

# **Die Terminator-Technologie**

**Eine kurze Zusammenfassung zu Ziel, Funktion  
und Stand der Diskussion.**

- 1. Ziel der Terminator-Technologie**
- 2. Die Funktion der `Terminator-TechnikA, ein Überblick**
- 3. Die Terminator-Technologie im Detail**
- 4. Der Inhalt des Patente US5723765:  
Control of plant gene expression**
- 5. Stand der Entwicklung im Oktober 1999**

**Anlagen**

von  
Dr. André de Kathen

## **1. Ziel der Terminator-Technologie**

Die Terminator-Technologie ist eine von mehreren denkbaren Strategien, die unter den Kürzeln GURT (Gene-Usage-Restriction-Technology) oder TPS (Technology-Protection-System) gentechnisch Ansätze zusammenfassen, die den Nachbau transgener Pflanzen verhindern sollen und/oder die Nutzung gentechnisch vermittelter Eigenschaften dieser Pflanzen in der Züchtung zu unterbinden. Mit der Terminator-Technologie selbst, ist zunächst kein unmittelbarer agronomischer Vorteil verbunden oder beabsichtigt.

Grundlage für die folgende Darstellung von Funktion und Eigenschaft dieses gentechnischen Ansatzes, ist das von der US-Firma Delta & Pine Land (im folgenden: DLP) und dem United States Department of Agriculture (USDA) gemeinsam entwickelten Patentes US5723765: `Control of plant gene expressionA ([http://www.patents.ibm.com/details?&pn=US05723765 &s\\_clms=1.](http://www.patents.ibm.com/details?&pn=US05723765 &s_clms=1.))

## **2. Die Funktion der `Terminator-TechnikA, ein Überblick**

Im Prinzip besteht die Technik aus drei Komponenten -oder Genen- die, mit gentechnischen Methoden in die Nutzpflanze eingeführt, eine Keimung des entstehenden Samens und damit seine weitere Verwendung im Nachbau oder in der Züchtung verhindern. Es sei vorab bemerkt, dass das Patent komplexer Natur ist und mehrere Möglichkeiten zuläßt, die später noch detaillierter beschrieben werden. Daher ist hier zunächst das Prinzip beschrieben.

Die erste Komponente ist ein Gen, das für die Produktion eines Giftstoffes verantwortlich ist, der aber wegen eines molekularen Schalters erst spät im Verlauf der normalen Samenentwicklung gebildet wird. Dieser verhindert aber die weitere Entwicklung des Samens.

Da dieser Ansatz die Produktion entsprechenden Saatgutes verhindern würde, ist zwischen dem das Gen kontrollierenden Schalter und der für die Produktion des Giftstoff verantwortlichen Gen-Abschnitte eine blockierende Sequenz eingebaut, die zunächst die gesamte Komponente inaktiviert.

Die zweite Komponente -oder das zweite Gen- enthält die Information für die Produktion einer molekularen Schere, die in der Lage ist die blockierende Sequenz präzise herauszuschneiden und so die Produktion des Giftstoffes zu einem späteren Zeitpunkt zu erlauben. Damit dies nicht schon während der Züchtung und der Saatgutproduktion geschieht, wird die Aktivität dieses Gen wiederum kontrolliert und

zwar durch die dritte Komponente, einen sogenannten Repressor.

Die dritte Komponente, das Repressor-Gen, kodiert für ein Protein, das zunächst durch Bindung an die zweite Komponente die Produktion der molekularen Schere verhindert. Jedoch kann das Repressor-Protein durch einen äußeren Reiz, zum Beispiel die Behandlung mit bestimmten Chemikalien oder andere physikalische Faktoren, inaktiviert werden. In der Folge wird die zweite Komponente (die molekulare Schere) aktiviert und erlaubt so die Produktion des Giftstoffes durch die erste Komponente.

Das heißt, zunächst ist die Züchtung und die Saatgut-Produktion solange möglich, solange dieser äußere Reiz nicht appliziert wird. Wird das Saatgut aber diesem Reiz ausgesetzt, so entwickelt sich die daraus entstehende Pflanze zunächst normal, ist fertil und produziert Samen, welche dann aber nicht mehr keimfähig sind.

### ***3. Die Terminator-Technologie im Detail***

Wie erwähnt, werden die drei Komponenten der Methode durch verschiedene Gene realisiert, die über gentechnische Methoden im Erbmateriale der Pflanze verankert werden. Zum tieferen Verständnis soll ein kurzer Ausflug in die Entwicklungs- und Molekularbiologie dienen.

Wie bei vielen Organismen, beginnt das Leben einer Pflanze mit der Fusion einer Ei- und einer Samenzelle. Danach folgen viele weitere Zellteilungen, bei denen das gesamte Erbmateriale zunächst kopiert und dann verteilt wird. Alle aus dieser einen Zelle abgeleiteten Zellen besitzen das gleiche Erbmateriale. Die Eigenschaften einer Zelle werden im wesentlichen durch Proteine bestimmt. Bestimmte Bereiche des Erbmaterials (der DNS, Desoxyribonukleinsäure) -die Gene- kodieren mit jeweils einer ganz bestimmten Abfolge von Buchstaben (kodierende Sequenzen) für entsprechende Proteine. Da nun aber alle Zellen einer Pflanze das gleiche Erbmateriale besitzen, die Zellen einer Pflanze aber durchaus unterschiedliche Struktur und Funktion besitzen, müssen diese Eigenschaften einer Zelle also durch Unterschiede in Zeitpunkt, Ort und Menge des Auftretens bestimmter Proteine (z.B. Enzyme) bestimmt werden. So werden Speicherproteine in großer Menge nur zu einem bestimmten Zeitpunkt und nur in den entsprechenden Speicherorganen gebildet. Andere Proteine werden nur auf äußere Reize hin gebildet. So werden Pflanzenabwehrproteine in großer Menge nur produziert, wenn die Pflanze von Schädlingen attackiert wird.

Neben der kodierenden Sequenz, die die Struktur und Funktion des Proteins

bestimmt, existiert deshalb noch ein Schalter -ein sogenannter Promotor- der Zeitpunkt und Menge der Produktion eines Proteins reguliert. Der Promotor selbst interagiert dabei mit anderen Molekülen in der Zelle, auch anderen Proteinen. Deren Zusammenwirken bestimmt, ob ein Gen aktiv ist -und ein Protein gebildet wird- oder nicht. Gentechnische Methoden erlauben nun, neben der Neukombination von Genen auch die Neukombination von Promotor und kodierender Sequenz.

### ***Komponente 1: das Toxin-Gen...der Terminator***

Die terminierende Komponente A ist ein Gen, welches für die Produktion einer hochgiftigen Substanz verantwortlich ist. In unserem Beispiel kodiert die entsprechende DNS-Sequenz für Saporin, ein Ribosomen-inaktivierendes Protein (RIP), welches man aus *Saponaria officinalis* isoliert hat. Die Ribosomen sind die Proteinsynthesemaschinen der Zelle. Sind diese blockiert, stirbt die Zelle. Andere RIP's sind zum Beispiel Ricin oder Mistel-Toxin, die gerade wegen ihrer hohen Toxizität in der Bekämpfung von Krebs eingesetzt werden sollen (hier gekoppelt an Tumor-spezifische Antikörper). Natürlich darf dieses Gen nicht in jeder Zelle und zu jeder Zeit aktiv sein, schließlich sollen -zumindest bei Weizen, Reis oder Baumwolle- auch noch Samen gebildet werden. Daher ist in diesem Fall die kodierende Sequenz mit einem Schalter (einem Promotor) gekoppelt, der nur in der sehr späten Samenentwicklung aktiv ist. Im Falle der Baumwolle (an Baumwolle und Tabak ist das Prinzip erprobt worden) heißt dies: die Fasern der Pflanze und auch das Öl der Samen kann gewonnen werden, die Samen sind aber nicht mehr keimfähig.

### ***Komponente 2: die sequenzspezifische Rekombinase***

Wenn aber keine keimfähigen Samen gebildet werden, wie wird dann Saatgut produziert?

Die beiden Funktionseinheiten Promotor und kodierender Sequenz sind nicht nur funktionell sondern auch strukturell gekoppelt. Unterbricht man diese Kopplung, kann der Schalter das Gen nicht mehr aktivieren, es bleibt stumm. Zwischen Promotor und kodierender Sequenz der Komponente 1 (dem Toxin-Gen) ist eine DNS-Sequenz eingeführt, die die Produktion des Toxins auch in späteren Entwicklungsphasen inhibiert. Diese DNS-Sequenz enthält aber Signale, die von einer Rekombinase erkannt werden. Die Rekombinase wiederum schneidet präzise den Teil einer DNS-Sequenz heraus, der von den Signalsequenzen flankiert wird.

Die Folge: FALLS die Rekombinase aktiv ist, wird die blockierende Sequenz entfernt und das Toxin kann während der späten Samenentwicklung aktiv werden. Der Promotor, der die Aktivität des Rekombinase-Gens reguliert besitzt jedoch Bindungsstellen für ein Protein. Dieses Protein inaktiviert den Promotor, solange er an diesen gebunden ist. Kodiert wird dieser Repressor durch die dritte Komponente, das Repressor-Gen - in unserem Beispiel das tet-RepressorA-Gen.

### ***Komponente 3: der inaktivierbare Repressor***

Zunächst muß der Repressor idealerweise in allen Zellen der Pflanze und zu jeder Zeit aktiv sein um den Zelltod durch Toxin-Produktion zu verhindern. Der Promotor des Repressor-Gens ist deshalb ein konstitutiver, d.h. immer aktiver Promotor. Der tet-Repressor wird allerdings durch die Zugabe eines Antibiotikums, des Tetracyclins, in seiner Struktur so verändert, dass er nicht mehr an den Promotor der Rekombinase binden kann. In der Folge schneidet die Rekombinase die blockierende Sequenz am Toxin-Gen aus und das Toxin kann während der späten Samenentwicklung gebildet werden.

### ***4. Der Inhalt des Patente US5723765: Control of plant gene expression***

Entwickelt wurde die Terminator-Technologie gemeinsam von Delta & Pine Land, einem der großen Baumwoll-Züchter und Wissenschaftlern des USDA (United States Department of Agriculture). Am 3.März 1998 wurde das Patent erteilt, ist in mindestens 78 Ländern beantragt und soll über Lizenzabkommen möglichst breite Anwendung finden. Das Patent ist sehr umfangreich und komplex und das oben beschriebene Beispiel ist nur eine mögliche Anwendungsstrategie. Es schützt sowohl die Produktion einer transgenen Pflanze als auch die Produktion transgenen Pflanzengewebes oder transgener Pflanzenzellen mit einer:

- ersten DNS-Sequenz die einen veränderten Phänotyp verursacht, transient aktiv ist, wobei Promotor und kodierende Sequenz durch eine blockierende Sequenz getrennt sind,
- zweiten DNS-Sequenz die für eine Rekombinase kodiert, die die blockierende Sequenz entfernen kann und einen reprimierbaren Promotor hat,
- dritten DNS-Sequenz, die für einen Repressor kodiert, der an den Promotor der 2ten DNS-Sequenz bindet.

Für die erste DNA-Sequenz werden zunächst geschützt: ein ribosomales Inhibitor-Protein Gen, der LEA-Promotor (für `Late Embryogenesis AbundantA) und die LOX-Erkennungs-sequenzen, die die blockierende Sequenz flankieren. Ebenfalls geschützt im Rahmen dieses Systems ist das Barnase-Gen, eine RNase, sowie Erkennungssequenzen, die auch von anderen Rekombinasen erkannt werden (Flippase, Resolvase, SSV1-Integrase, Transposase), sowie andere Promotoren die eine transiente Aktivität von Genen vermitteln bzw. spezifisch aktive Gene die nur während der Wurzel-, Blatt oder Blütenbildung, im Vaskularsystem oder bei der Polenentwicklung aktiv sind oder durch Hitze, Wasser-Streß, Verwundung oder Schwermetalle aktiviert werden können. Geschützt ist ebenfalls im Rahmen dieser Strategie ein Toxin-Gen aus einer Gruppe lethal wirkender Gene mit fungizider,

bakterizider oder insektizider Wirkung oder solcher Gene, die den Sekundär-Metabolismus verändern.

Für die zweite DNA-Sequenz schützt das Patent die CRE-Rekombinase, einen 35S-Promotor mit drei tet-Operon Sequenzen. Ebenfalls geschützt sind im Rahmen dieser Strategie weitere Rekombinasen (Flippase, Resolvase, SSV1-Integrase, Transposase) sowie ein 35S-Promotor, der lac-Operator Sequenzen enthält. Darüber hinaus sind aber auch die modifizierten MAS-, NOS- und Ubiquitin-Promotoren geschützt

Die dritte DNA-Sequenz umfaßt laut Patentschrift den Tn11 tet-Repressor mit 35S-Promotor, wobei dieses Konstrukt auch die blockierende Sequenz sein kann oder auch ein anderes Repressor-System wie das lac-Operator-Repressor-System.

Das Patent umfaßt so also fast alle bekannten Kombinationen, die auf Zell-, Gewebe- oder Pflanzen-Ebene theoretisch so funktionieren, wie oben erklärt.

## **5. Stand der Entwicklung im Oktober 1999**

In der öffentlichen Diskussion weist Monsanto darauf hin, dass sie weiterhin ein Interesse an einer öffentlichen Diskussion über TPS und GURT haben, und bereits vor einigen Monaten beschlossen haben, die Terminator-Technologie nicht zu kommerzialisieren. Andere TPS und GURT Strategien jedoch sollen weiter verfolgt werden, da offensichtlich weder vertragliche Regelungen noch Patentrechte einen ausreichenden `return of investmentA erlauben.

Der Verzicht auf die oben beschriebene Terminator-Technologie bedeutet also nicht, dass das Ziel nicht weiterverfolgt wird. So wird nicht nur bei Monsanto an gentechnischen Strategien gearbeitet, die die Nutzung der gentechnisch vermittelten Eigenschaften einschränken. So sollen die eingeführten Eigenschaften wie Herbizid-, Pilz-, Virus- oder Trockentoleranz nur dann aktiviert werden, wenn der Landwirt bestimmte Chemikalien einsetzt, die das Unternehmen zur Verfügung stellt. In diesem Zusammenhang differenziert man zwischen V-GURT und T-GURT, also einem Schutz für die Sorte (variety, die Terminator-Technologie wäre eine solche V-GURT) oder die Eigenschaft (trait, also T-GURT) die häufig schon als `Traitor-TechnologyA bezeichnet wird.

In einem offenen Brief an Gordon Conway, den Direktor der Rockefeller Foundation, hat der Direktor von Monsanto, Robert Shapiro versichert, dass Monsanto zu einer offenen und fairen Diskussion einlädt und seine Entscheidung für die Einführung und Kommerzialisierung dieser Technologien vom Verlauf und dem Ergebnis dieser Diskussion abhängig machen will. Dieser Schritt geht vermutlich auf ein Treffen von Gordon Conway mit dem `Monsanto-BoardA zurück, in dem Conway zwar das Recht Monsanto´s auf den Schutz seiner Produkte respektiert, allerdings auch sehr deutlich gemacht hat, welche Folgen dies vor allem für die Landwirtschaft in der Dritten Welt haben kann. Monsanto ist damit -nach Astra Zeneca- der zweite `global playerA im transgenen Saatgut Geschäft, der seinen Verzicht auf eine Kommerzialisierung der Terminator-Technologie verspricht. Allerdings existieren mehr als 2 Dutzend Patente mit einem Bezug zur Terminator- oder Traitor-Technologie und es ist nicht auszuschließen, dass im Rahmen weiterer Fusionen, neuer Entwicklungen oder Änderungen im Management der Firmen diese Absicht korrigiert wird, zumal sich das USDA als Miteigner des Patentes bisher nicht dieser Sichtweise angeschlossen hat. Im Augenblick ist die öffentliche Diskussion eindeutig gegen die Terminator-Technologie und auch die Consultive Group of International Research (CGIAR) hat sich gegen die Nutzung entsprechender Technologien in ihren Zuchtprogrammen ausgesprochen.

Im Rahmen der Umsetzung der Konvention über die Biologische Vielfalt und der damit verbundenen Entwicklung von Regularien und Richtlinien, diskutieren vor allem

Länder der Dritten Welt zur Zeit, ob es unter der WTO möglich ist Gesetze und Richtlinien zu formulieren, die faktisch ein mehrjähriges Moratorium für die Einführung von GURT vorsehen.

**Anlagen:**

- 1: Overhead-Folie 1: Gliederung  
Overheadfolie 2: Das Terminator-Prinzip
- 2: Ausdruck des entsprechenden Patentes vom IBM-Patent-Server  
[http://www.patents.ibm.com/details?&pn=US05723765\\_\\_&s\\_clms=1](http://www.patents.ibm.com/details?&pn=US05723765__&s_clms=1).
- 3: Ausdruck von Beiträgen zur Terminator-Technologie aus der web-site der  
`Rural Advancement Foundation InternationalA, RAFI  
<http://www.rafi.org>
- 4: Ausdrücke von Beiträgen der `Washington PostA zur Terminator-Situation in den  
USA  
<http://www.washinton-post.com> (kostenpflichtig)
- 5: Ausdruckevon Beiträgen zur Terminator-Technologie aus der web-site von  
Monsanto <http://www.monsanto.com/monsanto/gurt/>
- 6: Diverse Zeitungsartikel
- 7: Die öffentliche Diskussion: Eine Analyse von Pro- und Contra-Argumenten

## **Anlage 7:**

### ***Die öffentliche Diskussion: eine Analyse von Pro und Contra***

Die Terminator-Technologie ist nur eine Strategie mit der Monsanto und andere Firmen die einen hohem Forschungsaufwand im Bereich Agrarbiotechnologie betreiben versuchen, ihre Innovationen zu schützen. Offensichtlich wird, dass der Schutz über Patente und vertragliche Regelungen in den Industrieländern mit hohem Regulations- und Kontrollniveau nicht den gewünschten Effekt hat. Im Sprachgebrauch der entsprechenden UNternehmen findet man deshalb auch oft die Bezeichnungen Technologie-Schutz-System (TPS, Technology Protection System) oder Gen-Gebrauchs-Restriktions-Technologie (GURT, gene-usage-restriction-technology).

Allen gemeinsam ist, dass sie:

- a) eine biologische Barriere aufbauen, die die Nutzung des transgenen Saatgutes (variety, V-GURT) oder auch nur bestimmter Eigenschaften der Pflanze (trait, T-GURT) außerhalb des Einflußbereiches der Firma verhindern, und
- b) dass die Technologien wohl noch mindestens 3-5 Jahre von der Marktreife entfernt sind und zum Teil auch nur in der Theorie funktionieren.

Die öffentliche Diskussion wird zur Zeit hitzig geführt und die Kritik hat sich intensiviert und fokussiert auf Monsanto aus vermutlich 3 Gründen:

1. ist die Terminator Technologie ein sehr drastisches Beispiel für die TPS oder GURT,
2. hat Monsanto im Frühjahr 1998 erklärt, Delta & Pine Land übernehmen zu wollen (die Übernahme ist bis jetzt -Okt.1999- nicht erfolgt) und hat sich dann auch in die öffentliche Diskussion um die Terminator-Technologie eingeschaltet.
3. hat die Terminator-Technologie vor allem Folgen für die Subsistenz-Landwirtschaft in Entwicklungsländern.

US-Firmen wie Monsanto wollen auch in den Märkten Afrikas und Asiens expandieren. Einerseits ist dort das Regulationsniveau und der Konkurrenzdruck vergleichsweise niedrig, andererseits sind die Märkte unterentwickelt und das niedrige Regulationsniveau gefährdet faktisch den Schutz und die Vermarktung der Produkte. Gerade im Zusammenhang mit dem Anbau transgener Nutzpflanzen, ist Monsanto durch aggressives Marketing und Ausnutzung rechtsfreier Räume aufgefallen, was zum Teil die massive Kritik und das Mißtrauen vor allem der Nicht-Regierungs-Organisationen erklärt.

## Die `ProA-Argumente

### *Return of Investment*

Monsanto beziffert die Kosten für die Entwicklung einer erfolgreichen transgenen Pflanze wie `RoundUp-ReadyA Sojabohnen oder `Bt-MaisA mit etwa US\$300 Millionen, bei einer Entwicklungszeit von etwa 10 Jahren. Monsanto verfolgt daher in den USA die Strategie, das Saatgut nicht zu verkaufen sondern nur für den einmaligen Gebrauch zu `leasenA und warb in großen Anzeigenkampagnen um Verständnis. Allerdings stieg die Anbaufläche mit gentechnisch veränderten Nutzpflanzen von 1.5 Millionen ha in 1996 auf über 20 Millionen ha in 1998. Fast die Hälfte aller in den USA angebauten Sojabohnen waren 1998 Monsanto's herbizidresistente Sorten. Der stark steigende Anteil transgener Nutzpflanzen in den USA verdeutlicht die den wirtschaftlichen Erfolg der Technologie und die hohe Akzeptanz bei den Landwirten, sowie die Fähigkeit kurzfristige Gewinne abzuschöpfen und flexibel auf neue Situationen zu reagieren. Wenn man berücksichtigt, dass das Saatgut-Geschäft in den USA bis in die 80er Jahre überwiegend ein staatliches `GeschäftA war, eine erstaunliche Entwicklung.

Andererseits halten in den USA traditionell etwa 20-30% der Soja-Farmer Saatgut aus der letzten Ernte zurück. Durch entsprechende Verträge wollte Monsanto dies unterbinden, führt allerdings zur Zeit mehr als 500 Prozesse gegen nachbauende Landwirte. Die Befürchtung Monsanto's ist daher, dass wenn dies schon in einem reglementierten Markt nicht funktioniert, werden entsprechende Eigentumsrechte in den expandierenden Märkten Ost-Europas, Asiens und Afrikas sicherlich weit mehr ignoriert, zumal transgenes Saatgut bereits in Mittel- und Südamerika aufgetaucht ist und dort vermarktet wird.

Für Monsanto, Astra Zeneca und andere sind TPS- und GURT- Technologien daher eine Art biologischen Copy-Rights, eine technische Variante im Schutz gegen `Saatgut-PiraterieA. Die Terminator-Technologie ist dabei nur die Spitze des Eisbergs.

### *Genetic pollution*

Gentechnik-Kritiker äußerten oft die Befürchtung, dass sich die gentechnisch vermittelten Eigenschaften durch Auskreuzungen in der Umwelt manifestieren könnten. Daneben beinhaltet das Selbstverständnis ökologischer Landwirtschaft zur Zeit einen Verzicht des Anbaus gentechnisch veränderter Sorten. Wie kann das aber garantiert werden, wenn transgene Pollen aus den Nachbarfeldern die ökologisch angebauten Sorten `verschmutzenA. Selbst wenn negative ökologische Folgen ausgeschlossen werden, bleiben immer noch die möglichen finanziellen Folgen für den `ökologischA wirtschaftenden Landwirt. Sollte die Terminator-Technologie so funktionieren wie beabsichtigt, kann sich die transgene Pflanze weder in der Natur noch in benachbarten

landwirtschaftlichen Betrieben halten. In diesem Sinne wäre die Terminator-technologie ein Beitrag zum `biologischen ContainmentA transgener Nutzpflanzen.

### **Die `ContraA-Argumente**

Die Argumente gegen die Terminator-Technologie können in zwei Gruppen zusammengefaßt werden. Einmal die möglichen biologischen Folgen und zum zweiten, die Folgen für die Struktur landwirtschaftlicher Systeme. Die biologischen Grundlagen, auf der mögliche Folgen der Terminator-Technologie diskutiert werden, unterscheiden sich nicht von denen, die bereits seit mehreren Jahren bekannt sind und besonders an transgenen Pflanzungen auch besonders gut untersucht werden können: Auskreuzung, Gen-Fluß und Verwilderung.

#### *Die Ausbreitung der Terminator Eigenschaft*

Die die Terminator Technologie tragende Pflanze wird Pollen produzieren. Diese Pollen können sich ausbreiten und Pflanzen in benachbarten Feldern bestäuben. Die Folge ist natürlich, dass die daraus entstehenden Samen nicht keimfähig sind. Das Ausmaß des Schadens hängt dann vom Umfang der Kreuz-Bestäubung ab und ist damit abhängig von Witterungsbedingungen, Distanz und dem Ausmaß der Kreuzfertilität.

#### *Die Auswirkungen des Toxin-gens*

Das Patent sagt aus, dass das produzierte Toxin (Saporin) nicht-toxisch für andere Organismen ist. Unklar ist, welche Organismen daraufhin getestet wurden. Andere Toxin-Gene sind im Gespräch sowie Änderungen im Sekundärstoffwechsel. Die Patenthalter gehen bislang davon aus, dass dies ohne Belang ist falls die Samen weder für den menschlichen noch für den tierischen verbrauch bestimmt sind. Welche Auswirkungen dies für Vögel, Insekten und Mikroorganismen haben kann ist nicht geklärt.

#### *Die Nutzung von Tetracyclin als Aktivator*

Tetracyclin ist ein Antibiotikum. Die Samen in dem oben genannten Beispiel müssen mit Tetracyclin behandelt werden. Mit den Samen werden natürlich auch entsprechende Mengen des Antibiotikums in den Acker verbracht und erhöhen damit den Selektionsdruck auf solche Mikroorganismen, die Tetracyclin resistent sind.

#### *Wird es `AusreisserA geben ?*

Es ist unwahrscheinlich, dass die Tetracyclin-Behandlung in 100% der Fälle zu einer Aktivierung der Terminator-Technologie führt. Diese Pflanzen werden keimfähige Samen bilden und entweder die Gene über die Pollen verbreiten oder -bei autogamen Arten- in der nächsten Saison u.U. als `volunteersA in den Feldern auftauchen. Darüber

hinaus beobachtet man bei transgenen Pflanzen u.U. ein `AbschaltenA der Gene, ein sogenanntes `silencingA. Diese Abschaltung muß nicht stabil sein, d.h. der Terminator-Effekt kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder auftreten.

Darüber hinaus ist bekannt, dass der tet-Repressor `leakyA ist. Das heißt, zumindest in Laborexperimenten ist nachgewiesen, dass die Repression nicht hundertprozentig ist, eine frühzeitige Toxin-Produktion ist deshalb nicht ausgeschlossen. Dieses Faktum ist aber ein Problem, dass die Entwicklung zur Marktreife verzögern kann.

Viel schwerwiegender -allerdings vor allem mit Bezug auf die Situation in Entwicklungsländern- sind die bislang unabsehbaren möglichen Änderungen für landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen und deren sozioökonomische Folgen.

### *Das Recht zu entscheiden*

In offensichtlicher Unkenntnis der Situation in Entwicklungsländern argumentiert Monsanto, dass der Landwirt ja die Entscheidung habe Saatgut zu kaufen oder nicht. Abgesehen von wirtschaftlichen Zwängen, denen die Agrarwirtschaft im Norden unterliegen mag, in vielen Entwicklungsländern bestimmen die Regierungen oft über Regularien oder Kreditvergaben was der Landwirt anbauen kann. So ist die schnelle Einführung von Hybrid-Mais in Zimbabwe sicherlich keine freie Entscheidung der Landwirte. Unabhängig von der Beantwortung der Frage ob dies gut oder schlecht ist, eine freie Entscheidung war es nicht.

### *Die Abhängigkeit des Landwirtes in Entwicklungsländern*

Die Entwicklung von Saatgut, dass der Landwirt in jeder Saison neu erwerben muß ist sowohl für den Saatgut-Produzenten als auch für den Landwirt ein profitables Geschäft, falls die Ertragssteigerung entsprechend ist. Das Beispiel Hybrid-Saatgut zeigt, dass eine landwirtschaftliche Produktionsweise, die Wert auf gleichbleibend hohen Ertrag und Homogenität setzt, auf den Kauf von Saatgut nicht verzichten wird. Nur in Entwicklungsländern ist die Nachbaurate von Hybrid-Mais noch recht hoch, da selbst die F2 noch höhere Erträge bringt als die eigenen Landsorten und die Ansprüche an die Homogenität für die maschinelle Ernte oder die Nahrungsmittelindustrie wesentlich geringer sind. Während diese Entwicklung in den Industrieländern vielleicht noch in den Rahmen wechselseitiger wirtschaftlicher Abhängigkeiten paßt und die Nachbauraten unter 30% liegen, sind etwa 90% der Landwirte in den Entwicklungsländern auf Nachbau angewiesen. Sie produzieren überwiegend für den Eigenbedarf und ihre Kapitaldecke ist dürftig. Von Bedeutung ist, dass etwa 15-20% des Nahrungsmittelbedarfs der Welt zur Zeit noch durch Subsistenzlandwirtschaft gesichert wird und damit das Überleben von fast 1.5 Milliarden Menschen erlaubt. Im

landwirtschaftliche Sektor der Entwicklungsländern finden immer noch 30-60% der Arbeitskräfte Beschäftigung. Welche Folgen die Terminator-Technologie haben würde, läßt sich aus den negativen Begleiterscheinungen der `Grünen RevolutionA ableiten. Es ist offensichtlich, dass die Subsistenzwirtschaft auf Dauer nicht in der Lage sein wird den steigenden Nahrungsmittelbedarf zu decken. Zu berücksichtigen ist, dass die Freisetzung von Arbeitskräften in der Landwirtschaft, die dann allerdings keine adäquate Beschäftigung in anderen Bereichen finden, ein ernstzunehmender Aspekt ist.

#### *Der Schutz neuer Sorten*

Anders als die Entwicklung von Hybrid-Systemen, hat die Terminator-Technologie selbst keinen unmittelbaren agronomischen Nutzen. Darüber hinaus läßt sich auch denken, dass die Terminator-Technologie nicht an gentechnisch verbesserte Nutzpflanzen gebunden ist. Die Terminator-Technologie ließe sich in jede interessante Sorte transferieren und so die Weiterverwertung in Zuchtprogrammen unterbinden - ein Sortenschutz wäre gar nicht nötig. Gerade für Länder, in denen entsprechende Schutzsystem schlecht oder gar nicht umgesetzt werden können, und das ist gerade in Ländern der Dritten Welt der Fall, ist dieser Ansatz durchaus ernstzunehmen.