, die bei der Risikoabschätzung nach der EU-Richtlinie 94/15/EG (Kommission der EU, 1994 a) an transgene Pflanzen angelegt werden, ökologische Effekte von herkömmlich gezüchteten Nutzpflanzen (nachträglich) abzuschätzen.

Die Arbeit will keine grundsätzlich neue Art der Risikoabschätzung für transgene Pflanzen vorschlagen oder den gegenwärtigen Stand in der diesbezüglichen Diskussion ausführlich wiedergeben - zahlreiche Bücher und Fachartikel geben darüber Auskunft (etwa Brauer et al., 1995; Verrips, 1995; Medley und McCammon, 1995; Jones, 1994; Rissler und Mellon, 1993, für Österreich: Torgersen et al., 1993). Es ist auch nicht ihr Ziel, einen Überblick über die unterschiedlichen Sichtweisen und Standpunkte zu geben, die innerhalb der EU oder innerhalb einzelner Länder von Behörden und Wissenschaftlern hierzu eingenommen werden (Levidow et al., in Vorb.; Kommission der EU, 1994 b; Gloede et al., 1993) oder einen Beitrag zur Diskussion über generelle Risiken transgener Pflanzen im Vergleich zu herkömmlich gezüchteten (Weber, 1994) zu liefern.

Die vorliegende Zusammenfassung beruht in weiten Teilen auf den Arbeiten des Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf (Soja und Soja, 1995 a und b) und des österreichischen Ökologie-Instituts für angewandte Umweltforschung (Janssen et al., 1995 a und b) sowie der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn (Geburek, 1995) im Rahmen des Projekts „Analyse ökologischer Auswirkungen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und eingeführter standortfremder Arten als Basis für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen“ im Auftrag des Umweltbundesamtes. Für ein genaueres Verständnis wird daher auf die zitierten Berichte und Kommentare verwiesen, die Referenzen und Zusammenfassungen des gegenwärtigen Wissensstandes über die ökologischen Effekte aus dem Anbau von einigen verbreiteten Nutzpflanzen geben, soweit sich diese auf bestimmte Merkmale beziehen.¹

Für zahlreiche Diskussionen, Anregungen, Vorschläge und Kritik bin ich - neben vielen anderen in- und ausländischen Fachleuten, die u.a. im Rahmen von Workshops ihre Expertise einbrachten - Helmut Gaugitsch, Thomas Geburek, Ines Janssen und Gerhard Soja zu großem Dank verpflichtet.

¹ Sie sind über das österreichische Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1010 Wien zu beziehen.



Zusammenfassung

Die Risikoabschätzung transgener, d.h. gentechnisch veränderter Pflanzen anhand der EU-RL 94/15/EG hat die Überprüfung zum Ziel, ob Risiken als Folge des Auftretens unerwünschter Effekte bestehen. Für diese Abschätzung soll es nicht auf die Art der Herstellung, sondern auf die *Eigenschaften* des jeweiligen Organismus ankommen; sie setzt daher voraus, daß es möglich ist, von bestimmten Eigenschaften einer Pflanze auf ihr Verhalten zu schließen. Um diese Annahme zu überprüfen, wurde erhoben, was über ökologische Effekte, wie sie u.a. Gegenstand der Risikoabschätzung für transgene Pflanzen sind, aus dem Anbau von elf konventionellen (nicht transgenen) Nutzpflanzen bekannt ist. Dabei wurden von vornherein keine Einschränkungen bezüglich der Art der Effekte vorgenommen. Anhand dreier Beispiele wurden die Kriterien in Anhang II B der EU-RL 94/15/EG daraufhin untersucht, ob sie die erhobenen Effekte erfassen können.

Es zeigte sich, daß es kaum möglich ist, von Eigenschaften direkt auf Effekte zu schließen. Ein (eingeschränkter) Zusammenhang ist in einigen Fällen erkennbar, wenn Zeit und Fläche überblickbar und die Pflanze genau bekannt ist. Eine sinnvolle Risikoabschätzung für langlebige und genetisch heterogene Pflanzen (etwa für Waldbäume) erscheint daher wenig aussichtsreich. In der Landwirtschaft wiederum haben bestimmte Praktiken wesentlichen Einfluß auf ökologische Effekte, die - wegen des geringeren Zeithorizontes - eher erkennbar sind; langfristige Auswirkungen sind aber kaum abzuschätzen. Unerwünschte Auswirkungen, die mit bestimmten Eigenschaften in Verbindung gebracht werden konnten, stehen oft in Zusammenhang mit einer geringeren Angepaßtheit an hiesige Umweltbedingungen (z.B. an das Klima), sie finden im Rahmen einer herkömmlichen Risikoabschätzung aber meist weniger Beachtung. Die Ergebnisse des vorliegenden Projekts legen nahe, einige Prämissen, auf denen die derzeitige Beurteilung transgener Pflanzen beruhen, zu hinterfragen:

- Schlüsse von phänotypischen Eigenschaften auf zu erwartende Effekte sind häufig nicht mit ausreichender Sicherheit möglich - dies ist aber eine Voraussetzung für die derzeit praktizierte Art der Risikoabschätzung.
- Das „Prinzip der Vertrautheit“ - von der OECD propagiert - erscheint für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen deswegen wenig hilfreich, weil über ökologische Effekte aus dem Anbau herkömmlicher Nutzpflanzen, die sich auf bestimmte Eigenschaften zurückführen lassen und damit einer Risikoabschätzung zugänglich wären, bisher zuwenig bekannt ist, als daß sichere Aussagen möglich wären.
- Auch das „exotic species“-Modell leistet keine wesentliche Hilfe bei der Abschätzung, da dessen generelle Übertragbarkeit auf gentechnisch veränderte Organismen zweifelhaft und eine prognostische Aussage im Einzelfall kaum möglich ist. Das Modell trifft vielmehr Aussagen auf statistischer Basis über mittel- und langfristige Effekte durch eingeführte Arten.
- Die Signifikanz der Parameter Gentransfer und Verwilderungstendenz ist in der Praxis wesentlich geringer als ihre Bedeutung bei der Risikoabschätzung, wo sie bisher im Mittelpunkt standen.
- Ökologische Effekte, die große praktische Bedeutung haben, werden hingegen bei der Risikoabschätzung nicht berücksichtigt, weil sie die landwirtschaftliche Praxis betreffen. Der Grund liegt darin, daß der Schluß von Pflanzeigenschaften auf Auswirkungen bereits bei einfacheren Sachverhalten problematisch ist und Zusammenhänge zwischen bestimmten Pflanzeigenschaften, der landwirtschaftlichen Praxis und ökologischen Effek-

ten noch schwieriger herzustellen sind. Angaben zur Praxis sind außerdem schwer überprüfbar.

- Die Eingrenzung der Risikoabschätzung auf Auswirkungen für „natürliche Ökosysteme“ - unter Ausschluß von solchen, die landwirtschaftlich genutzt werden - führt zu einer radikalen Beschränkung des Schutzzumfangs, zumal nicht klar ist, was unter diesen Begriff fällt.
- Es ist außerdem im höchsten Maße inkonsistent, ausschließlich transgene Pflanzen zu betrachten, wenn Einigkeit besteht, daß es für ein allfälliges Risiko ausschließlich auf die phänotypischen Eigenschaften ankommt und nicht auf die Technik der Züchtung.

Diese Befunde lassen die Ausgangsposition für die Risikoabschätzung bei neuen Pflanzen generell - und daher auch bei transgenen - ungünstig erscheinen. Insgesamt erweist sich die derzeitige Risikoabschätzung als eine Umweltschutzmaßnahme, die mit dem Vorsorgeprinzip begründet wird, angesichts der rasanten Neuerungen in der Züchtung aber überfordert ist. Vor diesem Hintergrund werden folgende Lösungen vorgeschlagen:

Langfristig wäre die Einführung „ökologischer“ Zuchtziele im Sinne eines vorsorgenden und umfassenden Umweltschutzes eine zu erwägende Alternative. Allerdings müßten solche Ziele eindeutig definiert werden, da der Begriffsinhalt unklar und Gegenstand unterschiedlicher Auffassungen ist. Dennoch wären damit konsistentere Regelungen möglich, die transgene Pflanzen nicht benachteiligen und Marktkräfte prinzipiell für die Umsetzung nutzbar machen.

Kurz- bis mittelfristig könnten die festgestellten Mängel vermindert werden, indem - trotz der damit verbundenen Schwierigkeiten - der Einfluß auf die landwirtschaftliche Praxis mit einbezogen und (als Übergangslösung) der Text des Anhangs II B der EU-Richtlinie 94/15/EG in folgender Weise verändert würde:

Abschnitt B

3. b) Einfluß der abiotischen Umwelt auf die Überlebensfähigkeit (Temperaturansprüche, Wasseransprüche, Bodenansprüche, Nährstoffansprüche, Streßtoleranzen).
3. c) (neue Frage): Genetische Homogenität, genetisches Anpassungspotential.
5. b) (neue Frage): Art der Nutzung und des Anbaus.
6. Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Unterschiede zwischen natürlichem Lebensraum und geplantem Anbauggebiet, Informationen über natürliche Epiphyten, Krankheiten und Schädlinge, Konkurrenten und Symbionten.
7. Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Angaben über bekannte Wechselwirkungen mit der biotischen und abiotischen Umwelt im bisherigen Anbauggebiet; mögliche Veränderungen dieser Wechselwirkungen im geplanten Anbauggebiet, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Mensch, Tier und andere Organismen.

Abschnitt D

9. Ergeben sich geänderte Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt?

9. a) (neue Frage): Erlaubt, begünstigt oder erfordert die genetische Veränderung Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugebietes?

Abschnitt H

4. Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von geänderten Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt.
5. (neue Frage): Mögliche Umweltauswirkungen aus einer aufgrund der neuen Eigenschaften veränderten landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugebietes.

Zur Umsetzung der Vorschläge könnte eine Liste von unerwünschten pflanzenbaulichen Praktiken erstellt werden, anhand derer abgeschätzt werden kann, ob eine neu eingeführte Eigenschaft eine oder mehrere dieser fördern oder hintanhaltend sein kann. Die Überwachung allfälliger Auflagen wäre eine Aufgabe des Monitoring, das bestehende Institutionen, Beratungsstellen und Firmen integrieren könnte.



INHALT

1 EINLEITUNG.....	1
1.1 AUSGANGSPUNKTE.....	1
1.2 AUFGABENSTELLUNG.....	5
1.3 ZUR STUDIE.....	7
1.3.1 Vorgangsweise.....	7
1.3.2 Auswahl der Beispiele.....	7
2 RESULTATE.....	10
2.1 RECHERCHE.....	10
2.1.1 Zehn Nutzpflanzen.....	10
2.1.1.1 Apfel.....	10
2.1.1.2 Karotte.....	11
2.1.1.3 Kartoffel.....	12
2.1.1.4 Knautgras.....	12
2.1.1.5 Mais.....	13
2.1.1.6 Raps.....	14
2.1.1.7 Robinie.....	15
2.1.1.8 Sonnenblume.....	16
2.1.1.9 Topinambur.....	17
2.1.1.10 Weizen.....	18
2.1.1.11 Zusatzgutachten: Fichte.....	19
2.1.2 Zusammenfassungen der Ergebnisse.....	20
2.1.2.1 ÖÖI: Rahmenbedingungen als Ursache für Effekte.....	20
2.1.2.2 ÖFZS: Beziehungen zwischen Eigenschaften und Effekten.....	21
2.1.3 Kommentare.....	23
2.2 ERGEBNISSE DER ABSCHÄTZUNG NACH DER EU-RL 94/15/EG.....	25
2.2.1 Weizen.....	26
2.2.1.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG.....	26
2.2.1.2 Vorschläge.....	28
2.2.2 Mais.....	29
2.2.2.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG.....	29
2.2.2.2 Vorschläge.....	31
2.2.3 Robinie.....	31
2.2.3.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG.....	32
2.2.3.2 Vorschläge.....	33
3 SCHLUßFOLGERUNGEN.....	35
3.1 BEZUG ZU PRINZIPIEN DER RISIKOABSCHÄTZUNG.....	35
3.1.1 Die Abschätzung ökologischer Auswirkungen.....	35
3.1.2 Das Konzept der Vertrautheit.....	36
3.1.3 Das „exotic species“-Modell.....	37
3.1.4 Die Relevanz von Gentransfer und Verwilderung.....	38
3.1.4.1 Stellenwert bei der Risikoabschätzung und praktische Bedeutung.....	38

3.1.4.2 Zeithorizont	39
3.1.4.3 Beeinflussung von Gentransfer und Verwilderung durch die Umwelt	40
3.1.4.4 Beschränkung auf „natürliche Ökosysteme“	41
3.1.5 Alternativen	41
3.1.5.1 Kriterium der ökologischen Relevanz - ungeachtet der Ursache der Effekte	42
3.1.5.2 Beschränkung auf Artenverdrängung in natürlichen Ökosystemen	43
3.2 VORSCHLÄGE	44
3.2.1 Einbeziehen ökologischer Ziele in die Saatgutzüchtung.....	44
3.2.2 Einführung zusätzlicher Fragen zur landwirtschaftlichen Praxis	45
3.2.3 Modifikationen des Fragenkatalogs.....	45
3.2.3.1 Abschnitt B.	46
3.2.3.2 Abschnitte D. und H.	47
3.2.4 Umsetzung	48
4 LITERATUR	50
5 ANHANG II B DER RICHTLINIE 94/15/EG DER KOMMISSION	52

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSPUNKTE

Aus dem Nutzpflanzenanbau kann sich das Risiko unerwünschter Effekte ergeben.

Aus dem Anbau einer Nutzpflanze mit bestimmten Eigenschaften ergeben sich Auswirkungen, die erwünscht sind, wie gesteigerter Ertrag, geringere Verluste durch Krankheiten, leichtere Bearbeitung, bessere Produktqualität. Andererseits besteht in manchen Fällen ein Risiko, daß auch unerwünschte Effekte auftreten, wie erhöhte Erosion, Veränderungen des Grundwasserspiegels, Rückstände von Pestiziden etc.. Weiters sind Ereignisse möglich, die die natürliche Umwelt betreffen, wie etwa die Verdrängung von natürlich vorkommenden Arten durch die größere Konkurrenzkraft verwilderter Kulturpflanzen oder Gentransfer durch Auskreuzen auf kompatible Wildpflanzen, wenn dadurch Hybride mit unerwünschten Eigenschaften entstehen. Ob es dazu kommen kann, hängt maßgeblich von bestimmten Eigenschaften einer Pflanze ab, wie etwa vom Fortpflanzungsverhalten, von Resistenzen gegenüber Krankheitserregern und Parasiten, von Inhaltsstoffen, von der Wuchsform, den Anforderungen an den Boden und das Klima etc.. Risiken für unerwünschte Effekte werden derzeit in den meisten Fällen nicht abgeschätzt, weil der Aufwand im Verhältnis zum Nutzen zu hoch erscheint.

Die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen in der EU wird damit begründet, daß derzeit noch zuwenig Erfahrungen mit derartigen Züchtungen bestehen um sie generell wie herkömmliche zu behandeln.

Heute wird meist davon ausgegangen, daß transgene Nutzpflanzen sich nicht grundsätzlich von herkömmlich gezüchteten unterscheiden und nur die Eigenschaften ausschlaggebend sind (OECD, 1992). Dennoch werden in allen Industrieländern gentechnisch veränderte Pflanzen in der einen oder anderen Form daraufhin begutachtet, ob von ihnen ein Risiko ausgehen könnte - wenn auch zunehmend die Tatsache der gentechnischen Veränderung in den Hintergrund tritt. In der EU allerdings gibt es eine Richtlinie, die ausschließlich für transgene Organismen (einschließlich Pflanzen) gilt und die Modalitäten für die Freisetzung und das Inverkehrbringen regelt - das Risiko eines Anbaus ist demnach von Fall zu Fall im Vorhinein abzuschätzen. Diese Diskrepanz führte zu anhaltenden internationalen Diskussionen im Rahmen der OECD vor allem mit den USA (prozeß- versus produktorientierte Regelung; Miller, 1995). Daß die EU eine gesonderte Regelung als notwendig erachtet, wird damit begründet, daß durch gentechnische Methoden grundsätzlich neue Eigenschaften eingeführt werden können und daß im Vergleich zur herkömmlichen Züchtung genauere genetische Veränderungen möglich sind. Solange nicht genügend Erfahrung mit derartigen Pflanzen besteht, ist grundsätzlich eine Risikoabschätzung nach einem Kriterienkatalog durchzuführen, die für einige gut bekannte Arten und häufig verwendete Gene und Eigenschaften wesentlich vereinfacht werden kann.² Im Mittelpunkt der Risikoabschätzung stehen die Eigenschaften

² Weil inzwischen einige Erfahrungen mit transgenen Nutzpflanzen bestehen (OECD, 1993 a), wurde der Anhang II der ursprünglichen RI 90/220/EWG (Rat der EG, 1990) durch die RL 94/15/EG (Kommission der EU, 1994 a) ersetzt, die für Pflanzen angemessenere Kriterien und Bedingungen für ein vereinfachtes Verfahren beinhaltet. Diese RL präzisiert und vereinfacht somit die Risikoabschätzung für Nutzpflanzen.

der Empfängerpflanze, die als bekannt vorausgesetzt werden, und die neu eingeführte Eigenschaft, die zu einem veränderten Verhalten führen kann. Ob daraus ein Risiko erwächst, hängt maßgeblich von der Umwelt am Freisetzungsort ab. Beim Inverkehrbringen, das in der Regel keine Auflagen mehr vorsieht, tritt der Umweltaspekt in den Hintergrund, da die veränderte Pflanze grundsätzlich überall angebaut werden kann, wo das physiologisch möglich ist.

Bei der Risikoabschätzung von gentechnisch veränderten Pflanzen nach der EU-RL 94/15/EG werden Angaben zu neuen Eigenschaften und zu den zu erwartenden Effekten gefordert.

So fragt etwa Punkt B.7 der EU-RL 94/15/EG, Anhang II B (Kommission der EU, 1994 a) nach ökologischen Wechselwirkungen der Ausgangspflanze, Punkt D.1 verlangt eine Beschreibung der veränderten Merkmale und Eigenschaften, und in D.4 und D.7-D.9 wird nach Unterschieden zur Empfängerpflanze gefragt (also zu der, in die ein Gen eingeführt wird). In Abschnitt H schließlich geht es um Vergleiche zur Persistenz, zur Kompetitivität von Hybriden sowie um zu erwartende Umweltauswirkungen aufgrund von Wechselwirkungen mit Ziel- und Nichtzielorganismen aufgrund der eingeführten Eigenschaften. Der Antragsteller wird aufgefordert, aus der Art der eingeführten Eigenschaft Rückschlüsse auf ein mögliches Verhalten der Pflanzen und Auswirkungen zu ziehen. Wenn auch die Kriterien gegenüber der RL 90/220/EWG (Rat der EG, 1990) präzisiert wurden, bleibt diese Forderung aufrecht; sie entspricht dem Wesen einer Risikoabschätzung: aus bekannten Parametern (Eigenschaften) soll die Art und die Plausibilität von unbekanntem (Auswirkungen) abgeschätzt werden.

Die OECD hat Konzepte zur Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen vorgeschlagen, die weitgehend beachtet werden.

Die OECD listet folgende Risikobereiche auf (OECD, 1993 a), die es zu untersuchen gilt:

- Gentransfer auf natürlich vorkommende Kreuzungspartner,
- Tendenz zur Verwilderung durch kompetitive Vorteile,
- direkte Effekte auf Ziel- und Nichtzielorganismen wie etwa Resistenzen gegen Insekten und Pathogene,
- genetische und phänotypische Variabilität, d.h. das Auftreten unvorhergesehener Eigenschaften,
- Effekte biologischer Vektoren und genetischen Materials von Pathogenen, die zur Konstruktion von transgenen Pflanzen benutzt wurden (z.B. Agrobacterium, Pflanzenviren),
- menschliche Sicherheit (Arbeitsschutz), vor allem in Fragen der Toxizität und Allergenität.

Die Erfahrung mit traditionellen Nutzpflanzen (OECD, 1993 b) ist Ausgangspunkt für die Risikoabschätzung nach dem "Konzept der Vertrautheit" (OECD, 1993 a, S. 28 ff.). Alle verfügbaren Informationen über Organismus/Gen/Umwelt sollen herangezogen werden, um Maßnahmen für den Umgang mit transgenen Pflanzen zu bestimmen. Nach diesem Konzept, das die Risikoabschätzung OECD-weit maßgeblich bestimmt hat, sollen folgende Informationen berücksichtigt werden:

- Erfahrungen mit der Nutzpflanze, einschließlich ihrer Blüh- und Reproduktionseigenschaften, den Standortbedürfnissen und bisherigen züchterischen Veränderungen,
- die landwirtschaftlichen und ökologischen Bedingungen des Freisetzungsortes,
- Erfahrungen mit der spezifischen neuen Eigenschaft,

Darüber hinaus wurden mit den Kommissionsentscheidungen 93/584/EWG und 94/730/EG Kriterien für ein vereinfachtes Verfahren und vereinfachte Verfahrensprozeduren für bestimmte Freisetzungen festgelegt.

- Ergebnisse früherer Versuche mit derselben Pflanze oder mit anderen mit der gleichen (neuen) Eigenschaft,
- Erfahrungen mit dem großflächigen Anbau von Sorten der betreffenden Nutzpflanze, die durch konventionelle Züchtung hergestellt wurden,
- Erfahrungen mit dem großflächigen Anbau von Pflanzen, die mit Hilfe derselben Technik hergestellt wurden wie die zu untersuchende Pflanze,
- die Anwesenheit von Kreuzungspartnern in der natürlichen Umgebung und das Potential für Gentransfer,
- die Wechselwirkungen zwischen Nutzpflanze, Umgebung und Eigenschaft.

Auf dieser Basis sollen adäquate Maßnahmen für den Anbau im kleinen (zu Versuchszwecken) oder im großen Maßstab („Scale-Up“) festgelegt oder, wenn das nicht möglich ist, ein Anbau verboten werden. Sofern die vorhandenen Kenntnisse und damit die „Vertrautheit“ nicht ausreicht, um die entstandenen Fragen zu beantworten, müssen besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Das „Konzept der Vertrautheit“ baut auf die bisherige landwirtschaftliche Praxis und die darin gewonnenen Erfahrungen mit Pflanzen, Eigenschaften und Umwelt auf. Die Unsicherheit beim Anbau transgener Pflanzen wird der Kenntnis um etablierte und anerkannte Zusammenhänge, soweit sie untersucht sind, entgegengesetzt. Letztlich wird aus der Abschätzung des Zusammenspiels von Pflanze, Eigenschaft und Umwelt ein Bild vom möglichen Verhalten der neuen Sorte entworfen. Mögliche Effekte sind zu bestimmen, um angemessene Maßnahmen zu treffen. Diese Auffassung wird auch in Österreich vielfach geteilt (Gaugitsch und Torgersen, 1995).

Wenn keine Vertrautheit, sondern Unsicherheit besteht, muß man vorsichtig sein, weil unerwünschte Effekte auftreten könnten. Es läßt sich allerdings nicht allgemein festlegen, wann man von ausreichender Vertrautheit ausgehen kann, dies ist vom Einzelfall abhängig. Im Zweifelsfall ist eine umfassende Risikoabschätzung durchzuführen, wobei ein Mangel an Erfahrung kompensiert werden kann: Einerseits läßt sich die transgene Pflanze im Labor, im Glashaus oder auf dem Feld untersuchen, andererseits mit verwandten Pflanzen oder solchen mit derselben Eigenschaft in ähnlichen Ökosystemen vergleichen. Letztlich geht das Konzept davon aus, daß Pflanzen mit bestimmten Eigenschaften unter bestimmten Bedingungen ein gewisses Verhalten zeigen, d.h. bestimmte Effekte hervorrufen und andere nicht. Wird ein Parameter geändert, werden Voraussagen erschwert. Sie sind aber dennoch möglich, indem eine möglichst nahe Analogie gezogen und der Zusammenhang zwischen Eigenschaft und Effekt ansatzweise wiederhergestellt wird.

Beim Inverkehrbringen gibt es unterschiedliche Auffassungen in den einzelnen Ländern, welche Effekte zu berücksichtigen sind.

Die Begutachtungen von Anträgen auf Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Pflanzen in der EU lassen unterschiedliche Interpretationen der RL 94/15/EG in den einzelnen Länder erkennen.³ Dies wird auch von der EU-Kommission so gesehen (Kommission der EU, 1995). Großbritannien und die Niederlande, die in dieser Frage besonders aktiv sind, vertreten die Auffassung, daß (neben einer Toxizität) ausschließlich mögliche direkte Effekte begutachtet werden sollten, insbesondere Gentransfer, Verwilderungstendenz sowie fallweise Effekte auf Nichtzielorganismen. Allerdings betrifft das ausschließlich die *natürliche* Umwelt - also naturnahe Ökosysteme, keinesfalls landwirtschaftliche. Das Entstehen multipel herbizidresistenter Ackerunkräuter durch den Transfer mehrerer Resistenzgene etwa wird in Großbritannien als rein landwirtschaftliches Problem aufgefaßt. Die bloße Möglichkeit eines Gentransfers, selbst wenn es sich um ein Gen handelt, das einen Selektionsvorteil vermitteln könnte, ist kein

³ Stellungnahmen einiger Mitgliedsländer liegen dem Autor vor.

Grund für die Ablehnung eines Antrags, solange nicht negative Effekte in der natürlichen Umwelt zu befürchten sind. Nach britischer Auffassung sind unerwünschte Effekte in erster Linie die Verdrängung von Arten.⁴ Invasivität wird nur dann als Problem angesehen, wenn damit eindeutig die Gefahr einer Verdrängung von Arten in einem natürlichen Ökosystem verbunden ist. Effekte, die über Auswirkungen hinausgehen, die die Pflanzen unmittelbar auf natürliche Ökosysteme ausüben, werden nicht als Gegenstand der Risikoabschätzung aufgefaßt.

Im Gegensatz zu dieser eher einschränkenden Sichtweise verstehen die skandinavischen Länder, insbesondere Dänemark, den Auftrag zur Risikoabschätzung umfassender.⁵ Demnach sollten nicht nur unmittelbare Auswirkungen der jeweiligen Pflanzen berücksichtigt werden, sondern auch Effekte, die sich aus dem Anbau der jeweiligen Neuzüchtung ergeben. Darunter fallen Auswirkungen wie etwa ein möglicherweise erhöhter Herbizideinsatz beim Anbau transgener herbizidresistenter Sorten oder das Auftreten resistenter Schadinsekten durch den Anbau insektenresistenter Nutzpflanzen. Deziert werden also Effekte mit einbezogen, die durch den Anbau der jeweiligen Pflanze entstehen könnten oder die in ihren Auswirkungen auf landwirtschaftliche Ökosysteme beschränkt wären. V.a. von britischer Seite, aber auch von der EU-Kommission wurde eingewendet, daß diese Sichtweise kaum durch die EU-RL 90/220/EWG und 94/15 gedeckt wäre, weil Effekte, die sich aus der landwirtschaftlichen Praxis ergeben, im Zuge der Sorten- oder der Agrarchemikalien-Zulassung zu erörtern seien und nicht im Rahmen der Gentechnik-Regelungen. Dennoch hat sich Österreich in seinen Stellungnahmen wiederholt auf die „dänische Linie“ bezogen, weil von einem umfassenderen Begriff des Umweltschutzes ausgegangen wird.⁶ Hierbei stehen langfristige Effekte im Mittelpunkt, deren Abschätzung schwierig ist, weil es dafür nur sehr wenige wissenschaftlich untermauerte Modelle gibt. Eines davon ist das „exotic species“-Modell, das sich auf dokumentierte Erfahrungen mit eingeführten Arten stützt.

Die ökologischen Auswirkungen von Gentransfer und Verwilderungen sind langfristiger Natur. Das „exotic species“-Modell liefert Anhaltspunkte für die Abschätzung langfristiger Auswirkungen aus den Erfahrungen mit eingeführten Arten.

Eingeführte Arten können zu beträchtlichen unerwünschten Effekten führen (U.S. Congress, 1993). Aus einer Analyse langfristiger Erfahrungen mit eingeführten standortfremden Arten (Sukopp und Sukopp, 1994) geht hervor, daß Gentransfer oder Verwilderungen mit geringer statistischer Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind. Oft treten Effekte erst nach Veränderungen des Lebensraumes oder des Klimas ein, die lange nach der Einführung einer fremden Art stattfinden und nicht vorhersehbar sind. Eingeführte Arten sind in den meisten Fällen weniger überlebensfähig als einheimische, einigen gelingt allerdings die Etablierung. In wenigen Fällen kommt es zu Konkurrenzvorteilen gegenüber einheimischen und im Extremfall zu deren Verdrängung durch die „exotic species“. Der Vergleich von transgenen Pflanzen, die in einer oder wenigen Eigenschaften verändert sind, mit eingeführten Arten, die als Gesamtorganismus „fremd“ sind, ist allerdings nur sehr eingeschränkt zulässig - nämlich dann, wenn die neu hinzugekommenen Eigenschaften den Charakter der Pflanze grundlegend verändern. Dennoch gibt das Modell der „exotic species“ Anhaltspunkte, welche Effekte nach welchen Zeitspannen und mit welcher Wahrscheinlichkeit auftreten können und welche Eigenschaften möglicherweise ökologische Risiken bergen. Über das Risiko im Einzelfall gibt das Modell keine Auskunft, da es um generelle Aussagen geht, nicht um Vorhersagen von Fall zu Fall.

⁴ Ergebnisse eines Workshops in Windsor im Oktober 1993 (Department of Environment, 1993)

⁵ Norwegen gehört zwar nicht der EU an, beteiligt sich aber im Rahmen des EWR an der Biotechnologie-Regelung der EU und setzt Akzente in Richtung auf eine möglichst umfassende Beurteilung.

⁶ Die Österreichische Stellungnahme zum „Bt-Mais“ liegt dem Autor vor.

Die Freisetzungsrichtlinie, obwohl gerade modifiziert, wird in Zukunft weiter verändert werden. Über die Richtung dieser Veränderung besteht keine Einigkeit.

Wie aus einer Analyse der Praxis von Freisetzungen und der Begutachtung von Anträgen in Europa hervorgeht, sind die Unterschiede einerseits begründet in verschiedenen Auffassungen darüber, wie die Freisetzung-RL zu interpretieren ist, andererseits in unterschiedlichen Traditionen der Risikoregulierung (Levidow, in Vorb.). Diese Unterschiede werden bei weiteren Produktanträgen von Bedeutung sein. Eine „Working Group on Risk Assessment“, die aus Vertretern der zuständigen Behörden und Vertretern aus Wissenschaft und Industrie der EU-Länder besteht, bemüht sich derzeit, einheitliche Vorgangsweisen und Parameter für die Risikoabschätzung aufzustellen, die für alle Mitgliedsländer verbindlich sein sollen. Erste Ergebnisse zeigen, daß sich die Arbeitsgruppe in wesentlichen Punkten der britischen Auffassung annähert, diese aber insbesondere aus der dänischen Position kritisiert wird. Das betrifft insbesondere den Umweltbegriff, der in Dänemark umfassender gesehen wird.⁷

1.2 AUFGABENSTELLUNG

Die Eignung des Kriterienkatalogs in Anhang II B der EU-RL 94/15/EG sollte daraufhin überprüft werden, ob die angegebenen Kriterien

- Rückschlüsse von Eigenschaften auf mögliche Auswirkungen erlauben,
- auf die in der Praxis relevanten Umweltauswirkungen eingehen,
- auch sekundäre Effekte sinnvoll erfassen können.

Folgende forschungsleitende Fragen standen dabei im Mittelpunkt:

Welche Erfahrungen in bezug auf Umwelteffekte des Anbaus herkömmlicher Nutzpflanzen gibt es? Welche Effekte wurden beobachtet?

Bei der Risikoabschätzung soll die herkömmliche Nutzpflanze als Ausgangsorganismus mit der transgenen Pflanze verglichen werden. Das Verhalten einer landwirtschaftlichen Nutzpflanze ist abhängig von ihren Eigenschaften, von der landwirtschaftlichen Praxis und von den ökologischen Gegebenheiten. Durch die Züchtung wurde die genetische Ausstattung der Nutzpflanzen in der Vergangenheit schon stark verändert und zahlreiche neue Eigenschaften eingeführt, die vielen gentechnisch vermittelten nicht nachstehen. Daher, so der Gedanke, müßte es möglich sein, Auswirkungen, die sich durch die Einführung konventionell veränderter Pflanzen auf die Umwelt ergeben haben, zu untersuchen. Es erhebt sich somit die Frage, welche Umwelteffekte herkömmlicher Nutzpflanzen in der Vergangenheit überhaupt beobachtet wurden, die bei der Beurteilung einer transgenen Pflanze als Referenz dienen können.

Welche Effekte sind in der Praxis relevant? Wie relevant sind die am häufigsten untersuchten Parameter, nämlich Gentransfer und Verwilderung?

Die Züchtung versuchte in der Vergangenheit in erster Linie, den Ertrag zu sichern und zu steigern, den Bearbeitungsaufwand zu verringern und die Resistenz gegenüber Schädlingen und Krankheiten zu erhöhen. Effekte, die sich als Nebenwirkungen ergaben, sind bisher selten explizit dokumentiert worden. Dennoch ist nicht anzunehmen, daß keine solchen Effekte aufgetreten sind. Allerdings sind sie offenbar nur schwer zu erkennen oder es wurde ihnen keine besondere Aufmerksamkeit zuteil. Möglicherweise betrafen solche Effekte auch Auswirkungen, die nicht als problematisch angesehen wurden, weil sie durch eine Umstellung im

⁷ Protokolle der Working Group on Risk Assessment liegen dem Autor vor.

Pflanzenbau, durch einen Wechsel der Sorte oder der Frucht oder aber durch einen erhöhten Aufwand an Produktionsmitteln wettgemacht werden konnten. Es galt also festzustellen, welche Umwelteffekte aus dem Anbau von Nutzpflanzen bekannt sind, ob sie durch bestimmte eingezüchtete Eigenschaften beeinflusst und wie sie bewertet wurden. Da bei der Risikoabschätzung für transgene Pflanzen derzeit direkte Effekte von Gentransferereignissen und der Tendenz zur Verwilderung im Mittelpunkt stehen, war zu erheben, inwieweit solche Effekte dokumentierbar sind, ob sie zu Veränderungen in natürlichen Ökosystemen geführt haben oder ob sie in der landwirtschaftlichen Praxis als negativ erschienen.

Lassen sich einzelne Effekte auf bestimmte Eigenschaften zurückführen? Um welche Effekte und Eigenschaften handelt es sich?

Das Konzept der Vertrautheit kann Bereiche anzeigen, wo Unsicherheit besteht. Um angemessene Maßnahmen zu ergreifen, genügt es aber nicht, das bloß festzustellen, sondern es sind aufgrund der neuen Eigenschaften Effekte zu prognostizieren, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch eintreten können. Für sinnvolle Aussagen bedarf also das Konzept der Vertrautheit einer Risikoabschätzung, die Beziehungen zwischen Eigenschaften und Effekten aufstellt. Ob es in der Praxis tatsächlich möglich ist, von neuen Eigenschaften auf Effekte zu schließen, ist aber fraglich. Daher wurde geprüft, ob (und welche) empirisch festgestellten Auswirkungen sich auf bestimmte Eigenschaften der Pflanzen zurückführen lassen.

Lassen sich Effekte dahingehend beurteilen, ob sie durch die Eigenschaften der Pflanzen oder durch die Bedingungen des Anbaus hervorgerufen werden?

Wenn Beziehungen zwischen festgestellten Effekten und einzelnen Eigenschaften der Pflanzen herzustellen sind, ergibt sich die Frage, inwieweit diese Effekte direkt, also durch die Pflanzen selber (etwa durch Gentransfer und Verwilderung der Hybride) oder durch die landwirtschaftliche Praxis (etwa durch maximales Ausnutzen des Potentials einer Sorte) hervorgerufen wurden. So könnten die verschiedenen Interpretationen der EU-RL 94/15/EG verglichen werden (siehe Kapitel I.1. Ausgangspunkte).

Inwieweit bestimmen Pflanzeigenschaften die Anbaubedingungen?

Eine solche Unterscheidung könnte allerdings deswegen gar nicht möglich sein, weil Anbaumethoden und Pflanzeigenschaften einander wechselseitig bedingen und so eine „Henne-Ei-Problematik“ entsteht, in der Ursache und Wirkung miteinander verquickt sind. Nutzpflanzen werden meist nach Vorgaben gezüchtet, die durch die Bedingungen einer industrialisierten Landwirtschaft bestimmt werden; erst in diesem Zusammenhang liefern neue Sorten den gewünschten Ertrag und können Umwelteffekte entstehen.

Inwieweit ist es sinnvoll, sekundäre Effekte zu berücksichtigen, um negative Umweltauswirkungen zu vermeiden?

Will man negative Umweltauswirkungen, welcher Art auch immer, möglichst gering halten, ist es gleichgültig, ob es sich dabei um direkte Effekte wie Auswirkungen aus Gentransfer oder Verwilderung⁸ oder um sekundäre aus dem Anbau der Pflanzen und der damit verbundenen landwirtschaftlichen Praxis handelt.⁹

⁸ Nach einer auch in der EU-Kommission vertretenen Auffassung geht es nicht etwa um einen Gentransfer selber, sondern um Auswirkungen daraus, die als nicht erwünscht angesehen werden - ei-

1.3 ZUR STUDIE

1.3.1 Vorgangsweise

Mit der Recherche über ökologische Auswirkungen des Anbaus herkömmlich gezüchteter Nutzpflanzen wurden die Abteilung Agrarforschung und Biotechnologie im Bereich Lebenswissenschaften des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf (ÖFZS) und das Österreichische Ökologie Institut für angewandte Umweltforschung (ÖÖI) beauftragt. Als Erhebungsmethode wurden Experteninterviews und Literaturrecherchen gewählt. Das Umweltbundesamt (UBA) als Auftraggeber erwartete unterschiedliche Akzente durch die beiden Institute insbesondere bei der Interpretation der Ergebnisse. Das Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ITA) sollte als Moderator die Projektsitzungen begleiten, die geplanten Workshops leiten und den (vorliegenden) Abschlußbericht verfassen.

Nach Vorerhebungen, die in einem „Leitfaden“ für die anschließenden Interviews resultierten und der Festlegung der Fallbeispiele auf einem Workshop führten die beiden Institute Experteninterviews mit führenden Fachleuten für die ausgewählten Fallbeispiele in Österreich durch und erhoben den Wissensstand bezüglich Züchtung, Anbau, Eigenschaften und ökologischer Auswirkungen aus der Literatur. Um die Ergebnisse des jeweils anderen zu beurteilen und eventuelle Ungenauigkeiten auszugleichen, wurden die Berichte ausgetauscht und kommentiert. Abschließend verfaßten die Institute jeweils eine interpretative Zusammenfassung über die Ergebnisse aller Untersuchungen. Zu Fragen des Fichtenanbaus wurde ein eigenes Gutachten vergeben.

Berichte, Kommentare und Zusammenfassungen wurden an einige in- und ausländische Experten mit der Bitte um Stellungnahme versandt. Die Ergebnisse wurden auf einem Workshop diskutiert und dienten als Grundlage für die weitere Vorgangsweise. Um die Eignung der Kriterien in Anhang II B der EU-RI 94/15/EG für die Beurteilung der Umweltauswirkungen zu erproben, die sich im Zuge der Recherchen ergeben hatten, wurden - in einem Gedankenexperiment - drei fiktive Fallbeispiele anhand dieser Kriterien untersucht. Es handelte sich um eine Weizensorte mit verkürzter Halmlänge, eine kühetoleranten Maissorte und die Baumart Robinie als Vertreterin eines Waldbaums, wobei Mängel zutage traten, die über den Einzelfall hinauswiesen. Einige Modifikationen der Kriterien erscheinen notwendig, wofür Vorschläge erarbeitet wurden.

1.3.2 Auswahl der Beispiele

Als Arbeitshypothese wurde postuliert, daß folgende Eigenschaften umweltrelevante Effekte nach sich ziehen könnten und daher besonderes Augenmerk verdienen (die Reihenfolge gibt keinen Aufschluß über die relative Bedeutung der einzelnen Eigenschaften):

gentlich handelt es sich dabei also ebenfalls um sekundäre Effekte, nur hat hierbei die landwirtschaftliche Praxis weniger Bedeutung.

⁹ Allerdings ist zu deren Berücksichtigung ein eindeutiger politischer Wille nötig, denn die Abschätzung sekundärer Effekte ist problematisch, die landwirtschaftliche Praxis schwer vorherzusehen und zu kontrollieren. Als Referenz ist die Annahme des status quo realistisch, d.h. die Bedingungen einer industrialisierten Landwirtschaft mit dem Zwang zur Ertragsmaximierung - obwohl sich in letzter Zeit gerade in Österreich auch gegenläufige Tendenzen, nämlich hin zu einer „Ökologisierung der Landwirtschaft“ bemerkbar machen (Lindenthal, 1993); siehe auch die Regierungserklärung der Österreichischen Bundesregierung vom November 1994.

- die Tendenz zum Auskreuzen
- Verwilderungstendenz, insbesondere Persistenz
- Sortenverdrängung
- Inhaltsstoffe, insbesondere Toxizität, Allergenität
- Resistenzen
- Krankheitsanfälligkeit (Pflanzenschutzbedarf), z.B. durch Hochleistung, Tracht oder durch das Einschleppen von Schädlingen
- Streßtoleranz, insbesondere Kälteresistenz und Frühreife bzw. Wärmebedürftigkeit,
- Anspruchsniveau in bezug auf Wasser und Nährstoffe
- Wurzelausbildung und Einfluß auf die Mikroökologie

Es stand von vornherein nicht fest, ob eher die Untersuchung von Arten oder von Eigenschaften sinnvoller ist. Einerseits sollten im Hinblick auf das Ziel der Studie (Kriterien für die Beurteilung transgener Pflanzen zu modifizieren) nur dokumentierbare Umweltauswirkungen untersucht werden. Ein Vorgehen nach Arten bot sich an, weil Effekte meist nicht aus einzelnen veränderten Eigenschaften resultierten. Andererseits gab es drastische Veränderungen von Eigenschaften, die ebenfalls solche Effekte bewirkt haben (Beispiel: 00-Raps). Die Untersuchung von Effekten, die weithin bekannt sind, könnte allerdings andere, die nicht so im Vordergrund stehen, verdecken. Da sich die Frage, ob Art oder Eigenschaft im Vordergrund stehen sollten nicht entscheiden ließ, sollte die Auswahl nach dem Kriterium erfolgen, ob mit einer Art zumindest eine Eigenschaft untersucht werden kann, die ökologische Auswirkungen gezeigt hat und damit für die Studie von Bedeutung ist. Eine ausreichende Dokumentation von Effekten war für das Projektziel auch wichtiger als die Verbreitung und damit die ökonomische Bedeutung der Pflanze. Daher wurden auch „exotische“ Pflanzen aufgenommen, die deutliche Effekte zeigten und daher gut untersucht sind (z.B. Topinambur). Schließlich sollten Effekte, die durch Eigenschaften der Pflanze bedingt sind, zunächst nicht von solchen unterschieden werden, die aufgrund der Anbaupraxis eingetreten sind.

Für die endgültige Auswahl wurden folgende Kategorien aufgestellt:

- **Nutzpflanzen für die Landwirtschaft:** Mais, Kartoffel (auch als Beispiel für die Effekte durch eingeschleppte Schädlinge) und Raps erwiesen sich als für den Zweck der Studie ergiebig. Gerste wurde wegen ihrer monogenen Resistenzen als untersuchungswürdig angesehen, Weichweizen erschien von allgemeinerem Interesse (gute Dokumentation, Problematik der Halmlänge). Gräser wie etwa das Knautgras und Feldfutterpflanzen wie Klee und Luzerne werden oft wenig beachtet, daher sollten sie einbezogen werden. Alternativkulturen sind zwar derzeit wirtschaftlich nicht bedeutsam und daher wenig verbreitet, einige sind aber gut untersucht und zeigen Eigenschaften, die im Zusammenhang mit der Studie wichtig erscheinen, wobei wegen der Datenlage Topinambur gegenüber Hanf bevorzugt wurde.
- **Forstbäume:** Fragen des Fichtenanbaus sind sehr vielschichtig, so daß dieser Baum für die Studie interessant, aber problematisch erschien. Die Robinie ist - wie die Fichte - züchterisch wenig bearbeitet und hat umweltrelevante Veränderungen bewirkt. Die Ursache von Problemen ist besser definierbar (Wurzelsystem, Stickstofffixierung) und daher einer Analyse besser zugänglich. Bei der Pappel hingegen stehen Züchtungseffekte und damit Probleme des Auskreuzens im Vordergrund, hier ergibt sich eine ähnliche Situation wie bei einigen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen.
- **Obstgewächse:** Aufgrund der guten Datenlage, der dokumentierten Effekte (etwa durch den hohen Pflanzenschutzbedarf) und der großen Anbaufläche wurde der Apfel als untersuchungswürdig eingestuft. Gegenüber dem Wein wurde er wegen der zahlreicheren Anbauformen bevorzugt, wobei sich die Anbaupraxis in letzter Zeit wesentlich verändert hat. Andere Obstgehölze (Zwetschke, Birne, Kirsche) erschienen weniger geeignet.

- **Gemüse:** In die engere Auswahl kamen einerseits der Rettich und die Tomate (beim Kürbis und Paprika scheint die Situation vergleichbar mit der beim Mais und wäre daher abgedeckt), andererseits Brassica oleracea mit ihren vielfältigen Formen. Weiters erschien die Karotte u.a. wegen der Auskreuzbarkeit auf die Wildkarotte interessant.
- **Zierpflanzen:** Neben dem Götterbaum wurde die Rose und die Goldrute als interessant eingestuft, man einigte sich aber auf die Sonnenblume, die auch landwirtschaftlich genutzt wird und von der ökologisch relevante Effekte dokumentiert sind.

Die zu untersuchenden Arten wurden schließlich wie folgt festgelegt:

- **Karotte, Kartoffel, Raps, Sonnenblume, Topinambur:** Untersuchung durch das ÖFZS
- **Apfel, Knaulgras, Mais, Robinie, Weizen:** Untersuchung durch das ÖÖI
- **Fichte:** Zusatzgutachten

2 RESULTATE

2.1 RECHERCHE

Die Recherche ergab für einige Pflanzen zwar eine recht gute Übersicht über die Biologie und agronomische Bedeutung, bei anderen zeigte sich, daß die Kenntnisse insbesondere bezüglich ökologisch wichtiger Parameter eher gering ist. Generell konnten nur wenige eindeutige Hinweise auf ökologische Auswirkungen aufgrund definierter Pflanzeigenschaften gewonnen werden, die ja im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen sollten. Insbesondere direkte Beziehungen zwischen Eigenschaften und Auswirkungen ließen sich nur in Ausnahmefällen aufstellen. Interessante Akzente ergaben sich, indem bestimmte Zuchtziele und festgestellte Auswirkungen miteinander in Beziehung gesetzt wurden. In der Folge werden einige Ergebnisse aus der Untersuchung der zehn Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge zusammengefaßt, wobei keinesfalls der Anspruch auf umfassende Darstellung erhoben wird. Für ein genaueres Verständnis wird daher auf die Berichte und Kommentare des ÖFZS und ÖÖI verwiesen, die eine konzise Darstellung dessen geben, was über die ökologischen Effekte aus dem Anbau von zehn verbreitete Nutzpflanzen bekannt ist (Soja und Soja, 1995 a, 1995 b; Janssen et al., 1995 a, 1995 b).

2.1.1 Zehn Nutzpflanzen

2.1.1.1 Apfel

Der Apfel (*Malus domestica*) ist ein einheimisches, weltweit verbreitetes Obstgehölz mit langer Züchtungsgeschichte, das wahrscheinlich aus einer Kreuzung des Holzapfels mit dem Zwergapfel hervorgegangen ist. Ein Auskreuzen auf den wilden, sehr seltenen Holzapfel ist möglich, wodurch dieser in seinem Bestand gefährdet werden kann. Auch Verwilderungen des Kulturapfels sind bekannt, die an einzelnen extremen Standorten (Dünengelände) hohe Konkurrenzkraft besitzen und sogar einheimische Arten verdrängen können. Der Apfel ist selbststeril und braucht geeignete Bäume als Pollenspender und Insekten zur Befruchtung. Aus den Apfelsamen gehen meist kleinfrüchtige Nachkommen hervor - praktisch stets eine neue Sorte. Die Vermehrung erfolgt meist vegetativ über Reiser, die auf geeignete Unterlagen gepfropft werden. Neben Wurzel- und Kronenbildner kann auch ein dritter Partner, der Stammbildner, eingeschaltet sein. Die Abstimmung von Unterlage und Edelreis entscheidet über Baumhöhe, Reifeverlauf etc..

Die Ansprüche an Boden und Klima sind relativ hoch. Die Düngung wird heute je nach Bodenbeschaffenheit exakt angepaßt, eine Bodenmüdigkeit durch Monokultur wird beobachtet. Die Standortansprüche sind sortenbedingt sehr unterschiedlich, auch in Bezug auf den Schädlingsbefall, der allgemein ein Problem darstellt, da resistente Sorten die Ausnahme sind. Der Unterlage kommt eine große Bedeutung zu, da damit eine gewisse Standortunabhängigkeit erreicht werden kann.

Der plantagenmäßige Anbau in großem Maßstab begann in Österreich erst nach dem zweiten Weltkrieg. Eine Koppelung zwischen der Unterlagenzüchtung und der Anbaupraxis, heute mit Spindel und Superspindel extrem dicht, ist zu beobachten. Diese Formen, die von Holland ihren Ausgang nahmen, sind nur mit - vegetativ vermehrten - schwachwachsenden Unterlagen möglich (niedrige Stämme), im Gegensatz zu - meist aus Sämlingen erhaltenen - starkwachsenden Unterlagen (hohe Stämme), die früher vorherrschten. Derzeit ist der Typ M 9 dominierend, der früh hohe Erträge liefert, aber nicht sehr robust ist. Die Apfelzüchtung be-

ruht heute auf Kreuzung und Selektion und dauert sehr lange (15-20 Jahre). Zuchtziele sind neben Eigenschaften der Frucht auch solche des Baumes wie leichte Erntbarkeit, Widerstandsfähigkeit und gleichmäßiger Ertrag.

Negative Auswirkungen ergeben sich aus der zunehmenden genetischen Vereinheitlichung des Sortenspektrums durch solche, die gute Bearbeitbarkeit, einheitliche Fruchtqualität und gleichmäßigen Ertrag sichern und aus Markterfordernissen dominieren. Allerdings sind sie oft mangelhaft an die jeweiligen Standorte angepaßt. Die vorherrschende Verwendung einer schwachwachsenden Unterlagstype ermöglicht den hochintensiven Plantagenanbau, der aber nur unter hohem Einsatz an Pestiziden aufrecht zu erhalten ist. Auch die Fruchtqualität nimmt dabei ab. Schließlich haben derartige Unterlagen eine schwächere Durchwurzelung mit geringerer Nährstoffaufnahmefähigkeit und Standfestigkeit.

2.1.1.2 Karotte

Von der zweijährigen Zuchtkarotte (*Daucus carota*), einem im Spätmittelalter aus Vorderasien als Gemüsepflanze eingeführten Doldenblütler, existieren mit der einjährigen Wildkarotte (mit weißlicher zäher Wurzel) wilde Kreuzungspartner. Die Systematik ist problematisch. Durch die lange Kulturzeit der Zuchtkarotte (über 1000 Jahre) bestehen beträchtliche genetische und phänotypische Unterschiede zwischen beiden Typen. Bei der Zuchtkarotte, die im zweiten Jahr nach Kältereiz (Vernalisation) blüht, ist Fremdbefruchtung die Regel. Ein Genfluß in beide Richtungen ist möglich und - insbesondere von der Wild- zur Zuchtkarotte - nachgewiesen; so kommt es immer wieder zu „Schossern“, d. h. Blütenbildung bei einzelnen Zuchtkarotten bereits im ersten Jahr. Da die fleischige Rübe der Zuchtkarotte nicht winterhart ist, kann sie bzw. die Hybride mit dieser Eigenschaft nicht dauerhaft verwildern.

Vom Anbau her ist die Karotte anspruchsvoll, die Rübenausprägung hängt von Temperatur-, Wasser- und Nährstoffangebot ab. Der Boden muß leicht und nährstoffreich sein. Trockenheit ist gefährlich, daher ist meist eine Beregnung notwendig. Zuviel Stickstoff beeinträchtigt die Lagerfähigkeit und die Qualität (Eignung für Babynahrung), die Gefahr von Nitratauswaschung ist daher gering. Insgesamt ergibt sich - trotz der relativ hohen Ansprüche - eine gewisse Eignung für den Anbau unter „low-input“-Bedingungen. Der Vorfruchtwert ist mäßig, da Erosion während der Jugendentwicklung auftreten kann. Karottenanbau ist generell pestizidintensiv, wobei die Resistenzzüchtung auf Schwierigkeiten stößt, denn von den vorhandenen Resistenzen bringen etliche unerwünschte Inhaltsstoffe mit sich.

Heute werden - begünstigt durch neue Sätechniken - meist Hybridsorten verwendet, die höher im Ertrag, frühzeitiger, einheitlicher und effizienter in der Nährstoffaufnahme sind; die genetische Basis ist recht schmal. Die Anbaufläche hat sich in Österreich innerhalb der letzten 10 Jahre deutlich vergrößert, ist aber immer noch wenig bedeutend. Der Hektarertrag blieb dabei gleich, züchterische Fortschritte äußerten sich hauptsächlich in Qualitätsmerkmalen.

Ökologische Auswirkungen ergeben sich in erster Linie durch Auskreuzen mit Wildkarotten, die ja zur gleichen Art gehören. So können Zuchtkarotten durchaus eine Wildkarottenpopulation genetisch beeinflussen und umgekehrt. Allerdings war letzteres, wie die Interviews nahelegen, bisher eher eine lästige Erscheinung und ließ sich durch geeignete Maßnahmen (Abstand von Feldern für die Saatzucht von anderen, Bekämpfung der Wildkarotten in der Umgebung) vermindern, wenn auch nicht ganz ausschließen. Das Einkreuzen von Eigenschaften der Zuchtkarotte in Wildkarottenpopulationen wird unterschiedlich beurteilt. Die Meinungen reichen von „substantieller Einfluß“ bis zu „irrelevant, da Zuchtkarotteneigenschaften die Konkurrenzkraft nicht erhöhen“. Langfristig ist jedenfalls mit einem beträchtlichen Genfluß zu rechnen.

2.1.1.3 Kartoffel

Die Kartoffel (*Solanum tuberosum*) stammt aus Südamerika, wurde im 17./18. Jh. eingeführt und hat die Ernährung in Mitteleuropa stark verändert.. Sie ist krautig-ausdauernd und wird züchterisch stark bearbeitet, obwohl ihre Anbaufläche in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen ist (Ersatz als Tierfutter durch Soja und Mais). Ihre Bedeutung als Industriepflanze ist gegenüber der als Speisepflanze gestiegen. Zahlreiche Versuche mit transgenen Kartoffeln wurden bereits durchgeführt. Als eingeführte Kulturpflanze kann sie nur in menschlicher Obhut gedeihen, denn sie ist für ein Überleben als Wildpflanze an die mitteleuropäischen Gegebenheiten in mehrere Hinsicht nicht optimal angepaßt.

Die Kartoffel ist ein guter Bodendecker; sie vermehrt sich zumeist vegetativ, Vermehrung über Samen ist in Österreich aus klimatischen Gründen nicht möglich. Die Knollen sind - wie die Blätter - frostempfindlich und überleben keine raschen Temperaturwechsel über den Gefrierpunkt hinweg; gesichertes Überleben der Knollen ist nur tief im Boden möglich. Daher ist die Gefahr der Verwilderung gering, auch wenn im folgenden Frühjahr einzelne überwinterte Knollen austreiben können. Außerdem gibt es keine Kreuzungspartner in Mitteleuropa, mit denen die Kartoffel fertile Nachkommen bilden könnte. Die Kartoffel ist empfindlich sowohl auf Nässe als auch auf Trockenheit, aber anpassungsfähig in bezug auf den Boden. Sie ist allerdings sensibel auf unregelmäßige Düngung und es kann zu Nitratauswaschungen kommen.

Der Schädlingsdruck ist relativ hoch, wodurch häufige Pestizidanwendungen (7-8 pro Jahr) erforderlich sind. Dies wird eindrucksvoll durch die großen Ausfälle belegt, zu denen es - etwa in Irland - im vorigen Jahrhundert durch den Pilz *Phytophthora* gekommen ist, nachdem sich dieser an das mitteleuropäische Klima angepaßt hatte. Resistenzen sind problematisch, die Bekämpfung erfolgt durch kombinierte Maßnahmen. Auch Viren und Käfer verursachen bedeutende Verluste. Durch Verengung der Fruchtfolge werden Nematoden zum Problem. Es läßt sich anhand des Beispiels der Kartoffel zwar spekulieren, ob eingeführte Nutzpflanzen-Arten generell von Schädlingen stärker bedroht sind - das Beispiel des Mais hingegen legt diesen Schluß nicht nahe (s.u.).

Die Kartoffel ist relativ konkurrenzstark, so daß Unkräuter weniger Probleme verursachen und sich auch mechanisch gut bekämpfen lassen. Die grünen Teile sind toxisch durch Solanin, ein Glycoalkaloid, das in Dunkelkeimen und Blüten angereichert ist und fungizid wirkt. Der Solaningehalt schwankt sortenbedingt, einige Sorten mußten deswegen aus dem Handel genommen werden. Auch Umwelt- und Lagerungsbedingungen haben Einfluß. Die Toxizität scheint allerdings keine Umwelteffekte nach sich zu ziehen.

Aus dem Anbau der Kartoffel lassen sich - abgesehen von allgemeinen Einflüssen durch die Tatsache pflanzenbaulicher Maßnahmen - kaum Hinweise auf direkte Umwelteffekte ableiten. Lediglich die Abhängigkeit vom Pestizideinsatz kann zu Umweltauswirkungen führen, jedoch sind die eingesetzten Mittel im Vergleich zu solchen, die beim Anbau anderer Nutzpflanzen verwendet werden, nicht besonders toxisch. Es gibt einige ertragreiche Sorten, deren Krankheitsresistenz herabgesetzt ist. Deren Forcierung und die Beschränkung auf wenige Sorten aufgrund der Anforderungen der Verarbeiter und des Marktes verstärken das Problem der Anfälligkeit. Die Einführung von Resistenzen kann Abhilfe schaffen, bei monogenen Resistenzen aber - wie meist - nur auf Zeit. Einzelne Resistenzen haben zu Inhaltsstoffen geführt, die die Verzehrbarkeit in Frage stellen.

2.1.1.4 Knaulgras

Diese einheimische, heute weltweit verbreitete und - mit 4-12 Jahren - langlebige Grasart (*Dactylis glomerata*) ist ein sehr gutes Futtergras und wird in entsprechenden Mischungen für

die Mittelintensivnutzung angebaut, wobei diese andere Futterpflanzen teilweise verdrängt haben. Mängel werden in der frühen Entwicklung gesehen, wodurch Knautgras durch Kieselsäureeinlagerungen schnell an Futterwert verliert, was zu Problemen in Mischungen mit Klee und Luzerne führt. Fremdbefruchtung durch den Wind ist üblich, bei einigen Formen besteht Selbstinkompatibilität. Der Blütenansatz verlangt bestimmte Temperaturen und Tageslängen. Züchterisch wird Knautgras in Österreich erst seit den 80er Jahren bearbeitet, Ziele sind Qualität und Ausdauer.

Knautgras besitzt ein flaches Wurzelsystem, das trockenempfindlich ist. Dennoch ist die Pflanze robust, die Ansprüche an den Standort sind mittel bis gering, der Nährstoffentzug aber relativ hoch, so daß eine Düngung erforderlich wird, wenn der Kleeanteil in der Mischung gering ist. Das Regenerationsvermögen ist hoch, die Krankheitsanfälligkeit gering. Durch die relativ hohe Konkurrenzkraft verdrängt es andere Arten leicht, so daß es in Futtergrasmischungen stets nur zu einem geringen Prozentsatz beigemischt wird. Ein Auskreuzen auf fertile Kreuzungspartner ist möglich und wahrscheinlich. Knautgras wurde auf Ruderalstandorten beobachtet und ist mehr oder weniger ubiquitär, wenn auch unscheinbar.

Knautgras besitzt etliche Eigenschaften, die als ökologisch relevant angesehen werden, nämlich eine beträchtliche Verwilderungstendenz, gute Kreuzbarkeit, hohe Konkurrenzkraft, Regenerationsfähigkeit, Winterfestigkeit und Ausdauer. Um so bemerkenswerter ist, daß sich keine Effekte angeben lassen. Offensichtlich sind für die ökologische Relevanz auch andere Parameter ausschlaggebend, oder Auswirkungen wurden - eventuell wegen der geringen Auffälligkeit - einfach nicht beobachtet.

2.1.1.5 Mais

Mais (*Zea mays*) ist eine tagneutrale einjährige C4-Pflanze aus Mittelamerika und hat keine Kreuzungspartner in Europa, sie pflanzt sich ohne menschliche Hilfe überhaupt nicht fort. Mais ist ein einhäusiger, getrenntgeschlechtlicher Fremdbefruchter. Die Pollenübertragung erfolgt durch den Wind.

Die Temperaturansprüche sind hoch, die Keimung setzt erst bei ca. 10 Grad ein, die Optimaltemperatur beträgt 20-25 Grad. Da sich die Reihen erst spät schließen und der Boden im Frühjahr wenig durchwurzelt ist, ist insbesondere in der Jugendentwicklung die Erosionsgefahr groß, außerdem erfordert die späte Entwicklung massive Pflanzenschutzmaßnahmen. Da Mais von Natur aus resistent gegen Triazin ist, lassen sich entsprechende Herbizide in beträchtlichen Mengen einsetzen und mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen durch Herbizidspritzungen ersetzen. Atrazin ist als Stoff problematisch, die Gefahr der Auswaschung wird aber von Landwirtschaftsexperten als beherrschbar angesehen.

Die Wasseransprüche sind eher niedrig, der Nährstoffbedarf ist allerdings hoch. Die genaue Düngung wird dadurch erschwert, daß der Stickstoffbedarf nur innerhalb einer kurzen Zeitspanne hoch ist und der Witterungsverlauf nicht vorhergesagt werden kann. Stickstoffauswaschung findet daher insbesondere in der Frühphase während der starken Regenfälle im Mai und Juni statt, da der Hauptbedarf an Stickstoff im Zeitraum des 8-Blattstadiums auftritt (Juli und August). Mais verlangt nicht nach Übergaben, aber er verträgt sie, denn durch die Schleimentwicklung der Wurzel ist eine Überdüngung mit Gülle für die Pflanze nahezu unschädlich, so daß sich auf diese Weise überschüssige Nitratmengen aus der Tierhaltung „entsorgen“ lassen, die nicht zuletzt durch die Verfügbarkeit von Silomais für die Schweinemast entstehen.

Die wesentlichen Ziele in der Maiszucht (seit etwa 1918 durch Hybridzucht in den USA, Hybridsorten in Österreich seit ca. 1956) waren der Ertrag, die Frühreife und die Kühltoleranz. Frühreife und Ertrag waren lange unvereinbar. Mit der Frühreife kann sich die Krankheitsan-

fälligkeit erhöhen. Die Verbesserung der Kühltoleranz kann einerseits zu positiven Umweltauswirkungen durch schnellere Jugendentwicklung und damit zu vermindertem Herbizideinsatz und geringerer Erosion führen, andererseits wurde der Maisanbau mit seinen ökologischen Folgen bis in kältere Lagen hinein attraktiv, die z.T. geneigt und damit besonders erosionsgefährdet sind. Damit wurde das Verbreitungsgebiet des Maiszünslers ebenfalls vergrößert. Diese Anbauausweitung hat v. a. Grünfutterpflanzen im Extensivanbau verdrängt und damit einen Artenrückgang mit verursacht, allerdings wurde Grünfutter erst seit etwa 50 Jahren in entsprechenden Lagen angebaut und hatte seinerseits verschiedene Getreidepflanzen verdrängt.

Die Toleranz gegenüber Stickstoff (Gülle) und Triazin-Herbiziden führte zu ökologisch bedenklichen Auswirkungen. Gleichzeitig ist Mais ertragreich und im Deckungsbeitrag wettbewerbsstark. Durch die Anbauausweitung aus der Marktnachfrage gewannen Umweltprobleme an Bedeutung. Insgesamt handelt es sich bei den festgestellten negativen Auswirkungen um Folgen pflanzenbaulicher Maßnahmen als Folge der Industrialisierung der Landwirtschaft. Sie sind nicht unmittelbar der Züchtung zuzuschreiben, wären aber ohne die Eigenschaften heutiger Maissorten nicht möglich gewesen.

2.1.1.6 Raps

Raps (*Brassica napus*), ein Kreuzblütler, ist ein Bastard aus zwei Brassica-Arten (*B. campestris* und *B. oleracea*), zu denen sehr viele Kulturarten gehören. Raps kann als europäisch, aber nicht unbedingt als in Österreich einheimisch gelten, die genetische Basis ist schmal. Raps ist diejenige Nutzpflanze, die am häufigsten gentechnisch verändert wurde.

Raps ist winterfest (bis -20 Grad) und bedarf der Vernalisation, ist gut angepaßt und verlangt wenig Pestizideinsatz (bis auf Insektizide beim Winterraps). Die Samen bleiben lange keimfähig, so daß der Durchwuchs auf dem Feld im nächsten Jahr beseitigt werden muß. Auf Ruderalstandorten oder Ackerrainen sind häufig einzelne Rapspflanzen zu beobachten. Die ökologische Streubreite ist groß, die Konkurrenzkraft, gegenüber Unkräutern relativ hoch, reicht allerdings - im Gegensatz zu den verwandten Rübsen - nicht aus für eine Verwilderung, so daß keine dauerhafte Etablierung oder Persistenz über mehrere Jahre außerhalb des Ackers nachgewiesen werden konnte.

Auch Kreuzungspartner sind relativ häufig, da Brassica-Arten mit ihren zahlreichen Kultur- und Wildpflanzen kompatibel sind. Die Saatgutproduktion erfolgt daher unter Restriktionen, die eine Kreuzbestäubung verhindern sollen. Sowohl die Wasser- als auch die Nährstoffansprüche (durch beschränktes Aneignungsvermögen) sind hoch. Bei niedrigen Erträgen besteht die Gefahr der Stickstoffauswaschung, Raps kann jedoch im Herbst Stickstoff in hohem Maße binden (catch crop). Die Durchwurzelung ist kräftig, die Bodenbedeckung durch die lange Standzeit von 9-10 Monaten gut. Raps ist durch seine allelopathische Eigenschaften als Vorfrucht wertvoll und wirkt sich günstig auf das Wachstum anderer Kulturpflanzen aus. Die Bodenansprüche sind relativ niedrig. Raps hat auch Bedeutung als Bienenweide.

Die Anbau erfolgte meist zur Ölproduktion für industrielle Zwecke, in letzter Zeit auch für die Nahrungsmittelproduktion. Die Anbaufläche wurde aus ökonomischen Gründen (z. B. Industriepflanzenproduktion, Raps-Methyl-Ester, abbaubare Schmierstoffe) in Österreich in acht Jahren um das siebenfache ausgeweitet, ein Ausmaß, das nicht ausschließlich mit züchterischen Fortschritten zu erklären ist, obwohl es diese zweifellos gegeben hat. Qualitätsanforderungen haben zur Verschiebung von Inhaltsstoff-Anteilen geführt, deren ökologische Signifikanz unklar ist. Die züchterische Beseitigung von Bitterstoffen (Glucosinolate) in den sogenannten OO-Sorten hat neue Verwertungsmöglichkeiten - auch als Futtermittel - eröffnet. Wie bekannt, hat diese Veränderung mittelbar zum Verenden von Wild geführt, das derarti-

gen Raps in großen Mengen verzehrt und damit einen weiteren Inhaltsstoff aufgenommen hat, der möglicherweise die Effekte verursachte. Obwohl die Bitterstoffe Resistenzeigenschaften vermitteln, wurde die Krankheitsanfälligkeit der Rapspflanzen nicht beeinflusst. Durch den stark gestiegenen Rapsanbau kommt es mittlerweile zu einzelnen allergischen Reaktionen durch Sensibilisierung gegen Rapspollen.

Bezüglich ökologischer Auswirkungen ergeben sich trotz der potentiellen Verwilderungs- und Auskreuzungstendenzen wenig Hinweise - mit Ausnahme des erwähnten Fallwildes durch OO-Sorten. Es ist allerdings fraglich, wie dieser Effekt im Sinne der Risikoabschätzung einzuordnen ist, da er, so die übereinstimmende Einschätzung, kaum vorhersehbar gewesen wäre.

2.1.1.7 Robinie

Die Robinie (*Robinia pseudacacia*) ist eine baumförmige Leguminose aus feuchten Regionen Nordamerikas (in den Appalachen bis 1100 m Seehöhe) und wurde im 17. Jh. als Zierbaum in Europa eingeführt. Sie wurde wegen ihrer guten Brennholzeigenschaften rasch verbreitet, konnte hier Fuß fassen und auch verwildern. Es gibt verschiedene Varietäten für unterschiedliche Klimate, da sie hauptsächlich in Mittel- und Osteuropa, aber auch im Südwesten angebaut wird. In den letzten 40 Jahren wurde die Anbaufläche stark ausgedehnt, die Robinie ist heute das dritt wichtigste Hartgehölz. Umtriebszeiten betragen 20 - 30 Jahre, nach dem Rückschnitt kommt es zur Regeneration aus der Wurzelbrut. Die Vermehrung erfolgt zumeist vegetativ, ein Auskreuzen ist in Europa nicht bekannt. Die Samenproduktion führt ohnehin meist nicht zur Vermehrung, denn die Samen, die eine lange Lebensdauer haben, benötigen zum Auskeimen die besondere Bedingungen nach Waldbränden.

Die Robinie hat etliche Eigenschaften, die sie für eine Kulturpflanze und einen erfolgreichen Waldbaum auszeichnet. Sie besitzt durch ihre Fähigkeit zur Stickstofffixierung eine hohe Konkurrenzkraft als Pionierpflanze und wächst rasch. Durch eine ausgedehnte starke Wurzelbrut, die sich schnell bildet und lange Ausläufer hat (bis 20 m), kann loser Boden befestigt werden; sie eignet sich daher zur Erosionskontrolle, ist allerdings Gräsern gegenüber im Nachteil. Die Robinie ist äußerst robust und gegen Umweltbelastungen widerstandsfähig, wie etwa Salzgehalt im Boden oder Ozon in der Luft; sie eignet sich daher auch als Stadtbaum. Sie wächst auch auf schlechtesten Böden (mit Ausnahme sehr trockener und schwerer, staunasser) und reichert Stickstoff an - untergepflanzte Laubbäume können so im Wachstum gefördert werden. Diesem Effekt steht allerdings ein sehr hoher Nährstoffbedarf in der Jugendphase gegenüber. Das Laub ist als Viehfutter zu verwenden, und durch die hohe Biomasseproduktion ist die Robinie auch als Energiepflanze interessant - der Heizwert als Brennholz ist sehr hoch. Außerdem besitzt sie ein sehr hartes und ohne chemische Behandlung gegen Fäulnis resistentes Holz, das vielfach nutzbar ist, insbesondere im Bergbau, aber auch für die Möbelherstellung. Die Robinie ist zudem eine gute Bienenweide. In Ländern wie Ungarn wird sie aus diesen Gründen als anpassungsfähiger „Problemlöser“ für mancherlei Anwendungen von der Schnittholzproduktion bis zur Erosionskontrolle angesehen, die auf landwirtschaftlich nicht nutzbaren Flächen plantagenmäßig angebaut wird und mittlerweile 18% des Waldbaumbestandes ausmacht. Seit dem zweiten Weltkrieg wurden dort verschiedenen Varietäten je nach Verwendungszweck gezüchtet und es bestehen Pläne, das Areal auszuweiten.

Ökologische Auswirkungen ergeben sich durch die starke Verwilderungstendenz, die auf denselben Eigenschaften beruht, die die Robinie als Kulturpflanze attraktiv macht - nämlich die hohe Konkurrenzkraft, die leichte Regenerierbarkeit aus ihrer Wurzelbrut und die Stickstofffixierung. Da sie ein Pionierbaum ist, der in der Natur nach Waldbränden keimt und viel

Licht benötigt, wird die Ausbreitung einer verjüngungshemmenden Ruderalflora und nitrophiler Pflanzen unter Robinien-Einfluß an Waldrändern, auf Schlägen und generell in geschwächten Wäldern gefördert. Die Konkurrenzkraft gegenüber anderen Waldbäumen ist hingegen nicht sehr groß, wenn sie diese nicht überwachsen kann. Die Robinie ist - dies ist allerdings nicht unumstritten - eine gute Wirtspflanze für die Mistel und hat örtlich zu deren Verbreitung beigetragen, ebenso zu der der Robinien Schildlaus, die auch andere Bäume angreift.

Die Robinie enthält toxische Substanzen vor allem in der Rinde und den Blättern und ist mit manchen anderen Waldbäumen wie der Birke, und der Buche nicht kompatibel, so daß es zu deren Verdrängung kommt. Insbesondere Kiefern werden - möglicherweise durch die Wasserkonkurrenz - geschädigt, so daß sie krankheitsanfällig werden. In ihrer Heimat ist sie hingegen mit verschiedenen Laub- und Nadelbäumen offensichtlich problemlos vergesellschaftet. Durch die intensive Wurzelbrut kann die Robinie die Vegetation nachhaltig verändern, wodurch einheimische Arten zurückgedrängt werden - gerade auf landwirtschaftlich kaum nutzbaren Standorten, die ein Refugium für zahlreiche Arten darstellen, ist das ein wesentliches Problem.

Eine dauerhafte Entfernung der Robinie ist nur durch Herbizidanwendung möglich, gegen die sie empfindlich ist, so daß die Entscheidung, die Robinie anzupflanzen, mehr oder weniger irreversibel ist. In Österreich bestehen daher Bedenken, die Robinie - trotz ihrer positiven Eigenschaften - forstlich zu nutzen, auch wenn ein Klöngemisch für den Anbau in Aussicht ist.

2.1.1.8 Sonnenblume

Die Sonnenblume (*Helianthus annuus*), ein Korbblütler, besitzt eine große natürliche Variabilität; es kommt ständig zu spontanen Bastardierungen, daher ist die Systematik schwierig. Sie wurde im 16. Jh. aus Mexiko eingeführt, erlangte aber erst im 19. Jh. wirtschaftliche Bedeutung in Rußland. Die Sonnenblume hat eine hohe Assimilationsleistung mit großer Biomasseproduktion. Sie kann sich generativ (Fremdbefruchtung, im Feldbau verwendete Sorten) wie vegetativ (einige Ziersonnenblumensorten) vermehren und kommt unbeständig verwildert vor, ist aber nicht konkurrenzstark genug für eine dauerhafte Etablierung. Einheimische Kreuzungspartner gibt es keine, eine Kreuzung mit Topinambur und temporär verwilderten Zierformen der Sonnenblume ist aber möglich. Die Persistenz der Hybride ist allerdings gering einzuschätzen.

Sonnenblumen sind zwar kältetolerant und können daher früher ausgesät werden als Mais, sind aber ähnlich anspruchsvoll bezüglich der Temperatursumme. Ölsonnenblumen haben einen hohen Wasserbedarf, bei Luxuskonsum kann es zu einer Entleerung der Bodenwasserreserven kommen. Die Bodenansprüche sind niedrig, ebenso der Pflanzenschutz- und Düngerbedarf (bis auf Kalium). Durch den späten Reihenschluß sind allerdings - ähnlich wie beim Mais - in der Jugendphase Unkrautbekämpfungs-Maßnahmen nötig; es treten ebenfalls Erosionsprobleme auf. Sonnenblumen sind - wie Raps - eine wichtige Bienenweide.

Diese ein- oder mehrjährige (manchmal auch ausdauernde) Zier- und Nutzpflanze wird ebenfalls aus Gründen der Marktlage (Alternativkultur) in weitaus stärkerem Maße angebaut als früher, obwohl weniger züchterische Veränderungen zu verzeichnen sind als beim Raps. Diese betreffen den Ölgehalt und dessen Zusammensetzung und die Wuchshöhe sowie Resistenzen. Das Sortenspektrum ist derzeit sehr breit und der großflächige Anbau in Österreich relativ neu, dadurch besteht offenbar genug genetische Heterogenität, um Schädlingsprobleme klein zu halten. Allerdings könnte sich das bei einer weiteren Ausweitung des Anbaus oder durch das Vorherrschen weniger Sorten langfristig ändern. Hier könnten insbesondere bei den heute den Ölsonnenblumenanbau dominierenden Hybridsorten (mit hohen

Ertragssteigerungen und Selbstbefruchtung) längerfristig Probleme entstehen. Da Sonnenblumen aber bereits vor der starken Ausdehnung der Anbaufläche landwirtschaftlich genutzt wurden, fanden Schädlinge immer geeignete Wirtspflanzen und zeigen Wirtskontinuität.

Spezifische Umwelteffekte aus dem Anbau von Sonnenblumen - bis auf die Ausbeutung der Bodenwasservorräte - lassen sich derzeit nicht ausmachen, bei einer weiteren Ausweitung der Anbaufläche könnten sich langfristig Probleme in bezug auf den Wasserhaushalt, auf Erosionen und auf Herbizidanwendungen einstellen. Eine Tendenz zur genetischen Uniformität könnte bei der Sonnenblume zu Problemen in bezug auf Ertragssicherheit und Resistenzen führen. Über die ökologische Signifikanz der angestrebten Frühreife ist wenig bekannt, es läßt sich vermuten, daß ähnliche Effekte in bezug auf die Anbauausweitung wie beim Mais auftreten könnten, sofern die Marktlage das begünstigt. Die Unbeständigkeit temporär verwilderter Sonnenblumen und ihrer Hybride lassen hingegen wenig ökologische Signifikanz erwarten.

2.1.1.9 Topinambur

Topinambur (*Helianthus tuberosum*) ist eine mehrjährige eingebürgerte Verwandte der Sonnenblume, die auch mit ihr kreuzbar ist. Sie wurde etwa gleichzeitig mit der Kartoffel aus einer Zone Nordamerika eingeführt, die klimatisch Mitteleuropa zu vergleichen ist. Zeitweise war sie eine ernsthafte Konkurrenz, ist aber heute wesentlich „exotischer“ und wird seit dem 19. Jh. kaum mehr angebaut. Sie ist aufgrund ihrer Herkunft klimatisch besser angepaßt und wesentlich konkurrenzstärker als die Kartoffel, weswegen sie als „low-input“-Energiepflanze neuerdings wieder interessant wird. Die Knollen von Topinambur sind winterhart (bis -30 Grad), aber kaum lagerfähig und tragen Wurzeln. Topinambur blüht als frostverträgliche Kurztagspflanze sehr spät und verlangt Fremdbefruchtung. Samenbildung ist in Mitteleuropa kaum möglich und die Produktion von Saatgut und damit die Züchtung schwierig.

Topinambur ist im Anbau äußerst anspruchslos in bezug auf Düngung und Pestizide, der Wasserbedarf ist aber hoch. Unkrautbekämpfung entfällt nahezu durch die hohe Konkurrenzkraft. An Schädlingen fallen lediglich *Sclerotinia* (Stengel- und Knollenfäule, die eher unspezifisch ist; sie führt aber zu Problemen in der Fruchtfolge, für die ansonsten Topinambur eine Bereicherung ist) und Nagetiere auf. Aus diesen Gründen wäre Topinambur auch für den biologischen Landbau geeignet. Allerdings muß ein Durchwuchs im nächsten Jahr (mechanisch oder mittels Herbiziden) entfernt werden, weil nur einjährige Kulturen vom Ertrag her sinnvoll sind, Knollen und deren Bruchstücke aber persistieren können und im nächsten Jahr austreiben.

Mit dem Inhaltsstoff Inulin wäre Topinambur eine Bereicherung des Speisezettels (u.a. für Diabetiker), allerdings wurden kaum Zuchtanstrengungen unternommen. Auch für die Durchsetzung als Industriepflanze müßten einige Kulturpflanzeigenschaften eingezüchtet werden, z.B. in bezug auf den Zuckergehalt (Ertrag), Lagerfähigkeit oder die Standfestigkeit. Derzeit ist die genetische Diversität sehr hoch. Kreuzbarkeit besteht nur mit unbeständig verwilderten Sonnenblumen, nicht aber mit einheimischen Pflanzen, so daß es nicht zu dauerhaft persistierenden Hybriden kommt (diese wurden jedenfalls nicht beobachtet).

Topinambur kommt - durch die Winterhärte der Knollen, die hohe Regenerationsfähigkeit aus Knollenbruchstücken und die große Biomasseproduktion sowie den hohen Wuchs - dauerhaft verwildert vor, allerdings offenbar nicht in dem Maße, wie es aufgrund der Eigenschaften zu erwarten wäre. Ökologische Auswirkungen wurden gut untersucht und ergeben sich aus der Tatsache der Verwilderung. Insbesondere die Flora an Flußufern kann durch verwilderte Topinamburpflanzen mit ihrem hohen Wasserbedarf geprägt werden, wobei es - allerdings nicht sehr häufig - auch zur Verdrängung einheimischer Arten kommt. Sekundäre Effekte wie

das Ausgraben der Knollen durch Kleinsäuger und die anschließende Verkolkung des Flußlaufes sind umstritten, die Wildäsung kann aber Auswirkungen auf die Konkurrenzstärke der verwertenden Wildtiere haben. Immerhin wurde u. a. am Beispiel der Topinambur das Modell der „exotic species“ entwickelt.

2.1.1.10 Weizen

Weizen (*Triticum aestivum*) ist eine (einjährige) einheimische Langtag-Getreidepflanze, die seit der Eisenzeit gezüchtet wird. Seit dem Mittelalter haben Kultursorten alte Weizenarten verdrängt. Heute ist Weizen weltweit (bis in Höhen von 500 bis 1000 Metern) verbreitet.

Weizen ist im Anbau sowohl in bezug auf den Boden (Löß-Lehm) als auch auf das Klima und die Fruchtfolge anspruchsvoller als andere Getreidearten. Er ist winterfest (bis -20 Grad), Vernalisation ist notwendig. Da er sehr großflächig und intensiv angebaut wird, sind die Anforderungen an den Pflanzenschutz und an die Düngung hoch. Die Konkurrenzkraft des Weizens reicht nicht für eine Persistenz außerhalb des Ackers, daher verwildert er nicht. Selbstbestäubung ist üblich, ein spontanes Auskreuzen auf Roggen möglich, Auswirkungen sind aber nicht bekannt. Die Fruchtfolgewirkung ist meist gut. Gegen gewisse Inhaltsstoffe (Gliadin) können bei manchen Menschen Allergien bestehen.

Der Weizen war Gegenstand intensiver Züchtung, die meist über Kreuzungen erfolgt; Hybridzüchtungen sind noch wenig bedeutend. Die Züchtungsziele betrafen in erster Linie den Ertrag. Durch die großen Züchtungsanstrengungen wurde die genetische Basis eingeschränkt - geht man vom gesamten Genpool aus, bedeutet jede Züchtung, die nicht disruptiv ist, eine gewisse genetische Verarmung. Genetische Einheitlichkeit - zu großflächiger Anbau einer einzigen Sorte - führte in einzelnen Fällen (etwa in der Ukraine) zu Ernteaussfällen durch massiven Schädlingsbefall. Ob Hochleistungssorten tendenziell krankheitsanfälliger sind, ist aber nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Das Vorherrschen bestimmter hochproduktiver Sorten im Anbau ist allerdings nicht als unmittelbares Ergebnis von Züchtung anzusehen, sondern wird, wie auch die Praxis des „high input“ (s. u.), von der Marktlage diktiert.

Ein bedeutendes Problem ist das Lagern, d. h. das Umknicken der reifen Halme, wodurch die Ähren auf den Boden gelangen und von Pilzen befallen werden können bzw. sich nicht mehr maschinell ernten lassen. In der Vergangenheit wurden chemische Halmverkürzer gegen solche sogenannten Lagerungstendenzen eingesetzt, heute gibt es Kurzstrohrassen, die mechanisch stabiler sind. Allerdings kann ein Einfluß auf das Mikroklima (erhöhte Feuchte und stärkerer Pilzbefall) nicht ausgeschlossen werden. Die Halmverkürzung brachte auch einen verbesserten Ernteindex (mehr Korn, weniger Stroh). Ein weiteres Ziel war die Backqualität (hoher Kleberanteil) für die Weißbäckerei, weniger allerdings für Vollkornbrote.

Derzeit prägen „high-input“-Sorten das Bild, die hohe Anbauintensität in hohen Ertrag umsetzen. Diese Sorten können als ökologisch relevant angesehen werden, indem sie das Potential für eine energie- und pestizidintensive und damit „unökologische“ Landwirtschaft mitgeschaffen haben. Andererseits verlangt die Entwicklung von derartigen Weizensorten nicht automatisch nach einem höheren Input, sondern solche Sorten haben nur die Fähigkeit, einen hohen Input in einen höheren Ertrag umzusetzen - sie liefern Erträge, die mit solchen „alter“ Sorten vergleichbar sind, auch bei geringerem Input. Auch die Kurzstrohigkeit läßt sich in dieser Sicht interpretieren, sie diene einerseits der Ertragssicherung, indem Verluste vermindert werden, andererseits erlaubte sie eine weitere Steigerung des Ertrages durch schwerere Ähren - allerdings wieder unter der Gefahr der Lagerung. Ein weiteres Problem erhöhten Inputs ist eine mögliche erhöhte Krankheitsanfälligkeit durch die Bedingungen des Intensivanbaus.

Da der Krankheitsdruck hoch ist, kann eine wünschenswerte Verringerung des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes nur durch neue Resistenzen erreicht werden. Es ist umstritten, ob die (mühsamere) Einführung horizontaler Resistenzen zugunsten der (einfacheren, aber nur temporär wirksamen) monogener vernachlässigt wurde. Der ökologische Landbau jedenfalls hat heute Probleme mit samenübertragbaren Brandkrankheiten, gegen die Resistenzen nicht vorliegen, da die Saatgutbeizung allgemein üblich ist.

2.1.1.11 Zusatzgutachten: Fichte

Univ.-Doz. Dr. Thomas Geburek vom Institut für Forstgenetik der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn bei Wien erstellte ein Gutachten zu den ökologischen Auswirkungen aus dem Fichtenanbau, insofern sie sich mit bestimmten genetisch fixierten Eigenschaften korrelieren lassen (Geburek, 1995).

Im Vergleich zu agrarischen Nutzpflanzen ist die Baumart Fichte (*Picea abies*) genetisch variabler. Zahlreiche Rassen (Ökotypen) haben sich im Laufe der Evolution innerhalb des Fichtenareals ausgebildet. Selektions- und Driftbedingungen in den eiszeitlichen Refugien haben Einfluß auf die heutigen genetischen Differenzierungsmuster genommen. Die geographisch-genetische Differenzierung der Baumart ist aber durch den Menschen verringert worden. So ist Saatgut aus unterschiedlichen Gegenden im letzten Jahrhundert nach Österreich gebracht worden und auch die forstliche Nutzung der Fichtenbestände mit meist künstlicher Verjüngung hat zur genetischen Vermischung geführt. Es ist daher nicht möglich, einen Vergleichsstandard festzulegen, der die Art umfassend charakterisieren würde. Selbst innerhalb Österreichs ist eine Charakterisierung durch die ausgeprägte Höhendifferenzierung nicht möglich. Hoch- und Tieflagenexemplare unterscheiden sich nicht nur in ihrem Habitus, sondern auch physiologisch und genetisch. Die Genotyp-Umwelt-Interaktionen der Fichte sind wesentlich vielfältiger als bei genetisch homogeneren Nutzpflanzen.

Bezogen auf den Genpool steht der Einfluß der Züchtung gegenüber natürlichen Faktoren bei weitem zurück. Grundsätzlich gilt für jede auf gerichteter Selektion basierende Züchtung, daß die genetische Variation der Züchtungspopulation geringer ist als in der Ausgangspopulation. Für eine nachhaltige Nutzung forstlicher Ökosysteme ist aber angesichts der sich rasch verändernden Umwelt eine hohe Anpassungsfähigkeit nötig, die eine hohe genetische Variation erfordert. Waldbäume sind sehr langlebig und besiedeln i. d. R. ein großes Areal. Da die Erhöhung der genetischen Variation meist kein erklärtes Zuchtziel ist, ist eine eher eingeschränkte genetische Anpassungsfähigkeit die Folge von züchterisch bearbeiteten Waldbaumpopulationen. Daher werden nur in wenigen europäischen Ländern Züchtungsprogramme für die Fichte mit anschließender Klonvermehrung durchgeführt, im Gegensatz zu Lärche und Pappel. Aufgrund der im Vergleich zum Pappelanbau längeren Umtriebszeit der Fichte ist eine größere Klonanzahl in Klöngemischen erforderlich.

Die standortgemäße Auswahl der Provenienz oder der Klonmischung ist problematisch. Auch in Österreich ist im Lauf der Umtriebszeit mit einer Änderung der Umwelt zu rechnen. Züchtungsbestrebungen basieren aber auf der Annahme der Umweltkonstanz. Die forstliche Praxis trägt heute zur Erzielung anpassungsfähiger Fichtenbestände bei, indem evolutionäre Prozesse nicht wie bei Kahlschlag mit anschließender Pflanzung unterbrochen, sondern Bestände durch eine natürliche Absaat und Pflege des Jungwuchses natürlich verjüngt werden.

Zu den beobachteten Auswirkungen eines Fichtenreinbestandes (natürlich oder künstlich) gehören eine gewisse Artenarmut in Flora und Fauna und damit ein geringes Äsungsangebot mit der Tendenz zu Verbißschäden. Auswirkungen auf den Boden entstehen durch die Zusammensetzung der Streu (besser abbaubar als bei anderen Nadelbaum-, weniger gut als bei Laubbaumarten), Wurzeltracht (bei hohem Grundwasserspiegel geringe Senkwurzeln

und Windwurfgefahr), Bestandsinnenklima (dunkler und konstanter als bei anderen Baumarten, aber abhängig von forstlicher Behandlung) und Wasser- und Nährstoffhaushalt (Möglichkeit der Entkopplung des Ionenkreislaufs und Versauerung, nicht aber auf basenreichen eutrophischen Untergründen, auf denen das Bodengefüge durch Fichtenanbau nicht verschlechtert wird). Der Wasserverbrauch liegt im Mittelbereich, durch die Filterwirkung geraten aber Luftschadstoffe ins Wasser, so daß Probleme in niederschlagsarmen Gebieten auftreten. Genetisch bedingte Unterschiede in bezug auf diese Parameter sind nicht experimentell untersucht, obwohl Auswirkungen von verschiedenen Genotypen auf die Umwelt wahrscheinlich sind. Genotypspezifische Änderungen, d.h. ökologische Auswirkungen bestimmter Fichtenrassen lassen sich aber nicht quantifizieren. Analogieschlüsse auf der Basis von Einwirkungen genetisch nicht modifizierter Waldbäume sind daher kaum möglich. Im Hinblick auf die Erhaltung anpassungsfähiger Waldbaumpopulationen ist eine Risikoabschätzung etwa nach den Kriterien in Anhang II B der EU-Richtlinie 94/15/EWG für transgene Bäume - im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Nutzpflanzen - nach Ansicht des Autors heute nicht sinnvoll.

2.1.2 Zusammenfassungen der Ergebnisse

In eigenen Teilberichten wurden vom ÖÖI und dem ÖFZS die Ergebnisse der beiden Institute zu den zehn von ihnen untersuchten Nutzpflanzen jeweils zusammengefaßt und interpretiert. Nicht einzelne Eigenschaften bestimmter Pflanzen oder eindeutige Antworten auf die forschungsleitenden Fragen der ursprünglichen Aufgabenstellung, sondern generelle Aussagen, welche aufgrund der Ergebnisse der Recherchen getroffen werden können, stehen im Mittelpunkt. Die Frage, ob Rückschlüsse von den Eigenschaften auf die festgestellten Effekte möglich sind, wird unterschiedlich beantwortet, daher gelangten die Institute zu unterschiedlichen Empfehlungen. Beide unterstrichen aber die Notwendigkeit, die landwirtschaftliche Praxis bei der Beurteilung von Effekten zu berücksichtigen. Aufbauend auf diese Überlegungen werden langfristige (ÖÖI) bzw. kurz- bis mittelfristige (ÖFZS) Strategien vorgeschlagen.

2.1.2.1 ÖÖI: Rahmenbedingungen als Ursache für Effekte

Das ÖÖI betont, daß sich kein direkter Zusammenhang zwischen neu aufgetretenen Problemen und Neuzüchtungen herstellen läßt. Da die landwirtschaftliche Praxis sehr heterogen ist, ist die Determinierung ökologischer Auswirkungen durch Eigenschaften kaum abschätzbar - z.B. die Auswirkungen der Kühltoleranz sind abhängig von der räumlichen Ausdehnung des Anbaus und der Anbaupraxis -, daher besteht keine lineare und eindeutige Verbindung. Züchterische Veränderungen führten zu veränderten Anbaubedingungen und damit zu ökologischen Auswirkungen. Es gibt deutliche Hinweise auf derartige Auswirkungen über das Anbausystem und die damit verbundene Praxis, ohne die gewisse Eigenschaften nicht sinnvoll sind. Beispiele hierfür sind die high-input-Sorten bei Weizen und Raps, die Kurzstrohigkeit bei Weizen und die schwachwachsende Unterlagen beim Apfel. Andererseits führen Probleme aus einer Anbaupraxis zu Neuzüchtungen, die wieder andere Probleme verursachen, wie bei Kartoffel und Apfel. Im Mittelpunkt müssen daher Züchtungsziele, daraus resultierende Entwicklungen und Anbaupraxis stehen. Folgende Entwicklungen in der Züchtung werden als ökologisch relevant angesehen:

Etablierung monogener Resistenzen: Die durch die Züchtung verbesserte Resistenz wird von einem höheren Krankheitsdruck durch die hohe Aggressivität der Pathogene aufgehoben, welche durch die derzeitige Anbaupraxis gefördert wird. Der Schwerpunkt liegt auf monogenen Resistenzen, weil diese leichter einzuführen sind. Sie führen aber in der Regel nicht zu einem dauerhaften Schutz, da virulente Rassen selektiert und damit epidemische Krank-

heitsausbrüche hervorgerufen werden. Dazu haben Abwehrsubstanzen wenig erforschte Auswirkungen auf den Boden.

Der Rückgang der **genetischen Diversität** im Agrarökosystem führt zu einem Verlust genetischen Materials, aber vor allem zu einer Einseitigkeit in der Bodennutzung. Diese führt u.a. zu einem erhöhten Schädlingsdruck und damit zum Pestizideinsatz, zu verstärkter Düngung sowie unter Umständen zu erhöhter Erosion. Die Tendenz wird durch die Uniformität in Anpassung an die Qualitätsvorgaben der Verwerter sowie durch Zuchtanstrengungen gefördert, die sich auf die ökonomisch wichtigsten Arten beschränken. Ertragssteigerung ist dabei das alles beherrschende Ziel. Voraussetzung für die Relevanz eines eventuellen Auskreuzens schließlich ist das Vorhandensein eines Hybrids, dessen gesamte Eigenschaften zu betrachten sind.

Mangelnde Standortanpassung der Sorten kann durch pflanzenbauliche Maßnahmen und Chemie zum Teil ausgeglichen werden, die sich negativ auf Boden und Grundwasser auswirken können. Werden die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Bodenprozessen nicht beachtet, so führt das dazu, daß dem wichtigen Nährstoff-Aneignungsvermögen der Pflanzen zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wird und geringere Symbioseeffekte (etwa durch Mycorrhiza) in Kauf genommen werden. In der Folge besteht die Gefahr, daß Nährstoffe ausgewaschen und ins Grundwasser eingetragen werden.

Qualitätsziele nach den Anforderungen der Verarbeiter und damit die Anpassung des Produktes der Pflanzen als Rohstoff für den industriellen Verarbeitungsprozeß bevorzugen Eigenschaften, die sich chemisch eindeutig definieren lassen. Andere, die weniger gut definierbar sind - wie etwa der Geschmack -, müssen dagegen zurücktreten.

Ertragssteigerungen durch high-input-Sorten, die mit überdurchschnittlichen Leistungen auf eine hohe Anbauintensität reagieren, haben das Potential für eine energieintensive, umweltbelastende und nicht standortangepaßte Landwirtschaft geschaffen. Die Züchtung war stets den gleichen ökonomischen Rahmenbedingungen unterworfen wie der Landbau selbst. Neuerdings läßt sich allerdings ein Umdenken in Richtung "low input"-Eignung feststellen, d.h. eine Veränderung dieser Rahmenbedingungen.

Für die weitere Vorgangsweise empfiehlt das ÖÖI verstärkte Forschungen über den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und ökologischen Auswirkungen. Hierfür sind neue Erkenntnismethoden notwendig, deren Erarbeitung bisher vernachlässigt wurde. Auf diese Weise sollten ökologische Züchtungsziele in Verbindung mit der jeweiligen Anbaupraxis definiert werden, die bei der Saatgut anmeldung berücksichtigt werden sollten, um langfristig dem Ziel einer "ökologischeren" Landwirtschaft näherzukommen, also die Rahmenbedingungen zu verändern. Das wäre ein Element eines tatsächlich vorbeugenden Umweltschutzes, denn obwohl die Richtlinie ausdrücklich auf dem Vorsorgeprinzip beruht, handelt es sich nur um ein vermeintlich vorsorgendes Instrument, da die zu untersuchenden Sorten ja bereits vorhanden sein müssen. Dennoch sollten Fragen bezüglich indirekter Auswirkungen - als vorläufige Lösung - in den Fragenkatalog aufgenommen werden.

2.1.2.2 ÖFZS: Beziehungen zwischen Eigenschaften und Effekten

Das ÖFZS untersuchte die bearbeiteten Pflanzen in bezug auf Verwilderung, Auskreuzen bzw. Hybridisieren, Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge, Toleranz gegen abiotische Streßfaktoren, Inhaltsstoffe und pflanzenbauliche Ansprüche. Diese Einteilung der Eigenschaften erscheint auch für die praktische Abschätzung ihrer ökologischen Auswirkungen zielführend. Etliche Autoren haben sich bereits mit Kriterien für die Tendenz zum Verwildern und zum Auskreuzen und Hybridisieren beschäftigt. Demgegenüber wurde offenbar die Ein-

schätzung von Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge vernachlässigt, ebenso wie von Toleranzen gegen abiotische Streßfaktoren wie Trockenheit oder Kälte.

Tendenz zur Verwilderung (Beispiele Robinie, Topinambur): Hauptauswirkung ist die Verschiebung des Artenspektrums. Die Verwilderungstendenz wird auf unterschiedliche Faktoren zurückgeführt: Zum einen sind artspezifische Voraussetzungen zu beachten (Pioniereigenschaften wie Persistenz und Ausbreitungsvermögen, Vermehrungsbiologie, Unterschiede zwischen Generalisten und Spezialisten), zum anderen umweltspezifische (nach den Faktoren Zeit, Raum und Veränderungen durch den Menschen). Weniger domestizierte Arten verwildern leichter. Daraus lassen sich hierarchisch angeordnete Kriterien ableiten, nach der das Verwilderungsrisiko abgeschätzt werden kann. Unter den bearbeiteten Pflanzen ergeben sich zwar Potentiale für Knaulgras (über das man wenig weiß), Sonnenblume, Raps, Weizen und Apfel, das Risiko muß aber für Topinambur und für die Robinie höher eingeschätzt werden.

Möglichkeit des Auskreuzens: Für die Abschätzung gibt es hierarchische Fragenstrukturen nach generativer Vermehrung, Verwandten in der natürlichen Flora, Fremdbefruchtung, Befruchtung durch Insekten oder Wind, Kreuzbarkeit, Blühperiode, Fertilität und Konkurrenzigenschaften von Hybriden. Nur wenn auch die beiden letzten positiv sind, besteht Auskreuzbarkeit. Das ist beim Apfel, bei der Karotte, beim Weizen und beim Knaulgras der Fall. Nur beim Apfel läßt sich eine negative Auswirkung dokumentieren, nämlich die Verdrängung einheimischer Wildarten an einigen Extremstandorten. Die Einschätzung, wie groß das Hybridisierungspotential ist, hängt allerdings stark vom betrachteten Zeitraum ab.

Resistenzen und Toleranzen, also Eigenschaften, die die Reaktion auf Streßfaktoren betreffen, haben häufig umweltrelevante Auswirkungen. **Resistenzen** sind ein bevorzugtes Zuchtziel. Obwohl Hochleistungssorten nicht unbedingt anfälliger sind als alte Sorten, entsteht durch die Anbauausweitung und -intensivierung ein höherer Infektionsdruck. Resistenzen betreffen biotische Streßfaktoren, sie führen zu pflanzenbaulichen Maßnahmen, die für mono/polygene Faktoren unterschiedlich sind. Das Gleichgewicht zwischen Schädlingen und Wirtspflanzen ist dabei abhängig von Erfolgen der Züchtung einerseits und der Mutationsfähigkeit der Schädlinge andererseits. Man unterscheidet präformierte Resistenz (Inhibition, Allelopathie) im Gegensatz zu induzierter Resistenz. Monogene Resistenzen sind als Zuchtziel leichter zu realisieren als polygene. Sie verleihen vollständigen, aber in der Regel nur temporären Schutz, weil die Resistenz von virulenten Schädlingstämmen leichter überwunden werden kann als eine polygene. Der Mechanismus, auf dem eine Resistenz beruht, und damit das Gleichgewicht zwischen Wirt und Parasit kann sowohl von morphologischen (z.B. Behaarung) als auch von physiologischen Eigenschaften (z.B. zelluläre Immunität gegen Viren) abhängen.

Toleranzen gegenüber abiotischen Streßfaktoren bestimmen die lokale Anbauwürdigkeit. Negative Umweltauswirkungen werden dann ausgeprägter, wenn die Kultur an die Grenzen ihres natürlichen Verbreitungsgebietes gelangt oder nicht gut angepaßt ist. Toleranzen bestehen etwa bezüglich der Temperatur (Kühle- und Temperatursummen-Toleranz) und bezüglich der Wurzelenausbreitung (Trockenheits- und Nährstofftoleranz, wichtig für die Eignung für low-input-Anbau). Die Züchtung ist zwar einfacher als die auf Resistenzen, weil nicht mit ständigen Veränderungen wie bei Parasiten zu rechnen ist, andererseits sind solche Streßfaktoren komplexe Begriffe und daher ist die Selektion schwieriger. Toleranzen müssen nicht immer Zuchtziele sein, sondern können in den Sorten bereits vorhanden oder „Nebenprodukt“ anderer Zuchtungsziele sein.

Inhaltsstoffe sind sicherlich dann relevant, wenn sie toxisch oder allergen sind. Ökologisch bedeutsam sind sie insbesondere dann, wenn sie Toleranzen oder Resistenzen bedingen.

Inhaltsstoffe bestimmen auch Qualitätsmerkmale und damit die Anbauwürdigkeit und Anbaufläche, die den bedeutsamsten Einzelfaktor für ökologische Auswirkungen darstellt.

Pflanzenbauliche Maßnahmen ergeben sich aus den Pflanzeigenschaften, sie werden von den Ansprüchen bestimmt, die von der jeweiligen Kultur in Wechselwirkung mit der Umwelt vorgegeben werden, also insbesondere von ihren Resistenzen und Toleranzen. Wenn man Analogieschlüsse im Sinne der Studie ziehen will, dürfen sie nicht separat gesehen werden, sondern der biologische Anspruch, den diese Maßnahmen erfüllen, muß betrachtet werden. Andererseits unterliegen Maßnahmen im Pflanzenbau sozioökonomischen Einflüssen und sind daher markt- und wirtschaftsabhängig. Auswirkungen werden somit letztlich sowohl von Pflanzeigenschaften als auch von Pflanzenbaumaßnahmen beeinflusst - beide sind zu berücksichtigen.

2.1.3 Kommentare

Bereits in den Vorgesprächen zur Auswahl der zu untersuchenden Beispiele zeigte sich, daß es schwierig sein dürfte, lineare Beziehungen zwischen Eigenschaften und Effekten herzustellen. Aufbau, Ausrichtung und Vorgangsweise der Studie wurden von einigen Interviewpartnern kritisch kommentiert:

- Die Fragestellung sei einseitig auf die Eigenschaften der Pflanzen ausgerichtet und blende die Praxis (inklusive ökosozialer und marktwirtschaftlicher Zusammenhänge) aus.
- Pflanzenspezifische Auswirkungen seien nicht nachweisbar und daher nicht vorauszusagen, Kausalketten ließen sich nicht verfolgen.
- Die Artenauswahl müsse willkürlich bleiben, daher würden zufällige Effekte betrachtet, allgemeinen Schlüsse seien nicht möglich.
- Insbesondere seien Auswirkungen der Eigenschaften von Pflanzen nicht von solchen der Praxis zu trennen.
- Da man nie alle möglichen Effekte vorhersagen kann, lohne es den Aufwand nicht, sich derart eingehend damit zu beschäftigen; sinnvoller sei es, Begleitkontrollen über auftretende ökologische Auswirkungen einzurichten und rechtzeitig gegenzusteuern.

Die kritischen Kommentare einiger externer Experten¹⁰ zu den Zwischenberichten der beiden Institute wiesen in unterschiedliche Richtungen. So wurde etwa einerseits betont, daß Pflanzenzüchtung privatwirtschaftlich organisiert sei; Züchter richteten ihre Ziele nach den Anforderungen der Landwirte und nicht umgekehrt. Zuchtziel sei z.B. nicht die Entwicklung monogener Resistenzen, sondern von Resistenzen generell, monogene waren bisher lediglich leichter erreichbar. Die Ziele blieben im wesentlichen dieselben: Ertragssteigerung, Resistenz, Herbizidverträglichkeit, Stabilität, bessere Erntbarkeit und Homogenität; sie würden von internationalen Gremien wie der Food and Agriculture Organization (FAO) und vom Bedarf der Verarbeiter über den Markt. Sollten ökologische Probleme berücksichtigt werden, seien diese im Einzelfall zu diskutieren.

Vertreter des ökologischen Landbaus meinten andererseits, daß die Rückführung negativer Auswirkungen bei Mais und Weizen auf sozio-ökonomische Rahmenbedingungen kaum zu konkreten Aussagen führe. Die Ertragssteigerung bei Weizen hätte zu einer Anbauausweitung geführt, die Dinkel und Roggen verdrängt habe, wodurch deren Vielfalt verlorengegangen sei. Das Problem der Nitratauswaschung bei Mais und Raps sei auch als Folge der

¹⁰ Prof. Heiko Becker, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen; Univ.-Doz. Dr. R. Hron, Bundesanstalt für Landwirtschaft, Wien; Dr. Elke G. Jarchow, Ciba-Seeds, Basel; Ing. Peter Kunz, Pflanzenzüchtung Triemenhof - Girenbad, Hinwil/Zürich

Züchtung zu sehen, die wesentlichen Anteil an der Ausweitung der Anbaufläche hatte. Züchtung hätte also „Türöffnerfunktion“ für die Intensivlandwirtschaft gehabt. Im Sinne einer ökologischen Argumentation sollte die Verantwortung lokalisiert werden, die „der Markt“ keinesfalls trüge.

Die Beurteilung ökologischer Auswirkungen bestehender Züchtung hinterfrage die allgemeinen Ziele der Pflanzenzüchtung und damit der Landwirtschaftsstruktur. Diese werde bestimmt durch die Nachfrage nach bestimmten Produkten, die in konkurrenzfähiger Weise hergestellt werden müßten. Heute stehe die Ertragssicherung im Mittelpunkt, die neue, ökologisch verträglichere Strategien erfordere (z.B. durch Integrierten Pflanzenschutz), wobei der Züchtung eine wesentliche Rolle zukomme. Werkzeuge zu einer Verbesserung der ökologischen Situation, darunter auch die Gentechnik, sollten genutzt werden.

Ein Vergleich der Strategien müßte allerdings stark differenzieren. So seien Kurzstrohigkeit und Standfestigkeit nicht unbedingt miteinander gekoppelt, Langstrohsorten konkurrierten aber Unkraut besser aus. „High-input“-Weizensorten brächten auch im biologischen Anbau gute Erträge, die Backqualität sei jedoch abhängig von der Stickstoffzufuhr. Die Anfälligkeit für Pilzkrankheiten steige zwar hauptsächlich mit der Stickstoffdüngung - im ökologischen Anbau verliefen Epidemien flacher, daher brauchten die Resistenzen weniger hoch sein - „stay-green“-Sorten von Mais und Weizen allerdings neigten zu erhöhtem Ährenbefall. Es müßte weiters definiert werden, ob sich die genetische Diversität auf unterschiedliche Arten oder die innerhalb der Art, einschließlich Wildpflanzen und Samenbanken, bezieht und welcher Zeitrahmen zugrunde gelegt wird - ein Rückgang in der Diversität der Sorten sei nicht festzustellen. Richtgrößen für die Standortanpassung und eine ökologischer Bewertung von Qualitätszielen, die zunächst wertfrei seien, fehlten ebenfalls.

Anhaltspunkte für die Risikoabschätzung transgener Pflanzen wurden vermißt. Die Berichte der Institute, so wurde kritisiert, behandelten Einzelfälle, die nicht verallgemeinerbar seien. Außer beim Mais (Frühreife) seien keine Schlüsse von Eigenschaften auf ökologische Auswirkungen zu ziehen, eine Prognose bestehender Probleme in der Landwirtschaft hätte sich als unmöglich erwiesen, die praktische Erprobung (einschließlich Monitoring) sei zielführender. In der Praxis werde die Standortanpassung neuer Sorten durch den intensiven Meinungsaustausch zwischen Züchtern, durch die Saatgutprüfung und die landwirtschaftliche Beratung gewährleistet. Vor- und Nachsorge sollte daher - wie in den USA - nur für transgene Züchtungen mit Auswirkungen auf die Gesundheit und für solche mit besonders aggressiven oder völlig neuen Eigenschaften geregelt werden.

Ein Abschlußworkshop führte zu - teilweise inkompatiblen - alternativen Vorschlägen:

- Für eine Risikoabschätzung wären Interaktionen zwischen Genotyp und Umwelt und Rückwirkungen auf Phänotyp und Population zu beachten, daher sei eine Risikoabschätzung für langlebige Pflanzen wie Bäume unmöglich. Da sinnvolle und stichhaltige Beurteilungen auch für viele andere Pflanzen kaum sinnvoll durchführbar erschienen, sollte als Alternative das Gewicht mehr auf Monitoring gelegt werden.
- Ein reines Monitoring verlagere die Probleme nur, weil von vornherein festgelegt werden müsse, welche Effekte beobachtet werden sollen. Wegen Unklarheiten im Bewertungssystem und weil die Beurteilung von Anbaumethoden nicht kurzfristig möglich sei, werde auch ein Fragenkatalog wie in Anhang II B der EU-Richtlinie 94/15 immer unzureichend bleiben. Daher sei das Erarbeiten einer neuen Strategie notwendig, wobei man bei der Definition der Ziele in der Pflanzenzüchtung ansetzen müsse, um - durch Verknüpfung mit der Praxis - langfristig ökologische Qualitätskriterien in die Züchtung einzuführen.
- Da ganz neue Kriterien politisch nur schwer durchsetzbar sein würden, müßte zumindest eine zusätzliche Frage nach der landwirtschaftlichen Praxis in den Kriterienkatalog aufge-

nommen werden, die eventuell auch in die Sortenprüfung einzubauen wäre. Dabei sei die Bewertungsgrundlage von Bedeutung; man müsse sich also einigen, was als „Normalfall“ in der landwirtschaftlichen Praxis gelten soll. Überlegungen zu einer „Beeinflussung der landwirtschaftlichen Praxis“ könnten in Auflagen für das Monitoring münden.

- Da von transgenen Pflanzen keine neuartigen ökologischen Auswirkungen zu erwarten seien, gehe die internationale Tendenz zu vereinfachten Verfahren, denen sich Österreich anschließen sollte. Eine Beurteilung von Anbaumethoden für transgene Pflanzen sei innerhalb der vorgeschriebenen Frist nicht durchführbar. Eine weitere Frage zur landwirtschaftlichen Praxis sei daher nicht zielführend.

Für den Auftraggeber stellte sich die Alternative der Generalkritik an der derzeit üblichen Praxis der Risikoabschätzung einerseits (Vorschlag 1 und 2) und andererseits einer Aufgabe des Vorhabens, praxisrelevante ökologische Auswirkungen in die Beurteilung mit einbeziehen (Vorschlag 4). Alle Vorschläge sind begründ- und argumentierbar, allerdings bestehen Zweifel, ob sie sich auch verwirklichen lassen bzw. ob damit dem Grundsatz der Risikoabschätzung nach dem Vorsorgeprinzip Genüge getan wird. Als praktikabler Mittelweg bot sich Vorschlag 3 an, daher wurde nach einem Weg gesucht, diesen in die Praxis umzusetzen. Für die weiteren Überlegungen wurde daher als Arbeitshypothese die Annahme zugrunde gelegt, daß sich dokumentierte Auswirkungen mit Hilfe der Kriterien aus dem Anhang II B der EU-RL 94/15/EG erheben lassen. Anhand von drei Beispielen wurde in der Folge untersucht, ob diese Annahme zutrifft bzw. welche Änderungen der Kriterien hierfür notwendig wären.

2.2 ERGEBNISSE DER ABSCHÄTZUNG NACH DER EU-RL 94/15/EG

Um Aufschluß über die Eignung der Kriterien in Anhang II der EU-RL 94/15/EG zu erhalten, die festgestellten Effekte abzudecken, wurden diese in einem Gedankenexperiment an einige Ergebnisse aus den Recherchen über die herkömmliche Nutzpflanzen angelegt, soweit dies sinnvoll erschien. Im Mittelpunkt dieser "retrospektiven" Abschätzung sollten nicht nur diejenigen Eigenschaften stehen, die bei Risikoabschätzungen für transgene Pflanzen derzeit vorrangig berücksichtigt werden (also in erster Linie solche, die die Tendenz zum Auskreuzen und Verwildern betreffen). Vielmehr sollten auch die Auswirkungen verschiedener Resistenzen und Toleranzen untersucht werden, soweit sie erkennbar sind und sich als umweltrelevant erwiesen hatten. Hierfür wurden drei Pflanzenarten ausgewählt, von denen anzunehmen war, daß sie aufgrund der in Klammern angeführten umweltrelevanten Eigenschaft besonders signifikante Beispiele liefern:

- **Weizen** (Kurzstrohigkeit): Die ökologische Signifikanz wurde in den Berichten von ÖFZS und ÖÖI unterschiedlich gesehen.
- **Mais** (Kühletoleranz): Ökologische Auswirkungen entstehen durch die Unterschiedlichkeit der Standorte.
- **Robinie** (Verwilderungstendenz): Probleme sind auf kompetitive Vorteile u. a. aufgrund der Fähigkeit zur Stickstofffixierung zurückzuführen.

Ein viertes Beispiel, die Karotte, wurde wegen ihrer Auskreuzbarkeit in die engere Wahl genommen. Obwohl Evidenz für Gentransfer besteht, ist die praktische Signifikanz dieser Ereignisse fraglich - ein Vergleich zu Raps erscheint außerdem möglich. Diese Nutzpflanze wurde daher nicht näher untersucht.

Die anderen beschriebenen Arten wurden gegenüber den o.a. Beispielen als weniger bedeutsam für die Analyse nach dem Kriterienkatalog angesehen: Die Kartoffel wurde in zahlreichen Anträgen auf Freisetzung bereits intensiv bearbeitet. Der Apfel stellt als Edelobst (Problematik Unterlage - Edelreis) einen Sonderfall dar. Beim Knaulgras ist die Datenlage

unbefriedigend. Der Raps wurde - ähnlich wie die Kartoffel - bereits bearbeitet, die Auskreuztendenzen sind beschrieben. Effekte wie der Fallwildanteil durch OO-Sorten sind prinzipiell unvorhersehbar, eine Risikoanalyse würde kein sinnvolles Ergebnis liefern. Die Sonnenblume ist züchterisch wenig bearbeitet, eine bestimmte umweltrelevante Eigenschaft ist kaum herauszugreifen. Topinambur wurde als Modellfall einer „exotic species“ bereits eingehend diskutiert (Sukopp und Sukopp, 1994).

2.2.1. Weizen

Als erstes Beispiel wurde eine Weizensorte mit kurzen Halmen untersucht. Im Mittelpunkt der Recherche-Ergebnisse standen eine Veränderung des Fungizidbedarfs im Zusammenhang mit einem hochintensiven Anbau.

Die Eigenschaft der „Kurzstrohigkeit“ bewirkt eine erhöhte Standfestigkeit. Die Ertragssteigerung durch vermehrte Stickstoffzufuhr stößt bei herkömmlichen langstrohigen Sorten an Grenzen, weil die Halme leichter umknicken (die sogenannte „Lagerung“). Kurzstrohigkeit könnte daher ein Züchtungsziel sein, um die Stickstoffzufuhr zu erhöhen und damit den Ertrag weiter zu steigern, ohne daß die Halme knicken. Damit würde aber auch die Krankheitsanfälligkeit insbesondere für Pilze steigen, wodurch mehr Fungizide eingesetzt werden müssen. Pilzbefall wird hauptsächlich durch eine enge Fruchtfolge gefördert. Ein Fungizideinsatz ist bei langstrohigen Sorten ebenfalls notwendig, wenn ein hoher Ertrag erzielt werden soll, weil die Halme leichter knicken. Langstrohsorten sind deswegen riskanter im Anbau, daher dient das Ziel, den Ernteindex zu verändern, zunächst der Verminderung des Risikos, daß es - bei gleichem Stickstoffeinsatz - zur „Lagerung“ kommt. Dadurch kann aber die Stickstoffzufuhr weiter gesteigert werden, bis die Halme wieder knicken. Die Kurzstrohigkeit kann daher zu höherem Input führen - es kommt allerdings auf die Rahmenbedingungen an, die letztlich wesentlichen Einfluß auf die Auswirkungen haben.

2.2.1.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG

Die angegebenen Nummern beziehen sich auf den Kriterienkatalog in der EU-RL 94/15/EG. Diejenigen Punkte des Kataloges, die nicht aufscheinen (z.B. A 1. bis A. 4., B 1., B 7., etc.), waren für die Analyse nicht relevant bzw. unzutreffend, da sie z.T. auf die Beschreibung der gentechnischen Herstellung abzielen.

B. Informationen über die A) Empfänger oder B) (gegebenenfalls) Elternpflanzen

2. a) Informationen über die Fortpflanzung:

ii) ggf. spezielle, die Fortpflanzung beeinflussende Faktoren.

Sowohl Selbst- als auch Windbestäubung

b) geschlechtliche Kompatibilität mit anderen Kultur- oder Wildpflanzenarten.

Kreuzbarkeit mit Roggen, im Labor auch mit anderen Arten. Ein kurzstrohiger Roggen, der aus einer Kreuzung mit entsprechendem Weizen hervorgegangen sein könnte, wurde (etwa auf einem brachliegenden Feld) bisher nicht beobachtet.

3. Überlebensfähigkeit:

b) ggf. spezielle, die Verbreitung beeinflussende Faktoren.

Geringe Konkurrenzkraft. Obwohl Winter- und Sommerweizen unterschiedliche Kältetoleranzen besitzen, ist die Überlebensfähigkeit etwa gleich (nicht jedoch der Ertrag), die Kältetoleranz ist daher als untergeordneter Einflußfaktor anzusehen.

4. Verbreitung;**a) Art und Umfang der Verbreitung.**

Samen werden nur in geringem Maß verbreitet - eventuell durch Nager.

b) ggf. spezielle, die Überlebensfähigkeit beeinflussende Faktoren.

Weizen benötigt offenen Boden für das Aufkeimen.

5. Geographische Verbreitung der Pflanze.

weltweit

7. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen, nichtpflanzlichen Organismen im Ökosystem, in dem sie normalerweise angebaut wird, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Menschen und Tiere oder andere Organismen.

Für die Nahrungsaufnahme in Mangelsituationen positive Mykorrhiza-Effekte verschwinden bereits bei geringer Düngung. Manche Pilzschädlinge (Mutterkorn) sind toxikologisch bedeutsam. Der Infektionsdruck steigt bei enger Fruchtfolge und nach Lagerung (Umknicken).

D. Informationen über die genetisch veränderte Pflanze (GVP)**1. Beschreibung der eingeführten oder veränderten Merkmale und Eigenschaften.**

Die Kurzstrohigkeit ist phänotypisch zu beschreiben.

2. Informationen über die tatsächlich eingeführten/deletierten Sequenzen:

Der Kreuzungsgang, der zu der Sorte geführt hat, ist sinngemäß darzustellen.

4. Informationen über Unterschiede zwischen der genetisch veränderten Pflanze und der Empfängerpflanze im Hinblick auf: c) Überlebensfähigkeit

Ob die Überlebensfähigkeit durch geringeren Infektionsdruck erhöht wird, ist fraglich.

5. Genetische Stabilität des Inserts.

Eine ausreichende Stabilität ist Voraussetzung für die Sortenankennung.

6. Möglichkeit eines Transfers genetischen Materials von genetisch veränderten Pflanzen auf andere Organismen.

Eine Kreuzung mit Roggen ist nicht auszuschließen.

8. Mechanismus der Wechselwirkung zwischen der genetisch veränderten Pflanze und den Zielorganismen (falls zutreffend).

Durch die geringere *Circosporella*-Anfälligkeit kommt es zu verringertem Halmbruch.

9. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen.

Die Frage müßte neu formuliert werden, um Informationen mit berücksichtigen zu können, die zur Abschätzung der beobachteten ökologischen Auswirkungen notwendig sind, nämlich veränderte Wechselwirkungen mit *anderen relevanten Organismen*.

Der Begriff „Zielorganismus“ (und folgerichtig auch „Nichtzielorganismen“, eine Negation, die inhaltsleer ist) paßt nur bei direkten Resistenzen. Ein Beispiel für Organismen, die in diesem Fall dennoch beachtet werden sollten, sind Fusarien. Es ist möglich, daß bei der Züchtung die Anfälligkeit für Fusarien und *Septoria* vernachlässigt wurde. Der Begriff ist insbesondere dann unzutreffend, wenn lediglich die *Voraussetzungen* für bestimmte Schadorganismen verändert wurden, auch wenn die Veränderung eingeführt wurde, um die Schädigung dieser Organismen zu vermindern. Diese Veränderungen können aber bedeutsam sein, daher sind Angaben über veränderte *Voraussetzungen* für Wechselwirkungen mit anderen Organismen nötig. Weiters ist nicht einzusehen, wieso nur Wechselwirkungen mit Organismen von Bedeutung sein sollen, insbesonde-

re wenn es um Toleranzen geht (was allerdings hier nicht der Fall ist), daher sind auch mögliche Wechselwirkungen mit der *abiotischen Umwelt* anzugeben.

Die Eigenschaft der Kurzstrohigkeit kann zu höherem Input führen, was die Frage aufwirft, inwieweit ein Anbau unter high-input-Bedingungen erforderlich bzw. ob Weizen mit dieser Eigenschaft nicht auch für den Anbau unter low-input-Bedingungen geeignet ist. Auswirkungen auf pflanzenbaulichen Maßnahmen bzw. die *landwirtschaftliche Praxis* sind daher einzubeziehen, insbesondere hinsichtlich der möglichen Verbreitung des Organismus und der Auswirkungen auf den Input. D 9. steht im übrigen in enger Beziehung zu H 3. und H 4..

H. Informationen über die möglichen Umweltauswirkungen der Freisetzung von GVP

1. *Wahrscheinlichkeit einer gegenüber den Empfänger- oder Elternpflanzen gesteigerten Persistenz in landwirtschaftlichen Lebensräumen bzw. einer gesteigerten Invasivität in natürlichen Lebensräumen.* Persistenz und Invasivität werden nicht wesentlich beeinflusst.

2. *Vor- oder Nachteile gegenüber geschlechtlich kompatiblen Pflanzenarten, die aus dem genetischen Transfer von der genetisch veränderten Pflanze resultieren können.*

Unter natürlichen Bedingungen (etwa in einer Ruderalflora) wäre eine kurzstrohige Kreuzung mit Roggen kaum durchsetzungsfähig.

3. *Mögliche Umweltauswirkungen der Wechselwirkung zwischen der genetisch veränderten Pflanze und den Zielorganismen (falls zutreffend).*

Durch die geänderten *Voraussetzungen* für die Vermehrung von *Circosporrella* ist ein geringerer Fungizideinsatz zu erwarten.

4. *Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von potentiellen Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen.*

Gegenüber anderen Pilzen ist hingegen ein erhöhter Fungizid-Einsatz möglich, da es aufgrund der kürzeren Halmlänge zu einem größeren Infektionsdruck kommt.

Die Fragen H 3. und H 4. sollten neu formuliert werden, um den Bezug zu D 9. besser herstellen zu können.

2.2.1.2 Vorschläge

Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Beantwortung einiger Fragen (etwa D 9. und H 4.) wird vorgeschlagen, Abschnitt D und H neu zu ordnen bzw. zu ergänzen. In Abschnitt D sollten demnach Veränderungen behandelt werden, die die Wechselwirkungen - und deren Voraussetzungen - mit anderen Organismen und mit der abiotischen Umwelt bzw. der landwirtschaftlichen Praxis betreffen. In Abschnitt H sollte es um die jeweiligen ökologischen Auswirkungen dieser Veränderungen gehen. Im einzelnen wird vorgeschlagen:

- D 9. könnte in modifizierter Form lauten: *Ergeben sich geänderte Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt?*
- H 4. zielt komplementär dazu auf deren ökologische Relevanz: *Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von geänderten Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt.*
- D 9. a) könnte lauten: *Erlaubt, begünstigt oder erfordert die genetische Veränderung Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis?, um z.B. Hinweise zu erhalten, ob ein höherer Input einen höheren Ertrag ermöglichen würde.*
- H 5. könnte wiederum komplementär dazu lauten: *Mögliche Umweltauswirkungen aus einer aufgrund der neuen Eigenschaften veränderten landwirtschaftlichen Praxis. Hier kann*

z. B. auf Bodenprobleme durch Überdüngung eingegangen werden. Eine erhöhte Anfälligkeit für Schadorganismen (etwa Pilze) wäre allerdings kaum vorherzusagen.

2.2.2 Mais

Beim nächsten Beispiel, dem Mais, standen Effekte im Vordergrund, die sich aus dem hohen Wärmebedarf ergeben, nämlich die Erosion und der Herbizidbedarf, daneben auch die Verdrängung von (in erster Linie Nutzpflanzen-)Arten.

Beide Institute waren sich in der Beurteilung des Mais im Prinzip einig. Mais ist als C4-Pflanze ein Paradebeispiel einer ursprünglichen „exotic species“. Die mangelnde Anpassung an unsere Breiten führt zu einer für den Mais eigentlich zu kurzen Vegetationsperiode. Der Wärmebedarf erfordert einen lange offenen Boden, um die anfängliche Konkurrenzschwäche auszugleichen. Daher waren Frühreife und Kühletoleranz vordringliches Züchtungsziel. Die Ausreifungsphase ist durch die vorrangige Nutzung als Futtermais (Aufkommen des Silomais) nicht mehr limitierend. Dadurch und durch die Adaptierung an kältere Klimate kam es zu einer Ausdehnung der Anbaufläche nach Norden und in höhere Lagen und zur Verdrängung von alten Futterpflanzen wie Klee etc., die besser angepaßt waren. Die Bedeutung einer solchen Verdrängung wird dadurch relativiert, daß vor dem Anbau von Grünfutter auf den gleichen Flächen, die heute mit Mais bestellt werden, Getreide und Kartoffeln für den Eigenbedarf gepflanzt wurden, so daß diese erst durch Klee und andere Grünfutterpflanzen und letztere in der Folge vom Mais verdrängt wurden.

Ökologische Effekte aus der Verdrängung von Konkurrenzfrüchten sind jedenfalls darauf zurückzuführen, daß negative Auswirkungen beim Anbau dieser geringer sind. Mais ist zwar mechanisch gut bearbeitbar und liefert hohen Ertrag, negative Auswirkungen ergeben sich aber aus der späten Jugendentwicklung (Erosion durch späten Schluß, Herbizidbedarf durch anfänglich geringe Konkurrenzskraft). Mit kühletoleranten Sorten, die eine raschere Jugendentwicklung haben, treten diese Auswirkungen auf gleichen Standorten durch den früheren Schluß möglicherweise in geringerem Maße auf. In wärmeren Klimaten führt Mais andererseits ebenfalls zu Erosion, was auf die relativ große Standweite zurückzuführen ist: Die Erosionsgefahr ist, ungeachtet des Klimas, dem Maisanbau offenbar inhärent, sofern keine Mischkultur angelegt wird, wie es ursprünglich in tropischen und subtropischen Gebieten üblich war (und auch heute z.T. im biologischen Landbau praktiziert wird). Da der Anbau kühletoleranter Sorten aber auf kühlere, also ursprünglich noch weniger geeignete Gebiete ausgedehnt wurde, ergeben sich dort jedenfalls ähnliche Probleme wie die in den derzeitigen Anbaubereichen beobachteten.

2.2.2.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG

A. Allgemeine Informationen

3. Bezeichnung des Vorhabens

Silomais mit Kühletoleranz in der Jugendentwicklung.

B. Informationen über die A) Empfänger oder B) (gegebenenfalls) Elternpflanzen

2. a) Informationen über die Fortpflanzung:

ii) ggf. spezielle, die Fortpflanzung beeinflussende Faktoren.

iii) Generationsdauer.

b) geschlechtliche Kompatibilität mit anderen Kultur- oder Wildpflanzenarten.

Fremdbefruchter, einjährig, keine Kompatibilität.

3. Überlebensfähigkeit:

- a) Fähigkeit zur Bildung von Überlebens- oder Dormanzstrukturen,
- b) ggf. spezielle, die Verbreitung beeinflussende Faktoren.

Fortpflanzung ist nur mit menschlicher Hilfe möglich, daher gibt es keine Verwilderingstendenzen. Mais hat nur geringe Konkurrenzskraft.

5. Geographische Verbreitung der Pflanze.

Weltweit

7. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen, nichtpflanzlichen Organismen im Ökosystem, in dem sie normalerweise angebaut wird, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Menschen und Tiere oder andere Organismen.

Nicht bekannt; Schädlinge des Mais sind sehr spezifisch, sie haben keine Auswirkungen auf andere Pflanzen.

D. Informationen über die genetisch veränderte Pflanze (GVP)

1. Beschreibung der eingeführten oder veränderten Merkmale und Eigenschaften.

Die Kühletoleranz bringt folgende Vorteile: Durch frühes Schließen der Reihen sinkt die Erosionsgefahr; die frühere Beschattung verringert den Herbizidbedarf. Beides bezieht sich auf den Vergleich mit einer herkömmlichen Maissorte am selben Standort.

4. Verbreitung;

- b) ggf. spezielle, die Überlebensfähigkeit beeinflussende Faktoren.

Obwohl die Reifezahl unabhängig von der Kühletoleranz sein kann, ist kein Einfluß auf die Überlebensfähigkeit zu erwarten.

5. Genetische Stabilität des Inserts.

Voraussetzung für die Anerkennung als Sorte.

7. Informationen über toxische Effekte auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die durch die genetische Veränderung hervorgerufen werden.

Pilzkrankheiten (die toxische Produkte ergeben könnten) treten erst spät auf und werden von der Kühletoleranz nicht beeinflusst, da diese in erster Linie die Jugendentwicklung beeinflusst.

9. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen.

Durch geänderte Voraussetzungen sind Auswirkungen auf die Anbaupraxis möglich. Begleitende (Schad-)Organismen können bei einer Anbauausweitung "mitgeschleppt" werden.

9. a) Erlaubt, begünstigt oder erfordert die genetische Veränderung Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis? (Siehe Vorschläge zu Ergänzungen im vorigen Abschnitt: Begutachtung des Weizens.)

Bei einer Standortausweitung durch die neue Eigenschaft in kühlere Klimate sind gleichartige Praktiken (und entsprechende Probleme) zu erwarten, wie sie im derzeitigen Anbauggebiet mit herkömmlichen Sorten üblich sind. Im derzeitigen Anbauggebiet ist jedoch mit einer an die neue Eigenschaft angepaßten Praxis (und eventuell mit ökologischen Verbesserungen) zu rechnen. Weil die Auswirkungen sich beträchtlich unterscheiden dürften, stellen die Möglichkeit einer *Ausweitung des Anbaugebietes* und die Eigenschaften dieses möglichen neuen Anbaugebietes eine wichtige Information dar. Da es allerdings nicht von vornherein klar ist, ob auch eine Standortausweitung unter den Begriff „landwirtschaftliche Praxis“ fällt, sollte die Frage 9.a) entsprechend modifiziert werden.

H. Informationen über die möglichen Umweltauswirkungen der Freisetzung von GVP

4. Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von geänderten Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt. (Siehe Vorschläge zu Ergänzungen im vorigen Abschnitt über den Weizen)

Umweltauswirkungen von „mitgeschleppten“ Organismen sind nicht zu erwarten.

5. Mögliche Umweltauswirkungen aus einer aufgrund der neuen Eigenschaften veränderten landwirtschaftlichen Praxis. (Siehe Vorschläge zu Ergänzungen im vorigen Abschnitt über den Weizen)

in der Folge der Verdrängung von angepaßteren Konkurrenzfrüchten Erosion und Herbizidprobleme durch Anbau von nicht standortangepaßtem Mais, wenn die jeweiligen Anbaugelände dazu neigen (wobei in „alten“ Anbaugeländen sich die Situation verbessern dürfte, in neuen hingegen mit entsprechenden Problemen zu rechnen ist, die sich gemäß den Erfahrungen in den alten Anbaugeländen vorhersehen lassen).

2.2.2.2 Vorschläge

- D 9.a) sollte den Zusatz erhalten: „Erlaubt, begünstigt oder erfordert die genetische Veränderung Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugeländes?“
- H 5. sollte einen entsprechenden Zusatz erhalten: „Mögliche Umweltauswirkungen aus einer aufgrund der neuen Eigenschaften veränderten landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugeländes?“

2.2.3 Robinie

Das dritte Beispiel, die Robinie, wurde als Beispiel für einen Waldbaum gewählt, auch wenn eine Risikoabschätzung für derartige Pflanzen im o.a. Gutachten für fragwürdig gehalten wurde. Im Mittelpunkt standen allerdings die Effekte des Verwilderns und der Verdrängung einheimischer Wildarten, die an diesem Beispiel eines Baumes, der kein konstitutiver Bestandteil einheimischer Wälder ist, exemplarisch veranschaulicht werden können. In der Einschätzung bestand im wesentlichen Einigkeit. Durch die ausgeprägte Fähigkeit, sich vegetativ zu vermehren, kann die Robinie nur unter großen Schwierigkeiten von einem Standort wieder entfernt werden. Außerdem besitzt sie durch das besondere Wurzelsystem eine hohe Konkurrenzkraft, die zur Verdrängung einheimischer Arten führen kann.

Problematisch ist allerdings die Auswahl des Bezugspunktes für die Beurteilung: Da die Robinie als Art offensichtlich ökologische Probleme hervorruft, steht eine genetische Veränderung (neue Sorte) nicht im Zentrum der Beurteilung. Der Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG bezieht sich aber auf den Vergleich der bisherigen mit der neuen Sorte. Die Robinie kann als eine „exotic species“ gelten; die Gesamtheit der Eigenschaften ist entscheidend (der Mais ist hierin teilweise vergleichbar). Es fragt sich, ob der Kriterienkatalog mit seiner Fokussierung auf *eine* Eigenschaft für die Beurteilung derartiger Pflanzen geeignet ist.

Die genetische Basis ist bei der Robinie schwer abzuschätzen, die Variabilität groß. Es gibt wahrscheinlich eine natürliche Klonbildung, die aber nicht dokumentiert ist. Das trifft auch auf andere Baumarten zu und es bestehen grundsätzliche Bedenken gegen eine Verwendung des Kriterienkataloges in der derzeitigen Form für Forstbäume. Generell scheinen mögliche ökologische Probleme in der Forstwirtschaft wegen des dort üblichen längeren Zeithorizontes größere Beachtung zu finden als dies bisher in der Landwirtschaft der Fall war. Der entscheidende Faktor für die Ablehnung der Robinie als Plantagengehölz ist die Erwartung von Persistenzproblemen und der möglichen Verdrängung einheimischer Baumarten.

Weil die genetische Variabilität bei Waldbäumen im Vergleich zu landwirtschaftlichen Nutzpflanzen wesentlich größer ist, sind Vergleichsstandards schwer aufzustellen, denn die Standardisierung und Beschreibbarkeit einer (landwirtschaftlichen) Nutzpflanzensorte ist größer als die einer (forstwirtschaftlichen) Klonmischung von Waldbäumen. Andere erwogene Vergleiche (üblicherweise in Plantagen verwendete Robinie gegenüber einer Robinie mit einer veränderten Eigenschaft wie etwa Geradstammigkeit; Robinie gegenüber einer Alternativpflanze wie z. B. Eiche; Vergleich nach Standorten, etc.) wurden als nicht praktikabel angesehen, weil in Österreich (im Gegensatz etwa zu Ungarn) kein großflächiger Anbau von Robinien von Seiten der Forstwirtschaft toleriert wird. Daher wurden nur einige Eigenschaften nach Abschnitt B („Empfängerpflanze“) des Anhangs II B der RL 94/15/EG beschrieben.

2.2.3.1 Die Untersuchung nach dem Kriterienkatalog aus Anhang II B der EU-RL 94/15/EG

B. Informationen über die A) Empfänger oder B) (gegebenenfalls) Elternpflanzen

1. *Vollständige Bezeichnung: a) Familienname, b) Gattung, c) Spezies, d) Unterspezies, e) Cultivar/Zuchtlinie, f) Trivialbezeichnung.*

Eine Beschreibung in der geforderten Genauigkeit ist trotz der großen genetischen Variabilität im Prinzip durchführbar.

2. *a) Informationen über die Fortpflanzung:*
 - ii) *ggf. spezielle, die Fortpflanzung beeinflussende Faktoren.*

Generativ: Fremdbefruchtung zu 40-100%, Insektenbestäubung vorwiegend durch Bienen. Die Samen sind prinzipiell ausdauernd (s.u.), Ausbeuten sind nach Varietät verschieden. Die generative Vermehrung setzt Feuereinwirkung voraus und ist daher hierzulande weniger bedeutend. Die vegetative Vermehrung über die Wurzelbrut wird durch Bodenverwundungen angeregt.

iii) Generationsdauer.

Die Generationsdauer bis zum Hervorbringen von Gameten beträgt 5-20 Jahre.

3. Überlebensfähigkeit:

a) Fähigkeit zur Bildung von Überlebens- oder Dormanzstrukturen.

Da die Samen hartschalig sind, überdauert ein Teil zumindest ein Jahr. Die natürliche Lebensdauer beträgt ein bis zwei Jahre. Das Saatgut ist nur unter künstlichen Bedingungen langlebig (maximal 60 Jahre, ohne Keimkrafteinbuße 10-20 Jahre). Die Stockausschlagfähigkeit ist kaum begrenzt.

b) ggf. spezielle, die Verbreitung beeinflussende Faktoren.

Hier ist auf die Eigenschaft der Stickstofffixierung hinzuweisen. Insgesamt sollte der *Einfluß der abiotischen Umwelt auf die Überlebensfähigkeit* beschrieben werden. Dieser Punkt ist - wie es auch in den Recherche-Berichten der Institute durchgeführt wurde - aufzugliedern in

- Temperaturansprüche,
- Wasseransprüche,
- Bodenansprüche,
- Nährstoffansprüche,
- Streßtoleranzen.

Da im Kriterienkatalog des Anhangs II B keine Informationen zur genetischen Basis erhoben werden, ist eine *eigene diesbezügliche Frage* unter 3. c) in den Kriterienkatalog neu aufzunehmen.

4. Verbreitung;

a) *Art und Umfang der Verbreitung.*

b) *ggf. spezielle, die Überlebensfähigkeit beeinflussende Faktoren.*

Die Flugweite der Samen beträgt weniger als eine Baumhöhe. Pollentransfer erfolgt meist durch Bienen, in geringem Maße durch Wind. Der Anteil der Verbreitung über die Wurzelbrut an der Gesamtverbreitung ist bedeutend, aber schwer abschätzbar.

5. Geographische Verbreitung der Pflanze.

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet ist das östliche Nordamerika, künstlich (Anbauggebiet) fand die Robinie weltweite Verbreitung in gemäßigten Zonen. Die *Art der Nutzung und des Anbaus* wird zwar nach dem Anhang II B nicht erhoben, ist in diesem Fall aber wichtig, daher sollte eine eigene Frage danach eingefügt werden.

6. Bei Pflanzenarten, die in den Mitgliedsländern normalerweise nicht angebaut werden, Beschreibung des natürlichen Lebensraums der Pflanze, einschließlich Informationen über natürliche Episiten, Parasiten, Konkurrenten und Symbionten.

Hier soll (wie in Frage 3 und 7) der Lebensraum der Pflanze und ihr Verhalten beschrieben werden, mit Hinweisen über Symbionten wie Rhizobium, Unverträglichkeiten mit Birke und Buche, die Gründe für das unterschiedliche Konkurrenz- und Persistenzverhalten im Ursprungsgebiet und in Europa etc.. Frage 6 ist aber der Intention der RL nach nur für „exotic species“ i. e. S. zu beantworten, d. h. für solche, die in Europa so gut wie nicht vorkommen. Pflanzenarten, die in einem Mitgliedsland in irgendeiner Form angebaut werden, sind - ungeachtet ihrer ökologischen Auswirkungen - ausgenommen. Die Robinie stellt offensichtlich einen Grenzfall dar, bei dem derartige Angaben sinnvoll wären, der aber nicht in dem Maße „exotisch“ ist, daß er das angegebene Kriterium erfüllt. Die Formulierung „normalerweise“ ist wenig gehaltvoll. Besser (aber nicht optimal) wäre statt dessen *land- oder forstwirtschaftlich genutzt*. Desgleichen ist die Beschränkung auf den „natürlichen“ Lebensraum offensichtlich ungenügend. Folgt man dem Wortlaut in der RL, gehen wesentliche Informationen verloren, die ursprüngliche Formulierung (in 90/220/EWG) war besser. Ein Kompromiß muß gefunden werden.

7. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen, nichtpflanzlichen Organismen im Ökosystem, in dem sie normalerweise angebaut wird, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Menschen und Tiere oder andere Organismen.

Die Beschränkung auf „nichtpflanzliche“ ist nicht einzusehen (und deutet auf den Zugschnitt auf Pflanzen mit Insektenresistenz hin). Auch hier ist der Zusatz „natürlich“ wenig sinnvoll und zu streichen. Die Frage ist analog Frage 6 neu zu formulieren.

2.2.3.2 Vorschläge

- B 3. b) könnte lauten: Einfluß der abiotischen Umwelt auf die Überlebensfähigkeit (Temperatur-, Wasser-, Boden-, Nährstoffansprüche, Stresstoleranzen).
- B 3. c) (neue Frage): Genetische Homogenität, genetisches Anpassungspotential.
- B 5. b) (neue Frage): Art der Nutzung und des Anbaus.
- B 6. könnte lauten: Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Unterschiede zwischen natürlichem Lebensraum und geplantem Anbauggebiet, Informationen über natürliche Episiten, Krankheiten und Schädlinge, Konkurrenten und Symbionten.
- B 7. könnte lauten: Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Angaben über bekannte Wechselwirkungen mit der biotischen und abioti-

schen Umwelt im bisherigen Anbauggebiet; mögliche Veränderungen dieser Wechselwirkungen im geplanten Anbauggebiet, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Mensch, Tier und andere Organismen.

Abschnitt B ist zwar im Prinzip geeignet, die Ausgangspflanze adäquat zu beschreiben, allerdings bleibt offen, welche Angaben zur Ökologie für eine „exotic species“ notwendig sind. Ökologische Auswirkungen in einem künstlichen Lebensraum, in dem die Pflanze im Vergleich zu ihrem Ausgangsgebiet andere, teilweise unerwünschte Eigenschaften zeigt, sind nicht deswegen irrelevant, weil die Pflanze im EU-Raum bereits (zumindest in geringem Maß) kommerziell genutzt wird. Durch den Wortlaut der RL wird aber nahegelegt, daß deswegen weitere Angaben zur Ökologie nicht zu fordern sind. Daher muß die Formulierung der Fragen 6 und 7 verbessert werden, ohne daß gut bekannte Pflanzen wie etwa die Kartoffel in jedem neuen Antrag *in extenso* zu beschreiben sind.

3 SCHLUßFOLGERUNGEN

3.1 BEZUG ZU PRINZIPIEN DER RISIKOABSCHÄTZUNG

3.1.1 Die Abschätzung ökologischer Auswirkungen

Eine Risikoabschätzung - wie sie anhand der EU-RL 94/15/EG vorzunehmen ist - hat die Überprüfung zum Ziel, ob Risiken für das Auftreten unerwünschter Effekte für die Umwelt bestehen. Wenn ja, sind sie zu identifizieren, um sie vermeiden bzw. minimieren zu können. Es wurde von verschiedener Seite - auch von der EU-Kommission - immer wieder betont, daß es nicht auf die Art der Herstellung, sondern auf die *Eigenschaften* des jeweiligen Organismus ankomme, die bei der Risikoabschätzung daher zu beurteilen seien. Die Risikoabschätzung setzt also voraus, daß es zumindest ansatzweise möglich ist, von bestimmten Eigenschaften einer Pflanze auf ihr mögliches Verhalten unter bestimmten Umweltbedingungen, also auf *Effekte* zu schließen. Die Aufforderung, mögliche „Auswirkungen“ anzugeben, verlangt daher tatsächlich den Rückschluß von Eigenschaften auf Effekte. Gerade dies hat sich aber - sogar retrospektiv - als sehr schwierig herausgestellt: Mögliche Auswirkungen lassen sich nicht aus bestimmten Eigenschaften direkt ableiten, worüber bei allen am Projekt Beteiligten Einigkeit herrschte.

Die wenigen behandelten Beispiele sind sicherlich nicht repräsentativ für die Vielzahl unterschiedlicher Nutzpflanzen und die verschiedenen Eigenschaften, die Neuzüchtungen haben können - gerade in Zeiten eines Aufbruchs in der Pflanzenzüchtung durch neue rekombinante Techniken. Es zeigt sich aber, daß offenbar sehr wenige Auswirkungen mit bestimmten Eigenschaften der Pflanzen in Zusammenhang zu bringen sind, mag dieser auch noch so lose sein. Dies weist auf eine ungünstige Ausgangsposition für die Risikoabschätzung bei neuen Pflanzen generell hin. Wenn grundsätzlich nicht davon auszugehen ist, daß transgene Pflanzen sich wesentlich von anderen, herkömmlich gezüchteten unterscheiden, gilt das im übrigen auch für diese.

Diejenigen Auswirkungen, die mit großer Übereinstimmung als ökologisch bedenklich eingeschätzt und mit bestimmten Eigenschaften in Verbindung gebracht werden konnten (etwa die langsame Jugendentwicklung und die Erosionsgefahr, die mangelnde Konkurrenzkraft und der hohe Herbizidbedarf beim Mais) stehen oft in Zusammenhang mit einer geringen Anpassbarkeit an hiesige Umweltbedingungen (z.B. Klima) und wurden meist nicht eigens angezüchtet. Zudem finden derartige Komplexe von Eigenschaften und Auswirkungen im Rahmen einer herkömmlichen Risikoabschätzung wenig Beachtung (siehe Abschnitt über die Relevanz von Gentransfer und Verwilderung). Derartige Umwelteffekte treten in erster Linie unter den Bedingungen einer Intensiv-Landwirtschaft auf, die in der Praxis nur schwer zu verändern sind, wenn auch derzeit - zumindest in Österreich - eine „Ökologisierung der Landwirtschaft“ angestrebt wird.

Neuzüchtungen mit Toleranzen, die solche Umwelteffekte möglicherweise vermindern könnten (wie die Kühletoleranz) führen paradoxerweise zu deren Verschärfung. Das ist eher auf die größtmögliche Ausbeutung der Eigenschaft in der Praxis als auf die Eigenschaft an sich zurückzuführen und zeigte sich etwa im Falle der Kurzstrohigkeit beim Weizen, die einen Fungizideinsatz durch höhere Standfestigkeit vermeiden hilft - solange die Lagerungstendenz durch schwerere Ähren mit höherem Ertrag nicht in gleichem Maße zunimmt. Noch deutlicher ist dieser Zusammenhang im Falle der Kühletoleranz des Mais, die eine Ausweitung des Anbaus auf kältere Standorte zuläßt, bis problematische Effekte wie Erosionen oder hoher Herbizidbedarf wieder dasselbe Ausmaß erreichen, das vor der Einführung

der Sorte an wärmeren Standorten bestand - oder darüber hinausgeht, weil die Anbaufläche viel größer ist. Um ein Beispiel aus einer anderen Technik anzuführen: Niemand würde eine Brücke mit einer Tragkraft von 50 Tonnen für ebendiese Belastung freigeben, sondern eine Sicherheitsmarge verlangen; Fahrzeuge, die schwerer als 30 Tonnen sind, dürfen sie nicht überqueren. In der Landwirtschaft hingegen scheint es üblich, die Potentiale eines Organismus bis an die Grenzen der Belastbarkeit auszunützen. Vielleicht wären Sicherheitsmargen in Zukunft auch hier sinnvoll.

Die Praxis, die durch eine bestimmte Eigenschaft ermöglicht wird, ist hinsichtlich der Umweltauswirkungen offenbar wichtiger als die bloße Eigenschaft. Deren Bedeutung besteht hingegen darin, daß sie unterschiedliche Praktiken zuläßt - solche, die Negativeffekte vermindern und solche, die diese lediglich verlagern oder gar vergrößern können. Es besteht also ein ähnlicher Zusammenhang wie bei der Einführung des Bremskraftreglers im Automobilbau: der durch die neue Technik mögliche Sicherheitsgewinn in Form einer Verkürzung des Bremsweges wurde in der Praxis durch das dadurch mögliche dichtere Auffahren bei hoher Geschwindigkeit wieder wettgemacht. Der Regler ist nicht „schuld“ an Auffahrunfällen, er erlaubt aber eine Praxis, die die Gefahr negativer Folgen (hier: eines schweren Unfalls) erhöht, obwohl er gerade diese vermindern sollte.

Die Beurteilung einer Eigenschaft ohne die dazugehörige Anbaumethode ist also fragwürdig, wenn ökologische Auswirkungen im Mittelpunkt stehen sollen, die auch in der Praxis relevant sind und nicht eher akademische Fragen über mögliche Risiken in Bereichen, die sich bisher als wenig bedeutsam erwiesen haben. Ob dazu die RL 94/15/EG das geeignete Werkzeug ist, bleibt dahingestellt. Die Wortwahl der Aufforderung, „mögliche Auswirkungen“ anzugeben, legt aber nahe, daß doch eher Praxisrelevantes als Akademisches gemeint ist.

3.1.2 Das Konzept der Vertrautheit

Das OECD -Konzept der Vertrautheit soll als Richtschnur für Abschätzungen dienen, in denen hohe Unsicherheit über mögliche Auswirkungen besteht. Es dient zur Identifikation von Bereichen, in denen wegen mangelnden Wissens Vorsicht angeraten ist und Forschungsbedarf besteht. Andererseits sollten auch solche Bereiche erkennbar werden, in denen - aufgrund der Erfahrungen mit herkömmlichen Pflanzen - Antworten auf mögliche Fragen gegeben werden können oder zumindest Hinweise bestehen. Über das Risiko negativer Folgen sagt das Konzept nichts aus, nur über den Grad der Unsicherheit in einer beliebigen Frage. Es soll also in erster Linie Unsicherheit anzeigen bzw. Bereiche mit hoher Unsicherheit von solchen mit geringer unterscheiden. Voraussetzung für Antworten oder Hinweise ist allerdings, daß bereits entsprechende Fragen gestellt wurden oder daß man sich zumindest mit der Materie beschäftigt hat. Um ökologische Effekte und Eigenschaften von Nutzpflanzen einander zuordnen zu können, müßten solche Fragen also - implizit oder explizit - wissenschaftlich behandelt worden sein.

Gerade das scheint aber nach den Ergebnissen der Recherche kaum der Fall zu sein. Entweder wurden bisher entsprechende Probleme gar nicht wahrgenommen oder es hat kaum jemand danach gefragt. Bisher verursachten bestimmte Ereignisse, die heute im Zusammenhang mit transgenen Pflanzen als überprüfenswert gelten (etwa Gentransfer), keine Probleme bzw. entsprechende Auswirkungen wurden nicht als problematisch angesehen (oder z.B. nicht auf einen Gentransfer zurückgeführt). Kriterien der Saatgutprüfung, für die Auswahl der Zuchtziele etc. betrafen hauptsächlich den Ertrag, verschiedene Krankheitsresistenzen, die Erntbarkeit, Bearbeitbarkeit (z.B. Apfel) etc.. Die „Vertrautheit“ bezieht sich somit in erster Linie auf die agronomische Leistung, weniger auf tatsächliche Umwelteffekte, diese wurden höchstens sekundär in Betracht gezogen - was sich mittlerweile ändern mag (siehe vorigen

Abschnitt). Andererseits ist die Zuordnung von Eigenschaften und Effekten so schwierig, daß sie einer wissenschaftlichen Analyse nur schwer standhält und daher fragwürdig ist. Es handelt sich nicht um lineare Ursache-Wirkungs-Gefüge und zahlreiche Parameter spielen eine Rolle; nicht zuletzt ist die landwirtschaftliche Praxis entscheidend.

Das bedeutet aber, daß die „Vertrautheit“ der Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Effekten fraglich ist - im Grunde weiß man nicht viel. Das heißt, daß nach dem „Konzept der Vertrautheit“ erhöhte Vorsicht in bezug auf die Zuordnung von Eigenschaften und Effekten angebracht wäre - also eigentlich auf alle Bereiche der Risikoabschätzung, in denen nach „möglichen Auswirkungen“ gefragt wird. In bezug auf traditionelle Nutzpflanzen beobachtet man aber das Gegenteil: Meist ist zu einer Frage nichts Negatives bekannt, weil niemand je darauf geachtet hat. Das liegt u.a. daran, daß der Sachverhalt bisher kein Problem und daher für eine wissenschaftliche Untersuchung nicht interessant genug war. Ein anschauliches Beispiel liefert das als vorbildlich angesehene britische PROSAMO-Projekt, das z.B. basale Daten über Pollenflugweite, Besiedlungskapazität, Persistenz etc. einiger verbreiteter Nutzpflanzen erst erheben mußte, die für die Abschätzung transgener Pflanzen verlangt wurden (Crowley, 1992). Die Ergebnisse waren zwar nicht überraschend, aber vorher unbekannt.

Das Konzept ist also als Indikator, ob und wo Unsicherheit besteht, geeignet, als Prognoseinstrument für mögliche Effekte hingegen nicht. Bei näherer Betrachtung kann Unsicherheit auch in Bereichen auftreten, die zunächst wenig problematisch erscheinen, weil es Erfahrungen gibt und negative Effekte sich bisher nicht bemerkbar gemacht haben. Weil heute aber andere Fragen gestellt werden, treten Bereiche zutage, über die bei herkömmlichen Nutzpflanzen zuweilen wenig bekannt ist. Hier ist das „Konzept der Vertrautheit“ überfordert.

Man kann einwenden, daß derartige Fragen - wenn überhaupt - eher akademisch interessant sind. Es erscheint nicht sehr aussichtsreich, etwa wissenschaftlich gesicherte Kenntnisse über das Verwilderverhalten von Mais in Mitteleuropa anzustreben. Da aber die Risikoabschätzung im allgemeinen den Anspruch erhebt, nur nach wissenschaftlich gesicherten Daten vorzugehen, weswegen Spekulationen über mögliche, aber unwahrscheinliche Effekte (etwa aus horizontalem Gentransfer) abgelehnt werden, müßten die gleichen Maßstäbe auch an Sachverhalte angelegt werden, die als allgemein bekannt, aber nicht im strengen Sinn wissenschaftlich erwiesen gelten. Oder man gibt den Anspruch auf „wissenschaftliche“ Risikoabschätzung zu betreiben und läßt Allgemeinwissen zu. Das erscheint höchst vernünftig, sollte aber ausdrücklich deklariert werden.

3.1.3 Das „exotic species“-Modell

Das Modell der eingeführten Arten („exotic species“) ist eines der wenigen wissenschaftlichen Modelle, das über das Verhalten nicht autochthoner Pflanzen langfristige Aussagen trifft. Dabei wird die Einführung, die Nutzung, das Seßhaftwerden und die derzeitige Ausbreitung und eventuelle Verwildering und die Verdrängung einheimischer Arten, kurz die Geschichte einer Pflanze in ihrer neuen Heimat analysiert.

Die Recherche-Ergebnisse legen nahe, daß eingeführte Nutzpflanzen-Arten weniger angepaßt sind als einheimische Arten, auch wenn ihre Einführung, wie die der Kartoffel, bereits mehrere Jahrhunderte zurückliegt. Das kann sich in einer höheren Empfindlichkeit gegenüber Schädlingen mit entsprechendem Pflanzenschutzbedarf und im Extremfall (etwa beim Mais) einer völligen Abhängigkeit von menschlicher Obhut äußern, aber auch in deutlichen Konkurrenzvorteilen wie bei Topinambur und Robinie. Generalisierende Aussagen sind schwierig, Voraussagen kaum möglich. Erst retrospektiv lassen sich mögliche Gründe für

bestimmte Verhaltensweisen angeben, etwa die Winterhärte der Topinambur-Knollen im Gegensatz zu denen der Kartoffel als Voraussetzung für das Verwilderungsverhalten.

Dies wird auch von den Urhebern des Modells durchaus anerkannt. Vorhersagen im Einzelfall seien nicht möglich, sondern nur Aussagen über Wahrscheinlichkeiten bei einer Vielzahl von eingeführten Arten: „Das Modell der Einführung nicht einheimischer Arten ist ein statistisches Modell, mit dessen Hilfe man zu generalisierenden Aussagen über das Risiko unerwünschter ökologischer Auswirkungen gelangen kann, die aus der Freisetzung einer Vielzahl gentechnisch manipulierter Kulturpflanzen langfristig resultieren können.“ (Sukopp und Sukopp, 1994). Damit wird aber die Prognosemöglichkeit im Einzelfall stark eingeschränkt - gerade das ist jedoch das Wesen und die Aufgabe einer Risikoabschätzung von Fall zu Fall. Die Bedeutung des „exotic species“-Modells für den vorliegenden Zusammenhang liegt eher darin, Aufmerksamkeit für ein unerwartetes Verhalten oder für nicht intendierte Effekte zu wecken. Da es nur angibt, daß in mehr oder weniger seltenen Fällen mit negativen Auswirkungen nach langer Zeit zu rechnen ist, zeigt es wenig Eignung für die Risikoabschätzung.

Das Modell ist für die praktische Risikoabschätzung in einer weiteren Hinsicht fragwürdig, denn es ist zweifelhaft, ob transgene Pflanzen eingeführten Arten gleichzuhalten sind (auch wenn man sich auf eine phänotypische Analyse beschränkt). Die Tatsache der transgenen Veränderung besagt nichts über die Art der neuen Eigenschaften, über das Verhalten der Pflanze und dessen Tragweite. Weiters ist es fraglich - wenn auch nicht unmöglich -, daß die Übertragung einer einzelnen oder mehrerer isolierter Eigenschaften den Charakter einer Pflanze so wesentlich verändert, daß dadurch eine fundamentale Verhaltensänderung bewirkt wird. Wichtiger ist die Unterscheidung, wie hoch der Grad der Domestikation ist bzw. ob es sich um eine Kultur- oder um eine Anbaupflanze handelt (Sukopp und Sukopp, 1994¹¹).

Das Modell der „exotic species“ scheint jedoch bei einigen Punkten in der Formulierung der RL 94/15/EG Pate gestanden zu haben. So ist Abschnitt B im Prinzip geeignet, die Ausgangspflanze adäquat zu beschreiben. Allerdings bleibt die Frage offen, wieviele Angaben zur Ökologie notwendig sind. Frage 6 ist der Intention der RL nach offensichtlich nur für „exotic species“ i. e. S. zu beantworten, d. h. für solche, die in Europa so gut wie nicht vorkommen. Pflanzenarten, die in einem Mitgliedsland in irgendeiner Form angebaut werden, sind ausgenommen, auch wenn, wie bei der Robinie, ökologisch relevante Auswirkungen durchaus bekannt sein mögen. Der Schluß, daß dies irrelevant und Angaben zur Ökologie nicht zu fordern sind, weil die Pflanze im EU-Raum bereits irgendwo angebaut wird, könnte durch die RL 94/15/EG gedeckt werden - angesichts der besonderen ökologischen Gegebenheiten in Österreich (Alpinregion, einziger Anteil der EU am pannonischen Raum) ist dies besonders unverständlich. Folgt man dem Wortlaut der RL 94/15/EG, gehen also wesentliche Informationen verloren.

3.1.4 Die Relevanz von Gentransfer und Verwilderung

3.1.4.1 Stellenwert bei der Risikoabschätzung und praktische Bedeutung

Die OECD sieht in ihren „Safety Considerations for Biotechnology“ (OECD, 1992), auf der auch die EU-RL 94/15/EG basiert, Gentransfer und Verwilderung als die wesentlichsten Ereignisse an, weswegen eine Risikoabschätzung vor der Freisetzung transgener Pflanzen notwendig ist. Auch bei der Genehmigung für das Inverkehrbringen - nach entsprechenden

¹¹ Normative Schlußfolgerungen, S. 141. Danach wurden in diesem Verfahren einerseits der Grad der Domestikation, andererseits das Vorhandensein von Wildarten als Kreuzungspartner als Kriterien für das Risiko einer Verwilderung von transgenen Pflanzen herangezogen.

Feldversuchen - spielen diese Parameter eine wesentliche Rolle. Andere stehen weniger im Vordergrund: Auswirkungen auf Nichtzielorganismen bzw. unerwünschte Auswirkungen auf Zielorganismen (etwa eine Resistenzbildung gegen Insektizide in Pflanzen) sind eher Spezialfälle. Das „Auftreten unvorhergesehener Eigenschaften“ aufgrund genetischer oder phänotypischer Variabilität läßt sich per definitionem nicht vorhersehen. Risiken aufgrund fremden genetischen Materials zu vermeiden heißt in der Praxis, möglichst wenig uncharakterisierte Sequenzen in das Genom einzuführen. Humantoxizität ist nur in seltenen Fällen relevant. Hier gilt, was im folgenden über das Verhältnis zur Einbeziehung von Umweltfaktoren und landwirtschaftlicher Praxis gesagt wird, sinngemäß wie für Gentransfer und Verwilderung.

Wenn transgene grundsätzlich mit herkömmlich gezüchteten Pflanzen vergleichbar sind, müßte es auch bei herkömmlichen Pflanzen zu Gentransfer und Verwilderungen gekommen sein - was auch in einzelnen Fällen beobachtet wurde. Ein Beispiel für Gentransfer ist der Genfluß von der Wild- zur Zuchtkarotte. Dessen Auswirkungen sind zwar für die Saatgutproduktion störend, nicht aber problematisch für die Umwelt. Die *praktische* Signifikanz dieser Erscheinungen ist - im Gegensatz zu Effekten auf Ziel- und Nichtzielorganismen - ziemlich gering. Auch negative Auswirkungen aus Verwilderungen wurden nur in wenigen Fällen beobachtet (etwa bei einer von 1.000 eingeführten Arten, nach Sukopp und Sukopp, 1994).¹² Hierher gehört zweifellos die Verdrängung des Holzapfels durch verwilderte Hausäpfel in einigen sehr speziellen Habitaten. Allerdings bleibt ungewiß, wieso es ausgerechnet dort dazu kam und nicht anderswo, solche Effekte sind also kaum vorhersehbar. Zudem verstreichen lange Zeiträume, bis sie manifest werden.

Obwohl die Auswahl der Fallbeispiele in dieser Untersuchung (nur zehn Arten) sicher nicht repräsentativ ist und die Ergebnisse daher keine Allgemeingültigkeit beanspruchen können, scheinen doch Effekte aus Gentransfer in der Praxis kaum, solche aus Verwilderungstendenzen nur in relativ wenigen Fällen problematisch - hauptsächlich bei wenig domestizierten, oder nicht autochthonen und züchterisch wenig bearbeiteten Arten. Zumindest die kurzfristige Relevanz von Gentransfer und Verwilderung ist daher in der Praxis geringer als es durch die Betonung in der Risikoabschätzung nach der EU-RL 94/15/EG nahegelegt wird.

3.1.4.2 Zeithorizont

Es muß davon ausgegangen werden, daß in evolutionsbiologisch relevanten Zeiträumen Ereignisse wie Gentransfer und Verwilderungen in irgendeiner Form eintreten werden. Nach den Erfahrungen mit eingeführten Arten kann es auch in mittelfristigen Zeiträumen zu solchen Erscheinungen kommen, die mittels kurzfristiger Abschätzungen nicht zu erfassen sind. Nach dem „exotic species“-Modell sind Voraussagen im Einzelfall nicht möglich. In der bisherigen step-by-step-Prozedur werden folgerichtig nur kurzfristige Auswirkungen bei relativ wenigen Individuen überprüft. Es verwundert daher nicht, daß bisher kaum negative Begleiterscheinungen dokumentiert werden konnten. Solche wären nur durch intensives Monitoring während einer breiten Anwendung zu erheben, wie sie nach dem Inverkehrbringen zu erwarten wäre. Bei einer Genehmigung zum Inverkehrbringen werden aber in der Regel keinerlei Restriktionen mehr auferlegt, auch nicht die Verpflichtung zum Monitoring.

¹² Ca. 1% der eingeführten Arten verwildern dauerhaft, 0,1% führen zu unerwünschten Effekten. Das OTA (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1993) kommt zu ähnlichen Ergebnissen: Ca. 15% der verwilderten nicht-einheimische Arten führen demnach zu unerwünschten Effekten. Der ökonomische Schaden kann allerdings beträchtlich sein: Allein drei verwilderte Pflanzenarten, die zu Unkräutern wurden, führten 1991 demnach in den USA zu Verlusten in Höhe von 4588 Millionen US-\$.

In diesem Zusammenhang ist die Differenz in der Umtriebszeit bzw. der Lebensdauer zwischen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Waldbäumen bedeutsam (Geburek, 1995). Sind erstere überwiegend einjährig (außer Obstgehölzen), beträgt der Produktionszeitraum in der Forstwirtschaft bis zu mehreren Jahrhunderten. Das sind durchaus relevante Zeiträume für Ereignisse, wie sie im „exotic species“-Modell beschrieben werden. Allerdings lassen sich, wie dargelegt, solche Ereignisse nicht im Einzelfall voraussagen. Genauso wenig lassen sich zum Zeitpunkt der Pflanzung die Ansprüche an die Pflanzen (bzw. an das Produkt) zur Erntezeit in dreißig oder fünfzig Jahren prognostizieren oder Veränderungen voraussehen, die das Klima oder den Wasserhaushalt betreffen. Das ist eine Ursache dafür, daß die Zuchtanstrengungen bei Waldbäumen bisher bescheiden sind. Angesichts so langer Zeithorizonte hat die Anpassungsfähigkeit, die durch genetische Heterogenität gewährleistet wird, Vorrang gegenüber der Angepaßtheit in bezug auf bestimmte Ertragsparameter. Diese Unterschiede im Zeithorizont werden in den Kriterien der RL 94/15/EG nicht berücksichtigt, die in dieser Beziehung daher mangelhaft sind. Hieraus ließe sich die Forderung an die erwähnte Richtlinie ableiten, den Langfristaspekt besser zu berücksichtigen, was in der Umsetzung jedoch auf Probleme stoßen dürfte.

3.1.4.3 Beeinflussung von Gentransfer und Verwilderung durch die Umwelt

In der Praxis haben andere Effekte als Gentransfer und Verwilderung größere ökologische Auswirkungen; diese werden von lokalen Anbaubedingungen und der jeweiligen landwirtschaftlichen Praxis geprägt, die - klima- und umweltbedingt - überall unterschiedlich ist und von sozioökonomischen Parametern wie etwa Förderungsrichtlinien stark beeinflußt wird. Aber auch Gentransfer und Verwilderung hängen in hohem Maße von der lokalen Umwelt ab - und damit auch von den Anbaubedingungen.

Gentransfer setzt Kreuzungspartner voraus, deren Verbreitung lokal unterschiedlich ist. Vom Saatgutproduzenten wird aber prinzipiell eine möglichst (welt)weite Verbreitung angestrebt. Die Zulassung wird zunehmend vereinheitlicht, die wechselseitige Anerkennung der Daten zwischen den USA und der EU ist ein politisches Ziel der OECD. Es ist daher damit zu rechnen, daß transgene Sorten auch in Gebieten angebaut werden, in denen Kreuzungspartner vorkommen. Die Frage nach einem Gentransfer ist beim Inverkehrbringen also wenig sinnvoll - irgendwo wird es mit einiger Wahrscheinlichkeit dazu kommen.

Verwilderungen sind das Ergebnis einer Interaktion von (Hybrid-)Art und Ökosystem; sie sind also nicht aus der alleinigen Analyse der Eigenschaften einer (Eltern-)Art ohne Berücksichtigung der Umgebung abzuschätzen. Das wird aber bei Beurteilungen von Anträgen auf Inverkehrbringen verlangt, weil die Erfahrungen mit vorangegangenen Feldversuchen sich notgedrungen auf wenige Ökosysteme beziehen muß und daher nicht verallgemeinerbar ist.

Die landwirtschaftliche Praxis - als Teil der Umweltfaktoren - hat ebenfalls Einfluß auf die Häufigkeit von Gentransfer. So hängt die Wahrscheinlichkeit des Kontaktes zwischen Hybridisierungspartnern von der Ackerrandfläche ab (edge-effect) und daher ist es nicht unwesentlich, ob in einer Landwirtschaft große oder eher kleine Felder vorherrschen.¹³ Auch die Art der Nachbarpflanzungen, die Praxis des Herbizidgebrauchs etc. haben wesentlichen Einfluß. Gleichermäßen hängen die Möglichkeiten für eine Verwilderung u. a. von der Beseitigung des Durchtriebs, der Fruchtfolge, dem Vorhandensein einer Brache oder von Ruderalstandorten ab. Auch wenn man sich daher auf die Parameter Gentransfer und Verwilderung

¹³ Die geringere durchschnittliche Feldgröße in Norwegen gegenüber dem EU-Mittel und damit die größere Wahrscheinlichkeit einer Hybridisierung und eines Gentransfers wurde vor kurzem im norwegischen Kommentar zum Antrag auf Inverkehrbringen einer transgenen Rapsorte angeführt (Nielsen, pers. Mitt.).

beschränkt und die Wahrscheinlichkeit derartiger Ereignisse einschätzen will, läßt sich die landwirtschaftliche Praxis aus der Analyse nicht ausschließen.

3.1.4.4 Beschränkung auf „natürliche Ökosysteme“

Bei der Risikoabschätzung erhebt sich die Frage, worin eigentlich das ökologische Risiko besteht, was also die unerwünschte Umweltauswirkung ist, die es zu vermeiden gilt. Nach einer derzeit in der EU stark propagierten Lesart, die im wesentlichen auf britische Vorschläge zurückgeht, ist dies nahezu ausschließlich die Verdrängung von Arten in natürlichen Ökosystemen. Ereignisse, die in landwirtschaftlichen Ökosystemen Auswirkungen haben (z.B. das Entstehen multipler Resistenzen), können nicht erfaßt werden, weil sie lediglich zu landwirtschaftlichen Problemen führen. Daß diese ebenfalls umweltrelevant sein können, darf in diesem Zusammenhang bei der Beurteilung keine Rolle spielen, weil es sich nur um indirekte Effekte handeln könnte, deren Eintrittswahrscheinlichkeit zudem nicht mit hinreichender Sicherheit abgeschätzt werden kann.

Es ist allerdings nicht unmittelbar klar, was mit diesem Begriff gemeint ist. Werden mit „natürlichen Ökosystemen“ solche bezeichnet, die im wesentlichen unbeeinflusst von menschlichen Aktivitäten sind, so sind derartige Flächen (bis auf einige Naturschutzgebiete) in vielen Ländern West- und Mitteleuropas recht selten. Naturnahe, "funktionsfähige" Ökosysteme hingegen, die landwirtschaftlich kaum oder gar nicht genutzt werden, gibt es häufiger, vor allem in den skandinavischen Ländern, aber auch in Teilen Österreichs (etwa im alpinen oder pannonischen Raum).¹⁴ Ein Beispiel, wie eine umfassendere Sichtweise Eingang finden könnte, liefert auch der Begriff "seminatural ecosystems", wie er in der Umweltforschung im Bereich der Luftschadstoffe eingeführt wurde. Durch die unklare Definition, was unter einem "natürlichen" Ökosystem zu verstehen sei, kann der Anwendungsbereich der RL stark eingeschränkt werden, denn Einflüsse auf Ruderalstandorte und kleinräumige Verbreitungseinseln stehen kaum in deren Fokus. Es erhebt sich daher die Frage, ob die aufwendige Risikoabschätzung für transgene Pflanzen in bezug auf den möglichen abzuwendenden Schaden angemessen ist.

3.1.5 Alternativen

Aus den angestellten Betrachtungen lassen sich zwei Schlußfolgerungen ableiten, die - zur Verdeutlichung - mit besonderer Schärfe formuliert werden:

- Die derzeit übliche Praxis nach der EU-RL 94/15/EG, die sich formal am Vorsorgeprinzip orientiert, ist weit überzogen und obsolet. Sie sollte zugunsten einer (eventuell durch eine kurze informelle Abschätzung ergänzten) Anmeldung ersetzt werden, die einer Freisetzung und einem Inverkehrbringen von vornherein keine Hindernisse entgegensetzt. In diese Richtung scheint auch die Tendenz internationaler Regulierung zu gehen. Das Vorsorgeprinzip müßte bei einer solchen Regelung allerdings gänzlich aufgegeben werden.
- Die ursprüngliche umfassendere Intention der RL 90/220/EWG, die generell das Vermeiden negativer Auswirkungen von gentechnisch veränderten Organismen auf die Umwelt zum Ziel hatte, sollte aufgegriffen werden. Die Auffassung, daß allein „natürliche Ökosysteme“ zu betrachten seien, was immer darunter zu verstehen sein mag, greift zu kurz und die Abschätzung der möglichen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Praxis sollte in eine Beurteilung einfließen. Schwierigkeiten sind allerdings deswegen zu erwarten, weil

¹⁴ Desgleichen machen in den USA Nationalparks einen zwar kleinen, aber signifikanten Anteil an der Gesamtfläche aus.

der Schluß von bekannten Eigenschaften auf beobachtete Auswirkungen - bereits ohne Einbeziehung der landwirtschaftlichen Praxis - problematisch ist.

Soll also die Risikoabschätzung - wie es derzeit den Anschein hat - stark eingegrenzt und langfristig aufgegeben oder sollen ökologische Bedenken - im Sinne des Vorsorgeprinzips - ernst genommen werden, womit auch einem Bedürfnis in der Öffentlichkeit nach Risikovor-sorge entsprochen würde? Diese Alternativen soll im folgenden diskutiert werden.

3.1.5.1 Kriterium der ökologischen Relevanz - ungeachtet der Ursache der Effekte

Will man „Umweltbeeinträchtigungen vorbeugen“,¹⁵ ist zu fragen, welche negative Auswirkungen eigentlich damit gemeint sind. Wenn transgene Pflanzen mit herkömmlichen vergleichbar sind, empfiehlt es sich, „Umweltbeeinträchtigungen“ durch herkömmlichen Pflanzen zu analysieren, was im vorliegenden Projekt unternommen wurde. Es hat sich herausgestellt, daß in der Praxis insbesondere solche Auswirkungen ökologisch relevant sind, die derzeit bei der Risikoabschätzung nicht oder nur am Rande untersucht werden. Wollte man tatsächlich bedeutende Umweltbeeinträchtigungen erfassen, wäre ein sehr viel breiterer Ansatz notwendig. Dieser müßte insbesondere den Einfluß auf die landwirtschaftliche Praxis beinhalten, der aus den phänotypischen Eigenschaften der jeweiligen Sorte abzuleiten ist. Hierunter fallen, neben den „klassischen“ Parametern wie Gentransfer und Verwilderung, in besonderem Maße alle Toleranzen und Resistenzen, die das Potential für eine Anbauausweitung in sich tragen.

Vorteile: Diese Sichtweise entspricht eher der ursprünglichen Intention der RL 90/220/EWG. Sie kann dazu beitragen, nachhaltig Risiken für die Umwelt zu vermindern, weil sämtliche Parameter zur Sprache gebracht werden können, die einen Einfluß auf die Umwelt haben könnten. Das wäre selbst dann von Vorteil, wenn sie letztlich für die endgültige Entscheidung keine Rolle spielen, weil ihre Signifikanz als zu gering eingeschätzt wird - immerhin würde damit Problembewußtsein geschaffen.

Politisch wäre eine derartige Sichtweise deswegen von Vorteil, weil sie der Erwartung in der Bevölkerung auf eine umfassende Risikoabschätzung und damit den Erfordernissen der Glaubwürdigkeit entspricht. Umfragen legen nahe, daß der Risikobegriff in der Bevölkerung wesentlich umfassender gesehen wird als dies derzeit in vielen bedeutenden Kommissionen und Behörden, in denen Freisetzungsanträge beurteilt werden der Fall ist. Ein weiterer Vorteil (zumindest im Sinne eines umfassenden Umweltschutzes) wäre, daß durch den Vergleich mit herkömmlichen Nutzpflanzen eine größere Aufmerksamkeit auf Versäumnisse und Inkonsistenzen der herkömmlichen Landwirtschaftspolitik in bezug auf die ökologischen Folgen gelenkt würde.

Nachteile: Die umfassende Sicht wäre zwar nach dem derzeitigen EU-Recht möglich, widerspricht der Praxis aber insofern, als die Kommission sich mehrfach auf eine deutlich eingeschränkte Interpretation festgelegt hat, obwohl diese offenbar nicht von allen Mitgliedsländern mit getragen wird. Außerdem müßte eine Risikoabschätzung nach dieser umfassenden Sicht auch auf nicht-transgene Pflanzen ausgedehnt werden, um konsistent zu bleiben. Dies wäre aber ein schwerwiegender Eingriff in die derzeitige Praxis der Sortenzulassung. Wegen der Anzahl der zu überprüfenden Pflanzen wäre eine derartige Regelung praktisch kaum durchführbar.

Politisch ist eine umfangreiche Überprüfung neuer Sorten unrealistisch, denn die Kriterien des umfassenden Umweltschutzes, die damit in die Sortenprüfung eingeführt würden (denn

¹⁵ Aus der Präambel zur EU-RL 90/220/EWG über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt (Rat der EG, 1990).

nur dort wäre eine derartige Untersuchung sinnvoll einzubauen) verlangt eine wesentliche Änderung in Teilen der Landwirtschaftspolitik. Angesichts der bestehenden Anpassungsprobleme innerhalb des europäischen Landwirtschaftssystems wäre eine derartige Kurskorrektur ein schwer überbrückbares Hindernis für die angestrebte Effizienzsteigerung, solange diese rein ökonomisch verstanden wird.

3.1.5.2 Beschränkung auf Artenverdrängung in natürlichen Ökosystemen

Diese Alternative besteht darin, der derzeit gängigen Interpretation zu folgen und einzig die „genetische Verschmutzung“ der „unberührten Natur“ durch bisher nicht im Genpool befindliche Gene zu betrachten, aber nur dann, wenn dadurch eine Verdrängung autochthoner Arten in solchen natürlichen Ökosystemen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgelöst werden kann (auch wenn diese nicht quantifizierbar ist). Die notorischen Problemen der Abschätzung und des notwendigen Rückschlusses von Eigenschaften auf Effekte lassen die Überprüfung wohl kaum zu einer Signifikanz gelangen, die auch vor Gericht anerkannt würde. Die derzeitige Praxis, wie sie auch von der RL 94/15/EG verlangt wird, ist allerdings für diesen sehr wenig wahrscheinlichen Fall weit überzogen - wäre nicht das Gebot des vorsorgenden Umweltschutzes.

Vorteile: Da langfristige Effekte grundsätzlich nicht abschätzbar sind, kurzfristige nur mit geringer Wahrscheinlichkeit erwartet werden können und, sollten sie feststellbar sein, praktisch wohl wenig signifikant sind, ließe sich eine weitgehende Vereinfachung, wenn nicht sogar Abschaffung der aufwendigen Risikoabschätzung und Genehmigung argumentieren. Das wäre auch mit der derzeitigen, in erster Linie auf Effizienzsteigerung ausgerichteten Landwirtschaftspolitik konsistent und würde einige Einsparungen in der Verwaltung bewirken. Politisch wäre diese Sichtweise wirtschafts- und technologiefreundlich, neben den zu erwartenden Einsparungen ist mit einer deutlichen Entlastung der Saatgutzüchter zu rechnen, die damit Anreize für Neuzüchtungen mittels moderner Technologie in Europa erhielten. Das würde sich auch positiv auf die entsprechenden Wissenschaftszweige auswirken, die mit erhöhten Aufträgen aus der Industrie rechnen könnten. Insgesamt würde eine vom Gedanken der Standortsicherung geprägte kompetitiv ausgerichtete Politik ermöglicht.

Nachteile: In dieser eingeschränkten Sichtweise würden wahrscheinlich die ökologisch relevantesten Risiken übersehen. Die Beschränkung auf „natürliche Ökosysteme“ stellt den weitaus überwiegenden Teil der Fläche in Europa (die ja landwirtschaftliche Ökosysteme bedecken) de facto außer Schutz. Die Grenzziehung ist zudem schwierig; welche Eigenschaften ein „natürliches Ökosystem“ hat, müßte erst definiert werden, dabei sind interpretatorische Differenzen zu erwarten. Außerdem ist abzusehen, daß sich dabei beträchtliche nationale Unterschiede ergeben werden.

Politische Nachteile ergeben sich dadurch, daß das Vertrauen der Öffentlichkeit in die amtliche Risikoabschätzung und Gefahrenabwehr generell nachhaltig untergraben werden kann, wenn sie sich auf derart eingeschränkte Kriterien bezieht oder de facto abgeschafft wird. Immerhin ist die Funktion, das öffentliche Vertrauen zu sichern, eine offiziell bestätigte wesentliche Aufgabe der Regelung (Verrips, 1995) und eine Aufweichung würde ihre Existenzberechtigung der Richtlinie untergraben. Vertreter eines umfassenden Umweltschutzes könnten einen weiteren Nachteil darin sehen, daß keine Handhabe mehr bestünde, unter Berufung auf die Besonderheit transgener Pflanzen auf ökologische Ziele in der Landwirtschaft hinzuarbeiten. Diese Auffassung dürfte in absehbarer Zukunft allerdings obsolet werden.

3.2 VORSCHLÄGE

Vor dem Hintergrund der zutage getretenen Probleme erstellten die beiden recherchierenden Institute ÖFZS und ÖÖI in ihren Zusammenfassungen einige Verbesserungsvorschläge als Denkanstöße, wie die Überlegungen, die sich bei der nachträglichen Abschätzung dokumentierter ökologischer Auswirkungen von herkömmlichen Nutzpflanzen ergeben haben, in Zukunft bei der Risikoabschätzung berücksichtigt werden können (Soja und Soja, 1995 b; Janssen et al., 1995 b). Auf diese Weise könnte sich ein "dritter Weg" zwischen den beiden geschilderten Extremen ergeben.

3.2.1 Einbeziehen ökologischer Ziele in die Saatgutzüchtung

Das ÖÖI gelangte aufgrund seiner Recherchen zum Schluß, daß die Risikoabschätzung nach der EU-RL 94/15/EG letztlich auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt. Als Alternative wurde vorgeschlagen, die Forschung zu verstärken, um zu besseren Möglichkeiten für Schlüsse von Eigenschaften auf Auswirkungen zu gelangen. Außerdem sollten ökologische Sichtweisen umfassend in die Formulierung von Zuchtzielen einbezogen werden, die sinnvollerweise in die Saatgutprüfung aufzunehmen wären.

Vorteile: Dieser Vorschlag würde zu einer im Sinne eines umfassenden Umweltschutzes konsequenten und konsistenten Regelung führen, die unabhängig von der für die Züchtung verwendeten Technologie ist und eine radikale Umsetzung des Vorsorgeprinzips wäre. Die zu formulierenden Zuchtziele könnten relativ einfach in ein Lastenheft bei der Entwicklung neuer Sorten eingefügt werden. Da es bereits Ansätze zur Umsetzung solcher Ziele gibt (etwa das Ziel der „low-input“-Eignung), würden damit bestehende Tendenzen konsequent verstärkt. In diesem Sinne wäre auch politisch ein Beitrag zu einer langfristigen Umstellung auf eine umweltverträglichere Landwirtschaft geleistet. Kurz- bis mittelfristig würde der Zwang zum Handeln in den einzelnen Landwirtschaftsressorts auf Länderebene wie in der EU-Kommission in Richtung auf einen ökologischen Umbau der gesamten Landwirtschaft verstärkt.

Nachteile: Dieser Ansatz setzt voraus, daß über den Inhalt des Begriffs "ökologisches Ziel" Einhelligkeit herrscht - eine Annahme, die auf absehbare Zeit unrealistisch sein dürfte. Weiters ist Voraussetzung, daß bereits heute, ohne die Ergebnisse der geforderten verstärkten einschlägigen Forschung abwarten zu können, eindeutige Rückschlüsse von (zu erzielenden) Eigenschaften auf (ökologisch erwünschte) Effekte möglich sind, um solche Eigenschaften definieren zu können. Dies ist grundsätzlich ebenso problematisch wie bei der Risikoabschätzung, bei der von bestehenden Eigenschaften auf möglicherweise unerwünschte ökologische Auswirkungen geschlossen wird. Anreize zum Beispiel für die Verwendung von Sorten mit low-input-Eignung müßten über geeignete Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft erfolgen. Solche neuen Rahmenbedingungen setzten jedoch bereits eine erhebliche Umorientierung in der Prioritätenfestlegung voraus - sie sind also nicht Mittel, sondern Ziel. Politisch können Nachteile für die Umweltressorts entstehen, indem Kompetenzen zu den Landwirtschaftsministerien bzw. zu der für Landwirtschaftsfragen zuständigen DG 6 der EU-Kommission verlagert werden. Das stößt auf Widerstand auch von Seiten vieler im Umweltschutz Aktiven, weil bei der Saatgutprüfung traditionellerweise ganz andere Parameter im Mittelpunkt stehen. Viele sehen daher eine sachgerechte Umsetzung als fraglich an.

3.2.2 Einführung zusätzlicher Fragen zur landwirtschaftlichen Praxis

Das ÖFZS erkennt grundsätzlich die Probleme der Risikoabschätzung an, steht aber auf dem Standpunkt, daß Kausalzusammenhänge fallweise zumindest ansatzweise zu diskutieren seien. Daher wurde der Vorschlag aufgegriffen, anhand einiger Beispiele die Handhabbarkeit des Fragenkatalogs aus der EU-RL 94/15/EG anhand der Recherche-Ergebnisse zu testen. Dabei stellte sich heraus, daß einige wesentliche umweltrelevante Effekte, die sich aus der landwirtschaftlichen Praxis ergeben, nicht abgedeckt werden können und das ÖFZS schlug vor, zusätzliche Fragen einzuführen, die sich auf diese Praxis beziehen.

Vorteile: Der größte Vorteil einer solchen Regelung besteht darin, daß unter Beibehaltung der derzeitigen Struktur ein Eingehen auf Effekte möglich wird, die in der Praxis zu den ökologisch bedeutsamsten gehören und die bisher vernachlässigt werden (mußten). Das bedeutet, daß die eingespielten Mechanismen der Risikoabschätzung im wesentlichen beibehalten werden können und die Umsetzung nicht mit allzu großen Problemen konfrontiert sein würde. Allerdings reicht der von der EU vorgegebene Zeitraum von 60 Tagen wahrscheinlich nicht aus, so daß die Antragsteller bewegt werden müßten, (freiwillig) eine Vorlaufzeit von ca. 6 Monaten einzuräumen, in denen grundlegende Angaben (ohne wettbewerbsrelevante Details) des vorbereiteten Antrages bekanntgegeben werden, um die Diskussion der Implikationen zu ermöglichen. Politisch entspricht dieser Vorschlag den derzeitigen Vorstellungen sowohl in Österreich als auch in anderen EU-Mitgliedsländern wie etwa Dänemark und liegt grundsätzlich auch im Interesse der Umweltressorts dieser Mitgliedsländer und der für den Umweltschutz zuständigen DG XI der EU-Kommission.

Nachteile: Die größte Schwierigkeit besteht darin, daß die landwirtschaftliche Praxis schwer abzuschätzen und regional sehr unterschiedlich ist. Dadurch werden die geforderten Angaben zwangsläufig unverlässlich und kaum überprüfbar. Das grundsätzliche Problem der Inkonsistenz bleibt ebenfalls bestehen, weil die Regelung nur für transgene Pflanzen gilt. Außerdem ist es fraglich, ob es zur Konsequenz eines Verbots kommen kann, sollte eine Kommission oder Behörde zu dem Schluß gelangen, daß signifikante Risiken zu erwarten sind. Politische Probleme könnten sich daraus ergeben, daß derzeit die Signale der EU-Biotechnologie-Politik eher in die Richtung weisen, Regelungen abzubauen und zu vereinfachen. Insbesondere Mitgliedsländer wie Großbritannien, Frankreich, die Niederlande und möglicherweise Deutschland würden eine derartige Regelung kaum unterstützen. Weiters ist zu erwarten, daß eine solche Regelung Alibicharakter annimmt, weil die geforderten Angaben kaum in der durch die EU-Regulierung festgelegten Zeit von 60 Tagen zu erbringen sind. Ob es realistisch ist, auf die Mitarbeit der Antragsteller zu bauen, bleibt dahingestellt. Zudem sind Differenzen in der Interpretation zwischen den einzelnen Mitgliedsländern sehr wahrscheinlich, so daß die uneindeutige Situation, die heute herrscht, nicht bereinigt würde.

3.2.3 Modifikationen des Fragenkatalogs

Langfristig kann die Einführung „ökologischer“ Zuchtziele (die aber eindeutig definiert sein müssen) nach dem Vorschlag des ÖÖI im Sinne eines vorsorgenden und umfassenden Umweltschutzes die bessere Alternative sein. Immerhin hat diese Lösung für sich, daß sie zu konsistenten Regelungen führt, transgene Pflanzen nicht benachteiligt und Marktkräfte prinzipiell für die Umsetzung nutzbar macht. Allerdings ist bis zur Einführung solcher Ziele auf breiter Ebene noch ein weiter Weg. Dennoch könnten bereits jetzt Anstrengungen unternommen werden, insbesondere Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und ökologischen Auswirkungen aufzuspüren, auch wenn diese indirekt oder komplex sind, um so die Grund-

lagen für ein besseres Verständnis von Auswirkungen neuer Züchtungen in landwirtschaftlichen Ökosystemen zu schaffen und zu einer Definition dessen zu kommen, was mit "ökologischerem Wirtschaften" umrissen werden kann.

Kurz- bis mittelfristig hingegen könnte - trotz aller Probleme - die Einbeziehung der landwirtschaftlichen Praxis, wie sie das ÖFZS vorschlägt, zumindest für eine Ausweitung des Horizontes sorgen, die längerfristig auch für eine Verbreitung von ökologischen Zuchtzielen den Boden bereitet. Für eine derartige Strategie müssen einige Punkte der RL 94/15/EG ergänzt werden, die in der Folge angeführt sind. Die detaillierte Diskussion ist Kapitel III zu entnehmen, in dem die drei Beispiele Weizen, Mais und Robinie anhand der Kataloges aus dem Anhang II B der EU-RL 94/15/EG einer (fiktiven) Risikoabschätzung unterzogen wurden. Die Angaben beziehen sich auf den o.a. Anhang II B.

3.2.3.1 Abschnitt B.

"Informationen über A) die Empfänger- oder B) (gegebenenfalls) Elternpflanzen"

Dieser Abschnitt beschreibt die Empfänger- (bzw. Eltern-)pflanzen, gibt also wesentliche Informationen über die Ausgangsbasis der genetischen Veränderung. Um zukünftige Eigenschaften abschätzen zu können, sind Informationen über das Verhalten der Pflanze in der Umwelt notwendig. Es bleibt allerdings offen, wieviele Angaben zur Ökologie der Pflanzen notwendig sind.

Frage B 3 („Überlebensfähigkeit“) ist wesentlich für die generelle Einschätzung der Pflanze. Frage B 3. b) („ggf. spezielle, die Überlebensfähigkeit beeinflussende Faktoren“) sollte, um den Einfluß der abiotischen Umwelt auf die Überlebensfähigkeit zu beschreiben, nach dem Vorbild der Einteilung der Berichte der beiden recherchierenden Institute ÖÖI und ÖFZS aufgliedert werden in Temperatur-, Wasser-, Boden-, Nährstoffansprüche und Streßtoleranzen:

B. 3. b) Einfluß der abiotischen Umwelt auf die Überlebensfähigkeit (Temperatur-, Wasser-, Boden-, Nährstoffansprüche, Streßtoleranzen).

Da auch keine Informationen zur Homogenität der genetischen Basis erhoben werden, ist Frage B 3 unter Einbeziehung von Angaben zum genetischen Anpassungspotential zu ergänzen:

B. 3. c) Genetische Homogenität, genetisches Anpassungspotential?

Insbesondere für Pflanzen mit langer Umtriebszeit bzw. Lebensdauer wie etwa Waldbäume wären Ergänzungen notwendig, die die Langfristigkeit der Abschätzung ersichtlich machen. Frage B 5 („Geographische Verbreitung der Pflanze“) sollte ergänzt werden durch Angaben über die Art der Nutzung und des Anbaus:

B. 5. b) Art der Nutzung und des Anbaus.

In Frage B 6 („Bei Pflanzenarten, die in den Mitgliedsländern normalerweise nicht angebaut werden, Beschreibung des natürlichen Lebensraums der Pflanzen, einschließlich Informationen über natürliche Epiphyten, Parasiten, Konkurrenten und Symbionten“) soll (wie auch in Frage B 3 und B 7) der Lebensraum der Pflanze und ihr Verhalten darin beschrieben werden. Dazu gehören Hinweise über Symbionten, über Unverträglichkeiten, der Hinweis auf die Gründe für ein unterschiedliches Konkurrenz- und Persistenzverhalten im Ursprungsgebiet im Vergleich zu Europa etc. Frage B 6 ist aber der Intention der RL nach nur für „exotic species“ i. e. S. zu beantworten, d. h. für solche, die in Europa so gut wie nicht vorkommen. Pflanzenarten, die in einem Mitgliedsland in irgendeiner Form angebaut werden, sind - ungeachtet ihrer ökologischen Auswirkungen - ausgenommen. Die Robinie stellt z. B. einen

Grenzfall dar, bei dem derartige Angaben sinnvoll wären, der aber nicht in dem Maße „exotisch“ ist, daß er das angegebene Kriterium erfüllt.

Die Formulierung „normalerweise“ ist wenig gehaltvoll. Besser (aber nicht optimal) wäre statt dessen „land- oder forstwirtschaftlich genutzt“. Desgleichen ist die Beschränkung auf den „natürlichen“ Lebensraum offensichtlich ungenügend. Folgt man dem Wortlaut in der RL, gehen wesentliche Informationen verloren, daher ist Frage B 6 zu modifizieren:

B. 6. Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Unterschiede zwischen natürlichem Lebensraum und geplantem Anbauggebiet, Informationen über natürliche Epiphyten, Krankheiten und Schädlinge, Konkurrenten und Symbionten.

Die Beschränkung in Frage B 7 („Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen, nichtpflanzlichen Organismen im Ökosystem, in dem sie normalerweise angebaut wird, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Menschen und Tiere oder andere Organismen“) auf „nichtpflanzliche“ deutet auf den Zuschnitt auf Anträge für Pflanzen mit Insektenresistenz hin und ist daher zu spezifisch. Auch hier macht der Zusatz „natürlich“ wenig Sinn und ist zu streichen. Die Frage ist analog Frage 6 entsprechend neu zu formulieren

B. 7. Bei Pflanzen, die in den Mitgliedsländern land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden: Angaben über bekannte Wechselwirkungen mit der biotischen und abiotischen Umwelt im bisherigen Anbauggebiet; mögliche Veränderungen dieser Wechselwirkungen im geplanten Anbauggebiet, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Mensch, Tier und andere Organismen.

3.2.3.2 Abschnitte D. und H.

„Informationen über die genetisch veränderte Pflanze (GVP)“ und „Informationen über die möglichen Umweltauswirkungen der Freisetzung von GVP“

Während unter Abschnitt D nach den Veränderungen der Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen oder der abiotischen Umwelt bzw. der landwirtschaftlichen Praxis selbst gefragt werden sollte, geht es in Abschnitt H um die jeweiligen ökologischen Auswirkungen dieser Veränderungen. Abschnitt D und H sind in diesem Sinne zu ergänzen.

Der Begriff „Nichtzielorganismus“ in Frage D 9 („Möglicherweise signifikante Wechselwirkung mit Nichtzielorganismen“) - eine Negation, die inhaltsleer ist - paßt höchstens bei direkten Resistenzen. Der Begriff ist insbesondere dann unzutreffend, wenn lediglich die *Voraussetzungen* für bestimmte Schadorganismen verändert wurden, auch wenn die Veränderung eingeführt wurde, um die Schädigung dieser Organismen zu vermindern. Diese Veränderungen können aber bedeutsam sein, daher sind Angaben über veränderte Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit *anderen relevanten* Organismen nötig. Weiters ist nicht einzusehen, wieso nur Wechselwirkungen mit Organismen von Bedeutung sein sollen, insbesondere wenn es um Toleranzen geht, daher sind auch mögliche Wechselwirkungen mit der *abiotischen Umwelt* anzugeben. Um allgemeiner anwendbar zu sein, müßte die Frage neu formuliert werden:

D. 9. Ergeben sich geänderte Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt?

Auswirkungen auf pflanzenbaulichen Maßnahmen bzw. die *landwirtschaftliche Praxis* sind einzubeziehen, insbesondere hinsichtlich der möglichen Verbreitung des Organismus und der Auswirkungen auf den Input. Bei einer Standortausdehnung können die Auswirkungen beträchtlich sein, daher ist auch die Möglichkeit einer *Ausweitung des Anbaugebietes* eine

wichtige Information. Es ist allerdings nicht von vornherein klar, ob auch eine Standortausweitung unter „landwirtschaftliche Praxis“ fällt, sollte eine Frage 9.a) entsprechend formuliert werden:

D. 9. a) Erlaubt, begünstigt oder erfordert die genetische Veränderung Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugebietes?

Frage H 4 („Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von potentiellen Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen“) zielt komplementär zu Frage D 9 auf die ökologische Relevanz der darin geforderten Information:

H. 4. Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von geänderten Voraussetzungen für Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der abiotischen Umwelt.

In Frage H 5 könnte - komplementär zu Frage D 9 a) - auf die ökologische Relevanz der Information, z.B. auf Bodenprobleme durch Überdüngung eingegangen werden:

H. 5. Mögliche Umweltauswirkungen aus einer aufgrund der neuen Eigenschaften veränderten landwirtschaftlichen Praxis, einschließlich einer möglichen Ausweitung des bisherigen Anbaugebietes.

3.2.4 Umsetzung

Die Aufnahme von Angaben zur landwirtschaftlichen Praxis wirft einige Fragen auf:

Welche Erfahrungen aus der Anwendung von Agrarchemikalien bzw. anderen landbaulichen Maßnahmen sollten angegeben werden?

Da es sich um eine Abschätzung umweltrelevanter Sachverhalte handelt, sind diejenigen Erfahrungen von Bedeutung, die sich im Idealfall auf konkrete, einwandfrei festgestellte und wissenschaftlich erhärtete Umweltauswirkungen beziehen. Hier beginnen aber die Probleme. Wie sich bei den Recherchen herausgestellt hat, ist der direkte Schluß von Maßnahmen auf Umweltauswirkungen ebenso problematisch wie der von Eigenschaften der Pflanzen auf ökologische Effekte. Dennoch scheint es einige Praktiken zu geben, von denen feststeht, daß sie zu unerwünschten Auswirkungen führen, wie etwa Überdüngung, Verwendung von langlebigen Herbiziden, langes Offenlassen des Bodens etc.

Es ist eine Liste unerwünschter Praktiken zu überlegen, anhand derer überprüft werden kann, ob die neue Pflanze - im Vergleich mit der Ausgangspflanze - das Potential besitzt, eine oder mehrerer dieser Praktiken zu fördern oder zurückzudrängen.

Eine solche Liste könnte die Abschätzung wesentlich beschleunigen, aber auch dazu führen, daß über weitere Auswirkungen, die nicht in Zusammenhang mit einer auf der Liste verzeichneten Praxis stehen, nicht mehr nachgedacht würde - womit die Risikoabschätzung zu einer formalen Übung geriete.

Sind Angaben zur möglichen Verbreitung auf dem Markt (Competitiveness, ökonomisches Verbreitungspotential) sinnvoll?

Der wesentliche Parameter für das Ausmaß an ökologischen Auswirkungen ist das Verbreitungsgebiet, daher wären Angaben hierzu für die Abschätzung zweckmäßig. Allerdings müßten derartige Angaben sehr spekulativ sein, da es um Abschätzungen von Marktpotentialen geht, die zwar die einzelnen Firmen sehr wohl durchführen dürften, aber sicherlich nicht veröffentlichen, da sie zu Recht als strategisches Betriebsgeheimnis gelten. Anderer-

seits sind gerade solche Marktforschungen in der zur Verfügung stehenden Zeit von dritter Seite kaum durchzuführen oder zu kontrollieren. Weiters wären die Konsequenzen unklar: was sollte aus derartigen Angaben folgen? Sollten Pflanzen mit hohem Marktpotential strengeren Sicherheitsauflagen unterworfen werden? Dies würde höchstwahrscheinlich deren Marktpotential beschränken, womit wieder die Begründung für die Sicherheitsauflagen wegfiel etc.

So zielführend derartige Angaben auf den ersten Blick erscheinen, so problematisch dürften sie sich in der Praxis erweisen.

Wie können Züchtungsziele und deren ökologische Vorteile dargestellt werden?

Will man „ökologische“ Ziele in der Saatgutproduktion verwirklichen, wäre zunächst zu definieren, was darunter zu verstehen ist.

Es ließe sich an die oben vorgeschlagene Liste unerwünschter Praktiken anschließen und Eigenschaften definieren, die geeignet sind, diese zu vermindern oder zu vermeiden.

Allerdings sind die Anforderungen hier höher: ging es zunächst nur darum herauszufinden, ob eine gewisse unerwünschte Praxis möglicherweise gefördert werden könnte, hätte eine negative Aussage keine Konsequenz - wenn kein Grund zur Annahme besteht, daß eine solche Praxis unterstützt wird, gibt es auch keine diesbezüglichen Bedenken gegen die jeweilige Pflanze. Ist hingegen nicht sicher, ob ein aktiver Beitrag zur Vermeidung geleistet wird, kann das Zuchtziel, eine solche Eigenschaft in die Pflanze einzuführen, das Attribut „ökologisch“ nicht beanspruchen. Es zeigt sich außerdem das leidige Problem, Zusammenhänge zwischen Eigenschaft und Auswirkung zu erkennen. Wollte man gesicherte Daten über solche Zusammenhänge, müßte die Eigenschaft in der Pflanze untersucht worden sein, was voraussetzt, daß sie dort bereits vorhanden ist - sie soll aber als Zuchtziel erst dorthin gelangen. Derartige Ziele sind also sehr sorgfältig zu definieren. In sehr allgemeiner Weise lassen sich durchaus Angaben machen, aber wahrscheinlich eher in negativer Form - die Eigenschaft soll bestimmte Praktiken nicht fördern. Für darüber hinausgehende Festlegungen fehlt vermutlich die gesicherte Wissensbasis.

Welche Auflagen sind sinnvoll und wie sind sie zu kontrollieren?

Sinnvolle Auflagen erfüllen ihren Zweck und können mit vertretbarem Aufwand eingehalten und kontrolliert werden. Hier bestehen Zweifel, inwieweit sowohl über den Zweck als auch über den Aufwand Einigkeit zu erzielen ist. Wird der Zweck von Auflagen darin gesehen, die erwähnten Praktiken aus der o.a. Liste einzudämmen, könnte das zunächst als gemeinsame Basis dienen, vorausgesetzt, man einigt sich über die Liste (die je nach Umwelt-, Klima- und sozioökonomischen Bedingungen zu modifizieren ist).

Die Kontrolle, ob der erwünschte Effekt tatsächlich eintritt, ist über ein Monitoring zu gewährleisten, in das die etablierte landwirtschaftliche Beratung maßgeblich eingebunden werden muß.

Das könnte auch in Zusammenarbeit mit den Erzeugerfirmen des Saatgutes geschehen, die ein Interesse daran haben müßten zu beweisen, daß ihre Produkte gegenüber herkömmlichen auch in ökologischer Hinsicht überlegen sind. Es kommt also darauf an, bestehende Beratungs- und Kontrollkanäle für diesen Zweck zu nutzen. Wie sich das allerdings mit den hoheitlichen Funktionen der Behörden, nämlich der Genehmigung unter Auflagen und deren Kontrolle verträgt, bleibt zu diskutieren.

4 LITERATUR

- BRAUER, D., BRÖKER, M., KELLERMANN, C., WINNACKER, E.-L. (1995): Biosafety in rDNA Research and Production, in: BRAUER, D. (ed.): Legal, Economic and Ethical Dimensions, vol. 12 in: REHM, H. J., REED, G. (eds.), Biotechnology (2nd ed.), Verlag Chemie, Weinheim
- CRAWLEY, M.J. (1992): The comparative ecology of transgenic and conventional crops, in R. CASPER, J. LANDSMANN (eds.), Proceedings on the International Symposium on The Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Organisms, Goslar, Braunschweig: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
- DEPARTMENT OF ENVIRONMENT (1993): The Deliberate Release Into The Environment Of Genetically Modified Organisms: Directive 90/220/EEC, A Framework Approach To Environmental Risk Assessment For The Release Of Genetically Modified Organisms, Discussion Paper, London
- GAUGITSCH, H., TORGERSEN, H. (1995): Streamlining regulations, keeping high safety standards: Revised criteria for the assessment of releases of genetically modified organisms (GMOs) into the environment, *AMBIO* 24, 1, pp. 47-50
- GEBUREK, TH. (1995): Charakteristika der Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) karst.). Eine Zusammenschau von Eigenschaften einer Baumart, welche für die Erstellung eines Kriterienkatalogs zur Risikoabschätzung genetisch manipulierter, langlebiger höherer Pflanzen dienlich sein könnte. Gutachten für das Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien
- GLOEDE, F., BECHMANN, G., HENNEN, L., SCHMITT, J.J. (1993): Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik, Endbericht, TAB Arbeitsbericht Nr. 20, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bonn
- JANSSEN, I., GEISSLER, S., MÜLLER, W. (1995 a): Analyse ökologischer Auswirkungen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und eingeführten standortfremden Pflanzen als Basis für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen, 3. Zwischenbericht, Mai 1995, Bericht des Österreichischen Ökologie Instituts, Wien
- JANSSEN, I., GEISSLER, S., MÜLLER, W. (1995 b): Analyse ökologischer Auswirkungen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und eingeführten standortfremden Pflanzen als Basis für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen, 4. Zwischenbericht, Juni 1995, Teil 1 und 2, Bericht des Österreichischen Ökologie Instituts, Wien
- JONES, D.D. (1994): Proceedings of the 3rd International Symposium on The Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Microorganisms, Monterey, University of California, Oakland Ca.
- KOMMISSION DER EU (1994 a): Richtlinie 94/15/EG der Kommission vom 15. April 1994 zur ersten Anpassung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt an den technischen Fortschritt, *Abi/L* 103/20, Brüssel
- KOMMISSION DER EU (1994 b): Safety-Considerations of Herbicide Resistant Plants to be placed on the European Market, Workshop Report, Institute of Hygiene and Epidemiology, Brüssel
- KOMMISSION DER EU (1995): Discussion Document on Directive 90/220/EEC and the Implementation of the Commission Communication and the White Paper, XI/008/95-Rev.2.1, Brüssel
- LEVIDOW, L., ET AL. (in Vorb.): GMO Releases: Managing Uncertainties about Biosafety, Open University, Milton Keynes

- LINDENTHAL, TH. (1993): Forschung im Biologischen Landbau, UBA Monographie Band 36, Umweltbundesamt, Wien
- MEDLEY, T., MCCAMMON, S. (1995): Strategic Regulation for Safe Development of Transgenic Plants, in: BRAUER, D. (ed.): Legal, Economic and Ethical Dimensions, vol. 12 in: REHM, H. J., REED, G. (eds.), Biotechnology (2nd ed.), Verlag Chemie, Weinheim
- MILLER, H. I. (1995): Concepts of Risk Assessment: The „Process versus Product“ Controversy Put to the Rest, in: BRAUER, D. (ed.): Legal, Economic and Ethical Dimensions, vol. 12 in: REHM, H. J., REED, G. (eds.), Biotechnology (2nd ed.), Verlag Chemie, Weinheim
- OECD (1992): Safety Considerations for Biotechnology, Paris
- OECD (1993 a): Safety Considerations for Biotechnology: Scale-Up of Crop Plants, Paris
- OECD (1993 b): Traditional Crop Breeding Practices: An Historical Review to Serve As a Baseline For Assessing the Role of Modern Biotechnology, Paris
- RAT DER EG (1990): Richtlinie 90/220/EWG vom 23. 4. 1990 über die absichtliche Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt, ABI L 117/15
- RISSLER, J., MELLON, M. (1993): Perils amidst the Promise, Ecological Risks of Transgenic Crops in a Global Market, Union of Concerned Scientists, Cambridge MA.
- SOJA, G., SOJA A.-M. (1995 a): Analyse ökologischer Auswirkungen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und eingeführten standortfremden Pflanzen als Basis für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen, Zwischenbericht Mai 1995, Seibersdorf Report OEFZS-A-3419, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf
- SOJA, G., SOJA A.-M. (1995 b): Analyse ökologischer Auswirkungen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen und eingeführten standortfremden Pflanzen als Basis für die Risikoabschätzung gentechnisch veränderter Pflanzen, Zwischenbericht Juni 1995, Teil 1 und 2, Seibersdorf Report OEFZS-A-3467, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf
- SUKOPP, U., SUKOPP, H. (1994): Ökologische Lang-Zeiteffekte der Verwilderung von Kulturpflanzen, WZB papers FS II, 94-304, Wissenschaftszentrum Berlin
- TORGERSEN, H., PALMETSHOFER, A., GAUGITSCH, H. (1993): Beurteilungskriterien für Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen, UBA Monographie Bd. 39, Wien
- U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA) (1993): Harmful Non-Indigenous Species in the United States, OTA-F-565, Washington D.C.
- VERRIPS, C. TH. (1995): Structured Risk Assessment of rDNA Products and Consumer Acceptance of These Products, in: BRAUER, D. (ed.): Legal, Economic and Ethical Dimensions, vol. 12 in: REHM, H.J., REED, G. (eds.), Biotechnology (2nd ed.), Verlag Chemie, Weinheim
- WEBER, B. (1994): Evolutionsbiologische Argumente in der Risikodiskussion am Beispiel der transgenen herbizidresistenten Pflanzen, WZB papers FS II 94-305, Wissenschaftszentrum Berlin

5 ANHANG II B DER RICHTLINIE 94/15/EG DER KOMMISSION

vom 15. April 1994

zur ersten Anpassung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt an den technischen Fortschritt

Anhang II B:

Informationen, die in Anmeldungen für die Freisetzung genetisch veränderter höherer Pflanzen (Gymnospermen oder Angiospermen) enthalten sein müssen

A. ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1. Name und Anschrift des Anmelders (Unternehmen oder Institut).
2. Name, Befähigung und Erfahrung des/der verantwortlichen Wissenschaftler(s).
3. Bezeichnung des Vorhabens.

B. INFORMATIONEN ÜBER DIE A) EMPFÄNGER- ODER B) (GEGEBENENFALLS) ELTERNPFLANZEN

1. Vollständige Bezeichnung:
 - a) Familienname,
 - b) Gattung,
 - c) Spezies,
 - d) Unterspezies,
 - e) Cultivar/Zuchtlinie,
 - f) Trivialbezeichnung
2. a) Informationen über die Fortpflanzung:
 - i) Form(en) der Fortpflanzung,
 - ii) ggf. spezielle, die Fortpflanzung beeinflussende Faktoren,
 - iii) Generationsdauer;
 b) geschlechtliche Kompatibilität mit anderen Kultur- oder Wildpflanzenarten.
3. Überlebensfähigkeit:
 - a) Fähigkeit zur Bildung von Überlebens- oder Dormanzstrukturen,
 - b) ggf. spezielle, die Verbreitung beeinflussende Faktoren.
4. Verbreitung;
 - a) Art und Umfang der Verbreitung.
 - b) ggf. spezielle, die Überlebensfähigkeit beeinflussende Faktoren.
5. Geographische Verbreitung der Pflanze.
6. Bei Pflanzenarten, die in den Mitgliedsstaaten normalerweise nicht angebaut werden, Beschreibung des natürlichen Lebensraums der Pflanze, einschließlich Informationen über natürliche Epiphyten, Parasiten, Konkurrenten und Symbionten.
7. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen der Pflanze mit anderen, nicht-pflanzlichen Organismen im Ökosystem, in dem sie normalerweise angebaut wird, einschließlich Informationen über toxische Effekte auf Menschen und Tiere oder andere Organismen.

C. INFORMATIONEN ÜBER DIE GENETISCHE VERÄNDERUNG

1. Beschreibung der zur genetischen Veränderung angewandten Verfahren.
2. Art und Herkunft des verwendeten Vektors.
3. Größe Ursprung (Bezeichnung des Spenderorganismus / der Spenderorganismen) und geplante Funktion jedes konstituierenden Fragments der für den Transfer vorgesehenen Region.

D. INFORMATIONEN ÜBER DIE GENETISCH VERÄNDERTE PFLANZE (GVP)

1. Beschreibung der eingeführten oder veränderten Merkmale und Eigenschaften.
2. Informationen über die tatsächlich eingeführten/deletierten Sequenzen:
 - a) Größe und Struktur des eingeführten Genabschnitts (Inserts) und Verfahren zu seiner Charakterisierung, einschließlich Informationen über Teile des in die GVP eingeführten Vektors oder jeden in der GVP verbleibenden Träger von Fremd-DNA,
 - b) bei einer Deletion Größe und Funktion der deletierten Region(en),
 - c) Lage des Inserts in den Pflanzenzellen (integriert in das Chromosom, die Chloroplasten oder die Mitochondrien bzw. In einer nichtintegrierten Form) und Verfahren zu seiner Bestimmung,
 - d) "Copy-Nummer" des Inserts.
3. Informationen über die Expression des Inserts:
 - a) Informationen über die Expression des Inserts und Verfahren für seine Charakterisierung,
 - b) Pflanzenteile, in denen sich das eingeführte Insert exprimiert (z. B. Wurzeln, Stiel, Pollen usw.).
4. Informationen über Unterschiede zwischen der genetisch veränderten Pflanze und der Empfängerpflanze im Hinblick auf:
 - a) Form(en) und/oder Rate der Fortpflanzung,
 - b) Verbreitung,
 - c) Überlebensfähigkeit
5. Genetische Stabilität des Inserts.
6. Möglichkeit eines Transfers genetischen Materials von genetisch veränderten Pflanzen auf andere Organismen.
7. Informationen über toxische Effekte auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die durch die genetische Veränderung hervorgerufen werden.
8. Mechanismus der Wechselwirkung zwischen der genetisch veränderten Pflanze und den Zielorganismen (falls zutreffend).
9. Möglicherweise signifikante Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen.
10. Beschreibung der Nachweis- und Identifizierungsverfahren für die genetisch veränderte Pflanze.
11. Informationen über frühere Freisetzungen der genetisch veränderten Pflanze, falls vorhanden.

E. INFORMATIONEN ÜBER DEN ORT DER FREISETZUNG (NUR FÜR ANMELDUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 5)

1. Lage und Größe des Freisetzungsgeländes.
2. Beschreibung des Ökosystems am Ort der Freisetzung, einschließlich Klima, Flora, Fauna.
3. Vorhandensein geschlechtlich kompatibler, wilder verwandter Arten oder Kulturpflanzenarten.
4. Nähe zu anerkannten geschützten Biotopen oder Schutzgebieten, die betroffen werden könnten.

F. INFORMATIONEN ÜBER DIE FREISETZUNG (NUR FÜR ANMELDUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 5)

1. Zweck der Freisetzung.
2. Voraussichtliche(r) Zeitpunkt(e) und Dauer der Freisetzung.
3. Verfahren zur Vorbereitung und Überwachung des Freisetzungsgeländes vor, während und nach der Freisetzung, einschließlich Anbaupraktiken und Ernteverfahren.
4. Verfahren zur Vorbereitung und Überwachung des Freisetzungsgeländes vor, während und nach der Freisetzung, einschließlich Anbaupraktiken und Ernteverfahren.
5. Ungefähre Anzahl der Pflanzen (oder Pflanzen pro m²).

G. INFORMATIONEN ÜBER PLÄNE ZUR KONTROLLE, ÜBERWACHUNG, NACHBEHANDLUNG UND ABFALLENTSORGUNG (NUR FÜR ANMELDUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 5)

1. Vorsichtsmaßnahmen im Hinblick auf:
 - a) Entfernung(en) zu geschlechtlich kompatiblen Pflanzenarten,
 - b) Maßnahmen zur Minimierung/Vermeidung von Pollen- oder Samenverbreitung.
2. Beschreibung der Verfahren zur Behandlung des Geländes nach der Freisetzung.
3. Beschreibung der Verfahren zur Behandlung von GVP-Ernten und -Abfällen nach der Freisetzung.
4. Beschreibung von Überwachungstechniken und -plänen.
5. Beschreibung von Noteinsatzplänen.

H. INFORMATIONEN ÜBER DIE MÖGLICHEN UMWELTAUSWIRKUNGEN DER FREISETZUNG VON GVP

1. Wahrscheinlichkeit einer gegenüber den Empfänger- oder Elternpflanzen gesteigerten Persistenz in landwirtschaftlichen Lebensräumen bzw. einer gesteigerten Invasivität in natürlichen Lebensräumen.
2. Vor- oder Nachteile gegenüber geschlechtlich kompatiblen Pflanzenarten, die aus dem genetischen Transfer von der genetisch veränderten Pflanze resultieren können.
3. Mögliche Umweltauswirkungen der Wechselwirkung zwischen der genetisch veränderten Pflanze und den Zielorganismen (falls zutreffend).
4. Mögliche Umweltauswirkungen aufgrund von potentiellen Wechselwirkungen mit Nichtzielorganismen.