

# Schweizerische Arbeitsgruppe Gentechnologie SAG

## Fact Sheet 1: Risiko

PD Dr. Daniel Ammann, SAG Geschäftsstelle, September 2003

In der Diskussion über den Einsatz der Gentechnik in der Umwelt spielt die Frage nach den Risiken eine grosse Rolle. Nach wie vor herrschen – auch unter Experten – Meinungsverschiedenheiten über das Ausmass der Risiken vor. Die unterschiedlichen Meinungen begründen sich im Verständnis des Risikobegriffs und in der Frage, inwieweit langfristige, nicht einschätzbare oder sogar unbekannte Risiken mitberücksichtigt werden sollen.

### 1. Der Risikobegriff

Gefahren sind nicht mit Risiken gleichzusetzen. Gefahren sind nicht durch Entscheide des Menschen bestimmt, sie sind von Aussen zugewiesen. Die Gefahren eines Vulkanausbruchs oder eines Orkans sind schicksalhaft. Es sind offene Unsicherheiten, die politisch neutral bleiben.

Gefahren werden dann zu Risiken, wenn eine durch menschliche Absicht geschaffene Gefahr kalkuliert und bewusst eingegangen wird. Risiken sind also vom Menschen freiwillige, bewusst gewählte und kalkulierte Unsicherheiten. Ob ein Risiko eingegangen wird oder nicht, ist ein Entscheid, dem Interessen an bestimmten Handlungen zugrunde liegen.

### 2. Die Chance ist der grösste Gegner des Risikos

Die Geburtsstunde des Risikos war der aufkommende Wille zur ökonomischen Chance. Wirtschaftliche Entwicklung, technische Innovation oder Profitstreben sind heute der Motor der ökonomischen Chance. Wissenschaft und Technik werden immer aggressiver und raffinierter eingesetzt, um der Wirtschaft neue Chancen zu eröffnen. Ökonomische Anreize führen dazu, dass Güter und Reichtümer in grossem Ausmass produziert werden. Die angestrebte Chance erzeugt aber nicht nur Fortschritt und Wohlstand, sondern eröffnet gleichzeitig immer auch neuartige Risiken. Das Resultat: Die ökonomische Chance ist der grösste Rivale des Risikos.

Diese gespannte Abhängigkeit zwischen Chance und Risiko wird mit folgender Risikodefinition treffend umschrieben: „Risiko ist das bewusste zur Disposition stellen von Struktur um einer Chance willen“, das heisst mit jeder Chance, die zur Disposition gestellt wird, werden auch Risiken eingeführt. Je grösser der Durchsetzungswille der Chance anwächst, desto mehr wächst die Wahrscheinlichkeit der Manifestation von Schäden. Heute ist die hohe Bereitschaft zur Chance ein Schlüssel der industriellen Entwicklungslogik. Immer wieder muss die gesamtgesellschaftliche Abwägung des Risikos dem Druck der ökonomischen Chance geopfert werden.

### 3. Risiko ist nicht gleich Risiko

Die Gentechnik lässt sich nicht mit irgendwelchen anderen technischen Systemen vergleichen und anhand derselben Methoden beurteilen. Es ist unzulässig, wenn – wie es unter Experten öfters geschieht – in der Diskussion über die Zulässigkeit von Risiken der Gentechnik argumentiert wird, dass sich Menschen beispielsweise ja auch in ein Flugzeug setzen würden. Die technischen Systeme Flugzeug und Gentechnologie haben sehr unterschiedliche Risikoqualitäten. Während beispielsweise in der Luftfahrt Unfälle immer unmittelbar wahrgenommen werden, ist es möglich, dass in der Gentechnologie der Unfall schleichend und mit grosser zeitlicher Verzögerung festgestellt

wird. Während ein Flugzeugunfall in seinen Auswirkungen relativ kleinräumig ausfällt, können Folgen eines gentechnischen Unfalls eine sehr weiträumige Ausdehnung erreichen. Während die Konsequenzen des Flugunfalls sofort feststehen, sind die Konsequenzen eines gentechnischen Unfalls unter Umständen erst zu spät erkennbar, oder während bei einem Flugzeugabsturz ein beschränkter Kreis von Leuten betroffen ist, können es bei der Gentechnik eine fast beliebig grosse Anzahl unfreiwillig Betroffener werden.

Den direkten Vergleich solcher Risiken, der eine Risikobeurteilung unterschiedlicher technischer Systeme anhand derselben Kriterien und Methoden mit sich bringt, hat Ulrich Beck als den Jahrhundertfehler der Risikogesellschaft bezeichnet: „Der Jahrhundertfehler, das heisst die unzulässige Einschätzung von modernen Grossrisiken (Atomtechnik, Gentechnologie) anhand von veralteten Kriterien, ist allgegenwärtig. Gefahrenquellen werden in ihrer Risikoqualität nicht verstanden beziehungsweise mit Risiken der klassischen Maschinenwelt gleichgesetzt, und es wird ihnen aus dieser Fehleinschätzung ein fatal falsches Sicherheitsversprechen angeheftet.“

In dieser Unzulässigkeit und in diesem Irrtum akzeptiert die spätindustrielle Gesellschaft Selbstgefährdungen, die sich zu künstlichen Katastrophen entwickeln können. Das Risiko eines grosstechnischen Systems nimmt plötzlich die Dimension und den Charakter einer Naturkatastrophe an (Ozonloch, Klima, Tschernobyl usw).

#### **4. Veraltete Risikoformel**

Heute wird häufig als Modell für die Risikoermittlung eine Kausalkette von Ereignissen angewandt, denen einzeln eine Auftretenswahrscheinlichkeit (z.B. Austritt [W1], Überleben [W2], Vermehrung [W3], Veränderung des Phänotyps [W4], Gentransfer [W5], Ansiedlung [W6], negative Auswirkung auf Mensch und Ökosystem [W7] zugewiesen wird und für deren Schadenswirkung eine Tragweite T geschätzt wird. Das Risiko ergibt sich dann durch das Produkt  $R = T \times W1 \times W2 \times W3 \times W4 \times W5 \times W6 \times W7$ .

Dieser Ansatz stammt aber aus dem klassischen Industriezeitalter. Risiken der Gentechnik lassen sich nicht ausschliesslich mit diesen Rezepten verhandeln. Sie enden sonst zwangsläufig in falschen Risikobewertungen.

Bei der Gentechnik in der Umwelt sind Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe meist unbekannt. Man spricht dann von Ungewissheit. In diesem Sinne sind Entscheide über das Ausbringen von transgenen Pflanzen in die Umwelt nicht bloss Entscheide unter Risiko, sondern Entscheide unter Ungewissheit.

#### **5. Die Überkomplexität**

Risiken der Gentechnik in der Umwelt wurzeln in einem sehr komplizierten System: dem genmanipulierten Organismus, der in ein Ökosystem freigesetzt wird. Das Risiko kann wegen diesen komplexen Zusammenhängen nicht vollständig mittels Experimenten erforscht oder mittels Risikomodellen theoretisch beschrieben werden. Eine zuverlässige Vorhersage über den Grad des Risikos und das Ausmass möglicher Auswirkungen wird praktisch unmöglich.

Der hohe Grad an Komplexität führt dazu, dass die Risikoeinschätzung nicht mehr quantifizierbar ist – die Risikoabschätzung muss rein qualitativen Betrachtungen folgen. Sichere Prognosen, kalkulierte Eintrittswahrscheinlichkeiten und berechnete Schadenshöhen sind nicht möglich.

Ein Beispiel: Auf die Frage, ob eine transgene Pflanze in naturnahen Ökosystemen verwildern kann, kann die Wissenschaft keine abschliessende Antwort liefern. Denn kein Experiment wird je sichere Resultate für die Beantwortung liefern. Wer die Wahrscheinlichkeit einer Verwilderung einschätzt,

kann deshalb nicht auf Daten zurückgreifen. Oder anders ausgedrückt: Wie hoch die Wahrscheinlichkeit für eine Verwilderung ist, weiss man – streng wissenschaftlich betrachtet – eigentlich nicht.

Dieses Nicht-Wissen wird in der Risikodiskussion jedoch oft ignoriert. Das Nicht-Wissen verschwindet dann hinter Analogieschlüssen mit herkömmlich gezüchteten Kulturpflanzen. Da diese nie verwildert sind, werden auch gentechnisch gezüchtete nie verwildern – lautet dann der Analogieschluss.

Eine kritischen Sichtweise vergleicht aber transgene Pflanzen auch mit Neophyten (Pflanzenarten, die vom Menschen unbeabsichtigt oder beabsichtigt von einer Region der Erde in eine andere, weit entfernte gebracht wurden), womit die Möglichkeit (vgl. 61.) einer Verwilderung gegeben ist.

## **6. Langfristigkeit und Unvorhersehbarkeit**

### **6.1. Das Exoten Modell**

Als Biologische Invasionen bezeichnet man den Prozess der Ausbreitung von Lebewesen ausserhalb ihrer natürlichen Herkunftsgebiete. Sie gelten weltweit als wesentlicher Gefährdungsfaktor der Biodiversität und verursachen Kosten in Milliardenhöhe. Natürliche Invasionen von exotischen Pflanzen (nicht heimische Arten) in Ökosysteme geben einen Eindruck von möglichen Schadensfällen, die eintreten könnten, falls eine Gentech-Pflanze oder als Folge der Auskreuzung des Transgens eine Wildpflanze verwildern.

Seit vielen Jahren werden Exoten auf ihre Fähigkeiten, in fremden Ökosystemen zu verwildern, untersucht. Eine Analyse unzähliger Exoten zeigt, dass durch ihre unerwartete Invasionen Struktur und Funktion von Ökosystemen nachhaltig gestört werden können. In 1 % der Fälle kommt es zu einer Einbürgerung der fremden Art und in 0,1 % der Fälle kommt es zu unerwünschten Veränderungen im Empfängerökosystem. Die zeitliche Verzögerung zwischen der Einführung des Exoten und dem Beginn seiner spontanen, oft katastrophalen Ausbreitung kann bis zu über 200 Jahre betragen.

### **6.2. Undurchsichtige Kausalketten**

An einer internationalen Tagung des Europarates (Europarat, Strassburg, 1994) zu negativen Langzeiteffekten wurde versucht, am Beispiel natürlich vorgekommener Schadensfälle in Ökosystemen zu ergründen, ob es möglich ist, das für den Schaden verantwortliche genetische Merkmal zu eruieren. Dieser Versuch scheiterte weitgehend. Entsprechend hoffnungslos ist der umgekehrte Versuch, aus einem gentechnisch eingeführten Merkmal in einem Organismus darauf zu schliessen, wie und wann sich dieser Organismus negativ auf ein Ökosystem auswirken könnte.

Wegen der grossen Anzahl Parameter in den Kausalketten ist eine Langzeitprognose nicht möglich. Einzelne Erfahrungswerte aus Freisetzungsversuchen mögen nützlich erscheinen, sie werden aber immer nur beschränkte Aussagen ermöglichen. Auch gesteht man heute zu, dass das Verhalten eines gentechnisch veränderten Organismus in zwei unterschiedlichen Ökosystemen sehr andersartig ausfallen kann.

### **6.3. Prognose und Experiment versagen**

Ob sich im Einzelfall das Restrisiko manifestiert, welche Bedingungen und Faktoren es auslösen werden, zu welchem Zeitpunkt das Ereignis auftritt und welches Schadensausmass es in sich trägt, entzieht sich der Prognostizierbarkeit. Die Unsicherheit über die langzeitlichen Auswirkungen wird immer bestehen, da das Verhalten eines genmanipulierten Organismus in einem Ökosystem eine zu komplexe Situation darstellt (siehe 5.).

Experimentelle Studien in Modellökosystemen (Mikrokosmen) oder Freisetzungsfeldern sind im Vergleich zur Realität in der Landwirtschaft sehr vereinfacht und decken nur Kurzzeitbetrachtungen unter spezifisch gewählten Bedingungen ab. Erfahrungswerte zu Langzeiteinflüssen liegen noch gar keine vor, weil transgene Organismen in langen Zeiträumen bisher nicht angewandt wurden. Schadensszenarien mit untolerierbarer Tragweite können aus Sicherheitsgründen im Experiment schon gar nicht erprobt werden.

Das Resultat aus all diesen Tatsachen ist klar: Negative Langzeiteffekte auf Ökosysteme (10 bis 100 Jahre) sind nicht evaluierbar und experimentell nicht mehr überprüfbar.

#### **6.4. Unerwartete Ereignisse**

Kurzfristig verheissene Vorteile von Gentech-Nutzpflanzen können durch die Manifestation von Schäden in untolerierbare negative Folgewirkungen umschlagen: Die erhoffte Reduktion von Herbizideinsatz dank herbizidresistentem Saatgut schlägt um in ein plötzliches Auftreten von herbizidresistenten Unkräutern; der Schutz vor Schädlingen durch schädlingsresistente Nutzpflanzen schlägt um in den Verlust eines Bioinsektizids wegen Resistenzbildung; oder die gesteigerte Ernte dank virusresistenter Nutzpflanzen schlägt um in eine Bedrohung durch neu entstandene, rekombinierte Viren.

Es gibt bereits Beispiele solcher Folgewirkungen: Mit dem grossflächigen Anbau von herbizidresistenten Pflanzen in Nordamerika ist auch der Einsatz eines einzigen Totalherbizids (Roundup Ready) massiv gestiegen. Doch jetzt bleiben die ersten Unkräuter als Folge der Resistenzbildung auf dem Feld stehen. Prominentestes Beispiel ist das Kanadische Berufskraut (*Conyza canadensis*). Kein Wunder sprechen die offiziellen Stellen mittlerweile von einem Superunkraut, wenn sie die vielen resistenten Berufskräuter auf den Feldern sehen. Das Berufskraut ist aber nicht das einzige Kraut, das resistent gegen Roundup Ready geworden ist. Auch die beiden Unkräuter Weidelgras (*Lolium multiflorum*) und Fuchsschwanz (*Amaranthus*) sollen sich mittlerweile gegen das Totalherbizid wehren können.

#### **6.5. Unkenntnis (Ignorance)**

Bei den oben genannten Formen von Unsicherheit 'wissen wir, was wir nicht wissen'. Die Unkenntnis ist eine Steigerung von Unsicherheit. Denn hier 'wissen wir nicht, was wir nicht wissen'. Damit ist gemeint, dass es Fragen geben kann, die bei einer Risikoabschätzung nicht überprüft werden, da sie nach dem Stand des Wissens nicht naheliegend sind, oder dass es Phänomene und Wirkungszusammenhänge gibt, welcher sich die Wissenschaft noch gar nicht bewusst ist.

Unkenntnis erweist sich als eine häufige, oft unterschätzte Fehlerquelle im Bereich der Risikoabschätzung. Das stratosphärische Ozonloch ist ein bedeutendes Beispiel für die Folgen der Unkenntnis.

#### **6.6. Der Griff nach normativen Massnahmen**

Die Tatsache, dass unüberblickbare Langzeiteffekte ein Sicherheitsproblem darstellen, spiegelt sich in normativen gesetzlichen Massnahmen, die als Sicherheitselement eine langfristige Dauerüberwachung der Ökosysteme verlangen. Damit wird bestätigt, dass zum Zeitpunkt der Genehmigung einer Gentech-Pflanze für den Anbau in der Umwelt eine Unsicherheit bestehen bleibt. Die Fachwelt und die Gesetzgeber sind sich einig, dass diese Unsicherheit reduziert werden muss. Zur Früherkennung unerwarteter Schäden wird ein Monitoring, das heisst eine Langzeitbeobachtung, verlangt. Die Unsicherheit wird damit aber nicht ausgeschaltet, da Schäden, wenn sie erst einmal entdeckt sind, bereits irreversiblen Charakter haben können.

## **7. Vom Risiko zur Vorsorge**

Wenn die Wissenschaft Unsicherheiten von Gentech-Pflanzen in der Umwelt nicht überwinden kann und ohne objektive Fakten auskommen muss, so braucht es eine Änderung in der Umgangsform. Der klassische, risikoorientierte Ansatz muss ergänzt oder ersetzt werden.

Die heutige – deterministische – Risikoeinschätzung beschränkt sich weitgehend auf die Kausalität zwischen Ursache und Schaden. Nur was wissenschaftlich erklärbar ist, findet in der Risikobewertung Berücksichtigung. Nicht-Wissen ist in diesem Umgang mit Risiken ausgeschlossen.

Das Vorsorgeprinzip stellt ein Prinzip dar, wie Entscheide unter Nicht-Wissen zu fällen sind. Im Sinne des Vorsorgeprinzips müssen auch Kriterien zur Anwendung gelangen, die nicht nur zuweisbare Kausalitäten begutachten, sondern der Begrenzung der Erkenntnis und Prognose Rechnung tragen.

Während in den USA ein wissenschaftlicher, risikoorientierter Regulierungsansatz vorherrscht, hat die EU einen neuen Weg eingeschlagen. Der Weg geht vom Risiko zur Vorsorge.

Das Vorsorgeprinzip ist konsistent mit wissenschaftlichem Vorgehen („sound science“). Die Anwendung des Vorsorgeprinzips verlangt aber nach einer erweiterten interdisziplinären wissenschaftlichen Forschung. Dies ist deshalb notwendig, da Ungewissheit und Ignoranz das Verständnis komplexer biologischer Probleme zwangsläufig begleiten. Insofern ist das Vorsorgeprinzip ein Appell nach mehr Wissenschaft und nicht eine Ablehnung der Wissenschaft.

Das Ziel des Vorsorgeprinzips ist, Risikosituationen auf ihre Tragbarkeit zu ergründen, nicht aber bloss auf der Basis von klassischen Risikoeinschätzungen, sondern auch durch eine Analyse des Nichtwissens, der Grössenordnung denkbarer Einwirkungen und der Verfügbarkeit von Alternativen. Die Vorsorge bezieht die Öffentlichkeit mit ein, berücksichtigt ethische Aspekte, wägt Alternativen ab, behandelt sozio-ökonomische Fragen und bringt ökonomische Gesichtspunkte in die Abwägung ein.