

Monitoring-Parameter im transgenen Sojaanbau: Analyse der bisherigen Ergebnisse

Klaus Ammann ¹⁾ und Gabriele Sachse ²⁾

1) Prof. Dr. Klaus Ammann, Botanischer Garten, Altenbergrain 21, CH – 3013 Bern, Schweiz,
klaus.ammann@ips.unibe.ch

2) Dr. Gabriele Sachse, Geschäftsführerin, Biolinx GmbH, Steinlestr. 6, 60596 Frankfurt, Deutschland,
gsachse@biolinx.de

Manuskript für Pressekonferenz in Hamburg 27. August 2001

Herkunft und Anbau der Sojabohne

Die Sojabohne ist eine in Ostasien beheimatete Nahrungspflanze, die seit ca. 1000 v. Chr. in China kultiviert wird. Die Abstammungsverhältnisse sind, wie bei vielen Weltwirtschafts-Kulturpflanzen, nicht sicher bekannt. Die Züchtung von standortgerechten Formen für den tropischen Kurztag und für die längeren Tage der gemässigten Zonen haben grosse Anbau-Ausdehnungen erlaubt. Die Bedeutung einer Weltwirtschaftspflanze erlangte die Sojabohne aber erst mit ihrem Anbau in Nordamerika, wo sich mit dem rasch zunehmenden Weltmarktvolumen eine veritable Sojabohnen-Industrie entwickelt hat, die Zehntausenden von Farmern ein Einkommen sichert. Auf möglichst rationelle Weise wird auf riesigen Ackerflächen, ehemals baumlose Prärie, die Sojabohne produziert. Sie dient als Grundstoff für eine ganze Reihe von Bio-Nahrungsmitteln und ist aufgrund des hohen, Kuhmilch-ähnlichen Nährwerts ihrer Eiweisse vom vegetarischen Speisezettel nicht mehr wegzudenken. Sie dient als Fleischersatz und vor allem als Zutat für zahlreiche Fertigprodukte wie Schokolade, die ohne die gereinigten Sojaprodukte nicht annähernd die vorhandene Qualität erreichen würden. Sojabohnen werden heute vermehrt auch als Viehfutter eingesetzt.

Chemie auf dem Acker

Um den in manchen Jahren fast aussichtslosen Kampf mit ertragsmindernden Unkräutern zu gewinnen, musste über neue, biologischere Anbaumethoden nachgedacht werden. Die Sojabohne wurde und wird in den riesigen nordamerikanischen Anbaugebieten in strenger Monokultur, allerdings in Fruchtfolge mit Mais und Weizen, angebaut. Problematisch ist vor allem die Anwendung einer ganzen Serie von nur langsam im Boden abbaubaren Herbiziden, die Rückstandsprobleme auch in den Feldfrüchten verursachen. Dazu gehören Herbizide wie Banvel, Clarity, Distinct und 2,4-D, die im Rotationssystem auch noch die Pflanzen des folgenden Anbaujahres betreffen können. Mehrere dieser Herbizide kommen auch heute noch im Anbau der nicht-transgenen Sojasorten zum Einsatz. Besonders problematisch ist ihr Einsatz deshalb, weil oft noch später im Jahr und dann bei hohen Temperaturen gesprüht werden muss. Da die Sojapflanzen darauf selbst sehr empfindlich reagieren, sind die Resultate dieser Herbizidsprühungen fragwürdig.

Das "Roundup Ready"-Anbausystem

Einen ersten Schritt zu einer weniger chemieintensiven Anbauweise glaubt man mit der Entwicklung eines herbizidtoleranten Saatguts gemacht zu haben. Das entsprechende, biologisch abbaubare Herbizid Round Up der Firma Monsanto zieht alle Pflanzen in Mitleidenschaft, nicht jedoch die mittels Gentechnik gezüchteten Sorten, die tolerant, aber nicht vollständig immun gegen das Mittel sind. Man kann so in den grossen nordamerikanischen Anbaugebieten auf eine ganze Reihe von Herbiziden verzichten, die wegen der genannten Rückstandsprobleme bei massivem Einsatz in Boden und Pflanze fragwürdig sind. Der Roundup-Einsatz lässt sich prinzipiell einmalig und im richtigen Augenblick durchführen (Schadsschwellenprinzip), damit wird Arbeit und Energie gespart. Die ersten Erfahrungen haben gezeigt, dass auch der Boden geschont wird, weil zur zusätzlichen Unkrautbekämpfung nicht mehr gepflügt werden muss.

Die neue transgene Sojabohne ist landwirtschaftlich gesehen ein großer Erfolg in den USA. In den ersten Jahren hat man, wie immer bei neuen Sorten, einiges in der Praxis dazugelernt. 1999 wurden bereits auf insgesamt 57 % der Anbaufläche RR-Sojabohnen angepflanzt. Ohne die Absatzschwierigkeiten in Europa wäre wohl mit einem weiteren starken Anstieg zu rechnen gewesen. In Argentinien sind im Jahr 2001 trotzdem 90% der Anbaufläche mit transgenem Soja bestellt.

Erste Monitoring-Ergebnisse

Auskreuzungsrisiken/ Genfluss in Nordamerika

Die auf dem Weltmarkt erfolgreichen Sojasorten sind in ihren Erbanlagen bereits weit entfernt von ihren wilden Verwandten. Die Möglichkeit unerwünschten Genflusses ist entsprechend in asiatischen Ursprungsländern und z.B. auch in Australien gegeben, sollte aber angesichts der hochgezüchteten modernen Sojasorten nicht überschätzt werden. Bisher war der Genfluss in diesen Ländern offenbar auch kein Problem, denn das Auskreuzungsrisiko zwischen den Sojasorten liegt i.d.R. unter 1%. Auch bei erhöhter Insekten-Aktivität (die Blüte der Sojabohnen ist nicht besonders attraktiv für mögliche Bestäuber) hält sich die Auskreuzungsrate in sehr engen Grenzen (1). Dennoch scheint es sinnvoll, dem Phänomen in diesen Gebieten Beachtung zu schenken.

In den grossen Anbaugebieten von Nordamerika hat die Sojabohne keine verwandten Wildpflanzen. Sojabohnen können nur mit verwandten Arten der Gattung Glycine, Untergattung Soja, Hybriden bilden (2). Die in Frage kommenden wilden, einjährigen Sojaarten kommen nur in China, Korea, Japan, Taiwan und in der früheren südlichen UdSSR vor. Damit existieren in Nord- und Südamerika sowie Europa keine Risiken, die aus einem eventuellen Genfluss durch Pollenübertragung auf verwandte Wildpflanzen resultieren könnten. Ein Blick auf die Verbreitungsangaben der Sojabohnen in biogeografischen Handbüchern bestätigt dies. In der europäischen und nordamerikanischen Flora existieren keine Arten der Gattung Glycine, auch nicht als adventive Unkräuter (3).

Resistenz-Entwicklung gegen das Herbizid Round Up

Während noch vor einigen Jahrzehnten herbizidtolerante Unkräuter unbekannt waren,

gibt es heute über 100 dokumentierte Beispiele (4). Es sind vor allem die folgenden Faktoren, die zu diesen Toleranzbildungen über Mutationen geführt haben:

- a Toleranz baut auf einem einzigen Gen auf
- b Spezifische, eng umschriebene Wirkungsweise des Herbizids
- c Breitbandwirkung
- d Lange Persistenz nach Anwendung
- e Kapazität, die Unkräuter ganzjährig zu kontrollieren
- f Häufige Anwendung ohne Rotation der Kulturen
- g Beschränkung auf ein Herbizid

Die Bedingungen d und e werden durch Round Up nicht erfüllt. Dazu kommen noch physiologische Überlegungen (5): Round Up-tolerante Mutanten sind deutlich weniger konkurrenzfähig, da ihr Stoffwechsel gestört wird. Daher ist auch nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass überhaupt Roundup Ready-tolerante Unkrautpopulationen entstehen können (6). Da Sojabohnen zudem nicht winterhart sind, gibt es auch bis heute keine Durchschuss-Probleme mit RR-toleranten Sojabohnen. In den Jahren intensiver Sojakultur wurden bis 1991 (7) keine RR-Toleranzen gefunden, und dies ist auch bis heute anzunehmen. Im Gegensatz dazu stehen zahlreiche gefundene Toleranz-Mutanten für andere Herbizide. So sind z.B. allein in der Schweiz 12 mutierte atrazintolerante Ackerunkräuter beschrieben (8), über deren Schicksal aber ist nach Reduktion der massiven Atrazin-Spühungen nichts bekannt geworden. Es ist auch eine Herbizidtoleranz-Mutante aus Israel bekannt. Ein Gras (*Brachypodium*) mutierte hier unter dem hohen Selektionsdruck von Herbizidprühungen am Strassenrand, verschwand aber 6 Jahre nach Absetzen des Herbizides wieder vollständig (9).

Auswirkung auf die Bodenqualität

Aussage: Signifikante Bodenverbesserungen möglich

Durch die pfluglose Anbaumethode (1997 immerhin schon fast 50% der RR-Anbaufläche) lässt sich die Bodenerosion signifikant reduzieren. Da Wind und Regenabfluss-Wasser keine grossen Angriffsflächen mehr haben, reduziert sich die messbare Bodenerosion um Werte von bis zu 90% gegenüber regelmässig gepflügten Böden (10). Solche Zahlen sind schon lange bekannt, werden in unserer Landwirtschaft (die Biobauern ausgenommen) aber noch wenig berücksichtigt. Der Gehalt an organischen Stoffen nimmt zu und die Bodenstruktur wird u.a. durch eine Vermehrung der Regenwurm-Population auf das zwei- bis dreifache (11) deutlich verbessert (12). Dies wird begünstigt durch das Liegenlassen der Sojabohnen-Pflanzen nach der Ernte. Bei einer Hochrechnung bis ins Jahr 2020 ergibt sich eine im Vergleich zu gepflügten Anbauflächen rückgehaltene Menge an organischen Stoffen von 37 Millionen Tonnen. Das Porenvolumen wird durch die reduzierte Anzahl von Fahrten mit schweren Landwirtschaftsmaschinen nicht so stark beeinträchtigt. In der Folge erhöht sich auch die Wasserkapazität des Bodens, eine wichtige Kenngrösse für die Bodenfruchtbarkeit, signifikant auf das 2-15-fache. Insgesamt lässt sich daraus abschätzen, dass die Wasserverluste in Trockenperioden um die Hälfte reduziert werden (13). Messungen haben ergeben, dass auch der Abfluss von Oberflächenwasser um ca. 30% reduziert wird (14). Die erhöhte Wasserkapazität hat eine reduzierte Nährstoffausschwemmung zur Folge, das bedeutet, der Nährstoffgehalt ist in nichtgepflügten Böden signifikant höher (15). Damit verbessert sich auch die Wasserqualität in der Umgebung, denn die Ausschwemmung von Nitraten geht zurück und die Grundwasserqualität nimmt messbar zu (16).

Auswirkung des "No-tillage-Systems" auf Insektenpopulationen und die Biodiversität allgemein

Aussage: Der Druck auf die Insektenpopulationen und die Biodiversität wird zurückgenommen
Die Einschränkung des Pflügens hat eine ganze Reihe von positiven Wirkungen auf die Biodiversität. Boden-Mikrolebewesen, wirbellose Tiere, Vögel und Säuger werden weniger beeinträchtigt. So haben mehrere Vogelstudien die Vorteile des Direktsaat-Verfahrens für Wachteln, Enten und andere Vogelarten aufgezeigt (17). Auch bei Säugetieren nimmt die Artenvielfalt dank der weniger grossen Bodenbeeinträchtigung und dank des grösseren Nahrungsangebotes auf Direktsaat-Feldern zu (18).

Die deutlich reduzierte Störung der Bodenschichten hat eine insgesamt positive Wirkung auf viele nützliche Bodeninsekten. In der Nahrungskette stellen sich entsprechend wieder nützliche Raubinsekten ein, d.h. die Pflanzenfresser unter den Insekten werden zurückgedrängt (19). Der Vergleich von nicht gepflügten und gepflügten Böden dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit auch im Round Up Ready-System gelten. Aber auch hier gibt es bereits Zahlen zur Bodenfauna und -flora, die zeigen, dass eine die Biodiversität fördernde Wirkung eintritt (20). Da der Boden eine der wichtigsten Ausgangsgrössen für das gesamte Anbausystem ist, sind diese Zahlen von grosser Bedeutung für die Beurteilung der Nachhaltigkeit der RR-Soja-Bohnen in den USA.

Auswirkung auf Boden-Mikroorganismen

Die Bodenfruchtbarkeit ist ganz wesentlich von Mikroorganismen abhängig. Neben zahlreichen molekularen und physiologischen Studien (21) sind hier vor allem die Arbeiten zur Wirkung von Chemikalien auf die gesamte Bodenfauna und -flora wichtig. Zahlreiche Arbeiten, auch neueste eines dänischen Forschungsinstitutes NERI zum Herbizid Round Up (22) belegen, daß viele Mikroorganismen davon profitieren, da das Herbizid rasch abgebaut wird. Es gilt jedoch anzumerken, dass über die Wirkung auf die eigentliche Biodiversität der Mikrofauna und -flora noch wenig bekannt ist, dies gilt jedoch für sämtliche in der Landwirtschaft eingesetzten Wirkstoffe inklusive Biolandbau. Das hat seine Ursache im nur unvollständig erfassten allgemeinen Wissensstand zur Boden-Mikrofauna und -flora. Nur jene weniger als 10% der Mikroorganismen können erfaßt werden, die auch mit den heutigen Labormethoden kultivierbar sind. Dazu kommen die beträchtlichen natürlichen, standörtlichen und jahreszeitlichen Schwankungen in den Mikroorganismus-Populationen. Trotz der kaum erforschten Interaktionen unter den Bodenlebewesen belegen zahlreiche Studien, dass Glyphosat nur bei weit über den üblichen Anwendungen in der Praxis liegenden Konzentrationen eine negative Wirkung auf die Bodenmikroorganismen zeigt. Aber auch erste Zwischenprodukte wie AMPA sollten weiterverfolgt werden, denn über ihr Schicksal und ihre Wirkung ist noch wenig bekannt. Es gibt allerdings auch bereits Zählungen (23), die den Rückschluss zulassen, dass Glyphosat keine Wirkung auf die Gesamt-Mikrofauna und -flora zeigt. Im übrigen ist es möglich, dass die Rhizosphären-Mikroflora ganz wesentlich für den RR-Abbau verantwortlich ist.

Fazit

Insgesamt schneidet das RR-Herbizid gegenüber den meisten anderen Mitteln günstig ab. Dies wird im übrigen in vielen Lehrbüchern zum Herbizideinsatz bestätigt, der weltweite Gebrauch von Round Up hat bisher keine signifikanten Probleme verursacht.

Es wird dementsprechend für die Bekämpfung von hartnäckig sich behauptenden exotischen und invasiven Pflanzenarten eingesetzt, die damit zurückgedrängt werden können, ohne die Bodenschichten und damit das ganze Biotop so zu stören, dass invasive Arten umso leichter wieder zurückkehren können. Da keine Rückstandsprobleme mehr auftreten, die sich negativ auf die nächsten Kulturen auswirken könnten, wurden bereits Restriktionen in der Fruchtfolge aufgehoben. Es ist hier jedoch auch zu erwähnen, dass Glyphosat- (wie generell Herbizid-)anwendungen in natürlichen Habitaten und Wäldern zur Veränderung von Pflanzenbeständen führen können, die ihrerseits eine indirekt negative Wirkung auf die Fauna haben (24).

Auch die Environmental Protection Agency, das US-Bundesumweltamt, hat in einer Studie 1996 bestätigt, dass Roundup Ready nur eine minimale Toxizität gegenüber Säugern, Fischen und Wirbellosen aufweist (25). Auch Nutzinsekten zeigen keine relevante Wirkung auf Glyphosatexposition. Während in praxisfremden Laborversuchen mit sehr hohen Expositionsdosen bei einzelnen Nutzinsekten moderate Wirkungen auftraten, haben Feldstudien ergeben, dass Nutzinsekten, darunter Honigbienen, auch bei direktem Übersprühen von maximalen Dosen nicht absterben (26).

Es sei noch erwähnt, dass RR-Sojabohnen messbar weniger Fremdrückstände (ca. 0,57% Fremdmaterial) aufweisen als klassische Bohnensorten (ca. 0,85%). Die Mengen scheinen zwar gering, sind aber für industrielle Prozesse durchaus von Bedeutung. Ein zusätzlicher Vorteil für den Farmer sind die geringeren Verletzungen der Pflanzen aufgrund des nichtmechanischen Unkrautbekämpfungsverfahrens, dadurch werden automatisch auch die Infektionswege für Pilzkrankheiten reduziert.

Erntedaten, ökonomische Bilanzen, Import der Sojabohnen

Erntedaten

Aussage: Die RR-Sojabohne ermöglicht in der Regel bessere Ernten

Die Erntedaten für die RR-Sojabohne waren bisher immer zufriedenstellend, dies vor allem im Vergleich mit den klassischen Bohnen. Die Erträge liegen pro Hektar ca. 130 kg höher, damit ergibt sich ein Mehrerlös der US-Farmer von ca. 3'000 US\$ pro Durchschnittsfarm mit 100 Hektar. Dies dürfte das Erfolgsgeheimnis hinter der RR-Sojabohne sein. Die Sojafarmer als freie Unternehmer haben offensichtlich Interesse, möglichst viel transgenes Saatgut auszubringen.

Die Erntedaten zeigten bereits 1997, daß mit klassischen Herbiziden eine Reduktion der Erntemengen auftritt, bei den glyphosat-toleranten Sojabohnen hingegen weisen die offiziellen Statistiken eine kleine Zunahme aus (27). Dazu ist allerdings anzumerken, dass das Zahlenmaterial nicht aus zufällig ausgewählten Quellen stammt und es durchaus sein kann, dass Farmer, die das RR-System gewählt haben, auch aus anderen Gründen bessere Ernten produzierten. Dies gilt natürlich auch umgekehrt und auch für jene Bauern, die bei der klassischen Produktion geblieben sind. Die statistische Auswertung mit multipler Regression umfasst die Parameter Output- und Input-Preise, Intensität der Verunkrautung, Farm-Grösse und andere landwirtschaftliche Grössen wie Rotation und Pflügen.

Kommerziell ergeben die ersten Bilanzen einen leichten Vorteil zugunsten der transgenen Sojabohnen. Die Farmer in den amerikanischen Soja-Anbaugebieten haben

deshalb vermehrt transgene Sorten angebaut, ihre Preise in Europa waren konkurrenzlos, die Qualität überzeugend. Die damit verbundene schnelle Einführung in den Weltmarkt hat der Akzeptanz der Gentechnologie in Europa einigen Schaden zugefügt. In den letzten beiden Jahren hat sich nach einer Übergangszeit ein Markt für nicht-transgene Sorten etabliert, da die getrennte Einfuhr offensichtlich kein unbewältigbares Problem mehr darstellt. Erste Versuche der American Soybean Association mit der Einfuhr von zertifiziert "gentechfreien" Sojabohnen sind zunächst allerdings an den eigenen Tests gescheitert. Mittlerweile hat sich aber ein Chain-Management etabliert, das Gentechfreiheit ermöglicht. Beim Mais ist dies übrigens noch nicht erreicht, was aber vermutlich nicht mit den gemischten Lieferungen, sondern mit dem vertikalen Genfluss über den Pollenflug zu tun hat.

Herbizideinsatz

Aussage: Roundup Ready führt zu reduziertem Herbizideinsatz

Es ist mit dem RR-System offensichtlich gelungen, ein weniger bedenkliches Herbizid einzusetzen und den Gesamteinsatz zu reduzieren. Auch wenn es ökologisch gesehen wenig sinnvoll ist, diesen Zahlen große Bedeutung beizumessen, seien sie doch kommentiert, da verschiedentlich angezweifelt wird, dass die Herbizidmengen tatsächlich reduziert werden können (s. Abbildung).

Die Einsparungen waren trotz nur einmaligem Gebrauchs von Round Up in 70% der Anwendungsfälle nicht so gross, wie man dies eigentlich erwartet hat: Erstens sprühen viele Farmer RR nur dort, wo sie besondere Probleme mit hohen Unkrautdichten oder mit besonders widerstandsfähigen Arten haben, die sich durch konventionelle Mittel nicht oder nur ungenügend bekämpfen lassen. So ergeben sich dann besonders reichliche und intensive Sprüh-Aktionen und der Einsatz von Round Up erfolgt oft in komplexer Anwendungssituation, was natürlich Bilanzrechnungen im Vergleich mit bisherigen Herbizidanwendungen erschwert.

Zweitens haben etwa 20% der Farmer zweimal mit Round Up gespritzt, ein Prozent sogar 2-4mal.

Die Zahlen schwanken sehr nach Regionen, sind also stark abhängig von lokalen Gegebenheiten. Dieses sehr variable Bild wird auch durch neuere Untersuchungen bestätigt, dazu kommen noch erhebliche Jahresschwankungen. Einzelfallbetrachtungen sind deshalb mit grosser Vorsicht zu geniessen.

Generelle Produktionskosten

Aussage: Reduktion der generellen Produktionskosten

Der Verzicht auf regelmässiges Pflügen reduziert die Produktionskosten normalerweise um 10 bis 20% (28). Aus dem Bericht der USDA (Economic Research Service, s. 27) geht hervor, dass die Jahresschwankungen für die Produktionsbedingungen insgesamt so gross sind, dass aus den einzelnen Jahresergebnissen nicht allzuviel geschlossen werden sollte. Die USDA macht zu Recht geltend, dass verlässliche Zahlen erst in ca. 10 Jahren geduldiger Erhebung vorliegen werden. Wer einzelne negative Ergebnisse herauspickt, übersieht geflissentlich die generell günstigen Resultate. Die Bauernorganisationen der USA wollen jedenfalls trotz weniger günstigen Marktaussichten weiter transgene Kulturpflanzen anbauen.

Arbeitskosten, Energie-Input und CO2 - Produktion

Aussage: Reduktion der Arbeitskosten, des Energie-Inputs und der CO2-Produktion

Pflugloses Bewirtschaften der Ackerflächen führt zu einer Reduktion des Diesel-Verbrauchs um ca. 37 Liter pro Hektar (29). Diese Zahlen sind beachtlich, wenn man auch sehen muss, dass z.B. mittels Präzisionslandwirtschaft (satellitengesteuertes Ackerbausystem, bei dem jedes Jahr auf den Quadratmeter genau der Input wichtiger Größen wie Dünger, Wasser usw. gemessen werden kann), unabhängig vom Einsatz transgener oder nichttransgener Kulturpflanzen einiges mehr an Energieeinsparungen erreicht werden kann. Es soll aber auch nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Biolandwirtschaft nicht mit weniger Energie auskommt, denn der Verzicht auf die üblichen Pestizide und Herbizide macht eine Vervielfachung der Bearbeitungsphasen notwendig. Logischerweise werden bei einer verminderten Zahl von Arbeitsgängen auch weniger CO₂ – Gase bei der Treibstoffverbrennung an die Atmosphäre abgegeben (30). Multipliziert man die heutigen Einsparungen pro Hektar mit der gesamten Anbaufläche von 8,7 Millionen, so ergibt sich eine potentielle Gesamteinsparung von fast 380'000 Tonnen Kohlenwasserstoff in Form von CO₂ (31). Da wir bei einem verantwortungsvollen Einsatz davon ausgehen müssen, dass die globale Erwärmung wesentlich durch den CO₂-Eintrag in die Atmosphäre verursacht wird, müssen solche Zahlen ernst genommen werden. Die amerikanische Landwirtschaft hat allen Grund, ihren Energie-Input in Form von Dünger, Treibstoff usw. zu reduzieren. Auch die Arbeits-Ersparnis beim sog. "no-tillage"- farming ist signifikant: lassen sich so mehr als 100 Arbeitsstunden auf einer typischen 100-Hektar-Farm einsparen (32). Auch auf der niedrigen Vergleichsbasis von 6 US\$ pro Stunde Entschädigung werden die Lohnkosten damit noch um einen Fünftel gesenkt. Desweiteren werden pro Hektar auch ca. 12\$ Maschinenkosten eingespart (33).

Zusammenfassung und Ausblick

Aussage: Die Unkrautbekämpfung mit Roundup Ready ist sinnvoll

Der Gebrauch des Herbizids Round Up ermöglicht eine im Verhältnis zum traditionellen Anbau vernünftiger Unkrautbekämpfung. Es wird im zukünftigen Ackerbau Systeme geben (Mais und Weizen werden dazugehören), in denen man biologischer vorgehen und eine gewisse Koexistenz der Unkräuter mit der Kulturpflanze bei relativ geringem Ernteverlust zulassen kann. Es ist aber kaum anzunehmen, dass die niedrig und grossblättrig wachsenden Sojabohnen je dazugehören werden, hier müssen wohl auch weiterhin die direkt um das Licht konkurrierenden Unkräuter ausgeschaltet werden. Das RR-System macht deshalb gerade bei den Sojabohnen, wie auch bei der Baumwolle und der Kartoffel, mehr Sinn als bei anderen Kulturpflanzen.

Letzten Endes wird es aber auch bei diesen Kulturpflanzen darum gehen, sich schrittweise von fest etablierten Monokulturen zu entfernen. Jahrzehnte geduldiger agrarwissenschaftlicher Forschung sind hier aber wohl noch notwendig, denn die Maßnahmen dürfen nicht auf Kosten grosser Ertragseinbussen gehen. Fruchtwechsel ist eine der alternativen Methoden. Dieser gelingt am besten, wenn Bekämpfungsmittel gegen Unkräuter und Schadinsekten eingesetzt werden können, die nicht aufgrund ihrer Persistenz Probleme mit Kulturpflanzen im Folgejahr verursachen. Hier hat Round Up mit seinem relativ schnellen Abbauprofil im Verhältnis zu vielen anderen eingesetzten Herbiziden Vorteile. Die gut kontrollierbaren Unkrautverhältnisse im Roundup Ready-System bieten zudem die Möglichkeit, Unkrautstreifen zu säen bzw. zu erhalten, die eine

höhere Biodiversität auch bei allen Nutzinsekten ermöglichen. Man muß diese natürlichere Schädlingskontrollmöglichkeit (34) nur auch nutzen.

Geplantes weiteres Vorgehen im Projekt

Monitoring auf Basis der bisher bekannten Daten

Es scheint angebracht, von einer neuen Risiko-Balance zu sprechen. Es ist sehr modern und sehr einfach, nur einseitig von den Risiken der Gentechnologie zu sprechen. Auch einige Forscher sind dieser Strategie verfallen und untersuchen bis ins kleinste die "Giftwirkung" bestimmter Gene und ihrer Produkte auf Nutzinsekten. Solche Ergebnisse lassen sich heute schnell publizieren, und schon dreht sich das Rad. Allerdings vergessen wir dabei ganz und gar, dass die grössten Nutzinsekten-Massaker durch Pestizide verursacht werden, ganz zu schweigen von jenen durch Pflügen oder Fruchtwechsel. Auch bei der oft zitierten Gefahr der Genübertragung auf die wilden Verwandten gewisser Kulturpflanzen wird geflissentlich ignoriert, dass diese Übertragung schon seit Jahrtausenden stattfindet. Natürlich müssen neueingebrachte Gene gesondert betrachtet werden. So ist für die bisher übertragenen Transgene immer die Frage zu stellen, ob ein massiver Genfluss in Wildpopulationen hinein Schäden verursachen kann. Allerdings kann man dies oft schon durch eine gute landwirtschaftliche Praxis lösen. So ist es wichtig, ein "landwirtschaftliches Risikomanagement" für den Genfluss einzurichten (Abstand-Haltung, Fruchtfolge, biologische Formen der Kreuzungsvermeidung, letztlich auch physischer Einschluss). Allein dadurch verliert die Gentechnologie in der Landwirtschaft schon viel von ihrer Bedrohlichkeit. Der Genfluss ist aber nicht auf die transgenen Pflanzen beschränkt, sondern auch bei allen anderen Kulturpflanzensorten können Gene durch Kreuzung auf verwandte Arten übertragen werden. Die moderne Evolutionsbiologie beschreibt den Genfluss als natürliches Phänomen und unabdingbar für die Entstehung neuer Arten (35).

In der ersten Abrechnung schneiden die neuen Gentech-Kulturpflanzen ökologisch meist besser ab als ihre klassischen Entsprechungen. Würde man diesen Vergleich auf die biologische Landwirtschaft ausdehnen, sähe die Risikobalance in mancherlei Hinsicht anders aus. Allerdings muß man berücksichtigen, dass die biologische Anbauweise als Strategie für die grossflächige Mainstream-Landwirtschaft kaum geeignet ist.

Ein über mehrere Jahre angelegtes Monitoring-Projekt ist ein geeigneter Weg, wichtige Fragen genauer zu analysieren. Dabei können auch neue Wege beschritten werden, etwa die Bioindikation mit ausgewählten Zeiger-Organismen (36). Die Hoffnung ist durchaus berechtigt, dass so eine Kombinationsstrategie entwickelt werden kann, die eine ökologisch angepasste Präzisions-Biotechnologie einerseits mit einer pragmatisch weiterentwickelten Biolandwirtschaft andererseits kombiniert (37). Auf der Basis dieser Monitoring-Ergebnisse kann dann eine langfristige Entscheidung zur Verarbeitung von Sojarahwaren getroffen werden.

Literatur

- 1 Erickson 1984
- 2 Re et al. 1993
- 3 Flora Europaea 1968
- 4 Le Baron 1991
- 5 Duke 1996
- 6 Benbrook 1991
- 7 Holt 1991
- 8 H.Ammon, mündliche Mitteilung, auch Ammon et al. 1996 in Meisser et al. 1996 für Glufosinat
- 9 Gressel J. and Kleifeld Y. 1994
- 10 CTIC 1997, Baker 1990, Baker et al. 1978, Baker und Laflen 1979
- 11 Griffith et al. 1986, Scardena 1996
- 12 Reicosky et al. 1995, Campbell und Janzen 1995
- 13 Reicosky et al. 1995
- 14 Blevins et al. 1983, Karlen und Sharpley 1994
- 15 Blevins et al. 1983, Karlen und Sharpley 1994, Karlen 1995
- 16 Wheatley et al. 1995
- 17 Best 1995, Warburton et al. 1984, Anderson 1997, Cowan 1982
- 18 Young 1984, Best 1995
- 19 Warburton und Klimstra 1984, Steffy 1995
- 20 Castrale 1985, Best 1995, Basore et al. 1986, Warburton and Klimstra 1984
- 21cf. Grossbard et al. 1985
- 22 Roslyky 1982, Sprankle, Meggitt and Penner 1975 in Grossbard et al. 1985
- 23 Ruppel et al. (1977 in Grossbard et al. 1985)
- 24 Santillo et al. 1989a, 1989b
- 25 U.S. EPA 1996
- 26 McKee 1999, Burgett et al. 1990, Gomez et al. 1985, Preston et al. 1989
- 27 USDA – Bericht von Juli 1999)
- 28 Mitchell 1997, technischer Bericht
- 29 CTIC 1997, Siemens et al 1986, Frye 1995
- 30 Kern und Johnson 1993
- 31 Frye 1984
- 32 Mitchell 1997
- 33 CTIC 1997
- 34 Weiss et al. 1991, Kruess 1996, Kopp 1998
- 35 Ammann et al. 1996
- 36 Ammann et al. 1999
- 37 Ammann u. Papazov 1999