

# Herbizidresistenz und Ertragssteigerung durch neue Hybridisierungsverfahren

Walter Buebl

Die Nutzendiskussion um die Grüne Gentechnik muß weniger abstrakt und vermehrt vom Kunden aus und über konkrete Produkte geführt werden. Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft ist über höhere Nachhaltigkeit, geringeren Flächen- und Ressourceneinsatz, neue Einsatzgebiete indirekt verbunden mit dem Nutzen für Umwelt, Verbraucher und dem Wirtschaftsstandort Deutschland.

Die Lehre vom allgemeinen und speziellen Pflanzenbau wird als angewandte Wissenschaft eingestuft. Aus den Grundlagen der Biologie (Gentechnik und Züchtungsforschung) entwickelte sich in den letzten 20 Jahren in rasanter Geschwindigkeit die Grüne Gentechnik.

Normalerweise müßte es einfach sein, den Nutzen einer Technologie in einer angewandten Wissenschaft zu bewerten. Er ergibt sich aus der projizierten und der tatsächlichen Anwendung. Schwierig wird es erst mit der spezifischen Frage, die das Symposium stellt: Was nützt uns die Grüne Gentechnik? Im Focus meiner Ausführungen steht der Beitrag der Grünen Gentechnik zu einer nachhaltigen Landwirtschaft in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht. Die Unbedenklichkeit für Mensch, Tier und Umwelt wird als selbstverständlicher Bestandteil des Veränderungsziels vorausgesetzt.

## Herbizidresistenz

Unkräuter konkurrieren mit den Kulturpflanzen um Nährstoffe, Wasser, Licht und Boden. Die Eindämmung dieses Problems kann im Pflanzenbau durch mechanisches Entfernen oder durch den Einsatz von Herbiziden erfolgen. Die Selektivität gegenüber den Kulturpflanzen wird durch Auslesen von chemischen Stoffen experimentell mit bis zu 1 Mio. Substanzen pro Jahr im *High Throughput Screening* getestet. Alternativ wird versucht, über Safener-Technologie die Wirkung gegen Unkräuter zu erhalten bei verbesserter Verträglichkeit der Kulturpflanzen. Ebenso kann man über konventionelle Züchtung mittels Auslese- und/oder Mutationszüchtung eine verbesserte Resistenz erreichen z.B. gegenüber Wirkstoffen aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe oder Imidazoline. Moderne biotechnologische Verfahren werden heute eingesetzt, um neue Wirkorte und -mechanismen aufzuspüren ('Lead finding') oder um diese gezielt zu verändern.

## LibertyLink

Das System LibertyLink besteht aus dem Herbizid Liberty und einer gentechnisch veränderten Libertytoleranten Kulturpflanzensorte.

Liberty enthält den Wirkstoff Glufosinat, eine Aminosäure mit dem Namen Phosphinothricin (PPT), welche ursprünglich aus Bodenbakterien isoliert wurde. Glufosinat wird schnell abgebaut, und eine Reihe von Bodenbakterien kann den Wirkstoff metabolisieren. Aus *Streptomyces vi-*

*ridochromogenes* konnte ein Gen isoliert werden, dessen Genprodukt (PAT = Phosphinothricin-Acetyl-Transferase) den Wirkstoff verändert und damit unwirksam macht. Ab dem Jahr 1988 gelang es, das PAT-Gen auf eine Reihe von Kulturpflanzen zu übertragen und stabil zu integrieren.

## LibertyLink im Mais

Der Einsatz von Liberty bietet eine hohe Flexibilität im Anwendungszeitraum vom frühen bis späten Nachauflauf, weist eine sehr hohe Kulturverträglichkeit auf und bietet ein breites Wirkungsspektrum. Durch diese Eigenschaften eignet sich das Verfahren zur schadsschwellenorientierten Unkrautkontrolle und kann darüber hinaus dazu beitragen, bodenschonende, erosionsmindernde Anbauverfahren wie die Mulch- und Direktsaat zu fördern.

Mit der Einführung eines neuen Wirkprinzips werden die Möglichkeiten zum Management herbizidresistenter Unkräuter erweitert und dem Landwirt eine neue Option zur Unkrautkontrolle angeboten. Im Jahr 2000 konnten 58 Landwirte auf einer Fläche von 225 Hektar in Deutschland eigene Erfahrungen sammeln. Das System wurde von den Landwirten in der Anwendung als praxistauglich bewertet, wobei nur 8% der Befragten keinen Nutzen erkennen konnten (Abb. 1).

## LibertyLink im Raps

Im Prinzip gelten die Erkenntnisse auch bei Raps, wobei gegenüber dem derzeitigen konven-

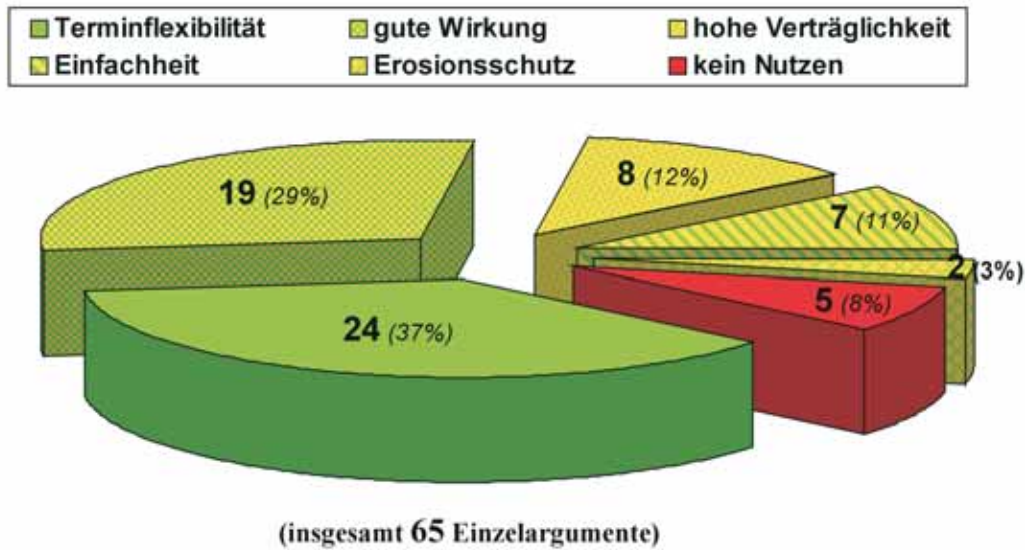


Abb. 1  
Praxisanbau von LibertyLink-Mais in 2000, Häufigkeit der Nutzenargumente beim Landwirt (aus: Aventis 2001)

tionellen Standard die Vorteile noch deutlicher werden. Sowohl für die Landwirte im Hinblick auf Agronomie und Unkrautbekämpfung als auch für die Umwelt stellt das Verfahren einen technischen Fortschritt dar (Abb. 2).

Die Flexibilität des Einsatzes im Nachauflaufverfahren Herbst und Frühjahr bietet Optionen zur Schadschwellenorientierung bis hin zu Entscheidungen für spezielle Gräserbehandlungen oder sogar ganz auf Behandlungen zu verzichten. Andererseits können nun schwer bekämpfbare Problemunkräuter, z.B. aus der Familie der Kreuzblütler, bekämpft werden.

Die generelle Entscheidung des Landwirts nach dem Winter, ob ein durch Frost geschädigter,

lückiger Kulturpflanzenbestand umgebrochen werden muß oder nicht, kann durch die erstmalige Möglichkeit einer breit wirksamen und kulturverträglichen Unkrautbekämpfung im Frühjahr erheblich beeinflusst werden.

Der Wegfall einer Traktorfahrt zur Gräserbehandlung wirkt sich positiv auf Ökonomie und Ökologie aus hinsichtlich der Energiebilanz und Bodenverdichtung.

### SeedLink Rapshybriden

Hybridsorten sind besonders leistungsfähige Pflanzensorten. In der Literatur werden für Raps Heterosiszuwächse zw. 17% und 45% im Ver-

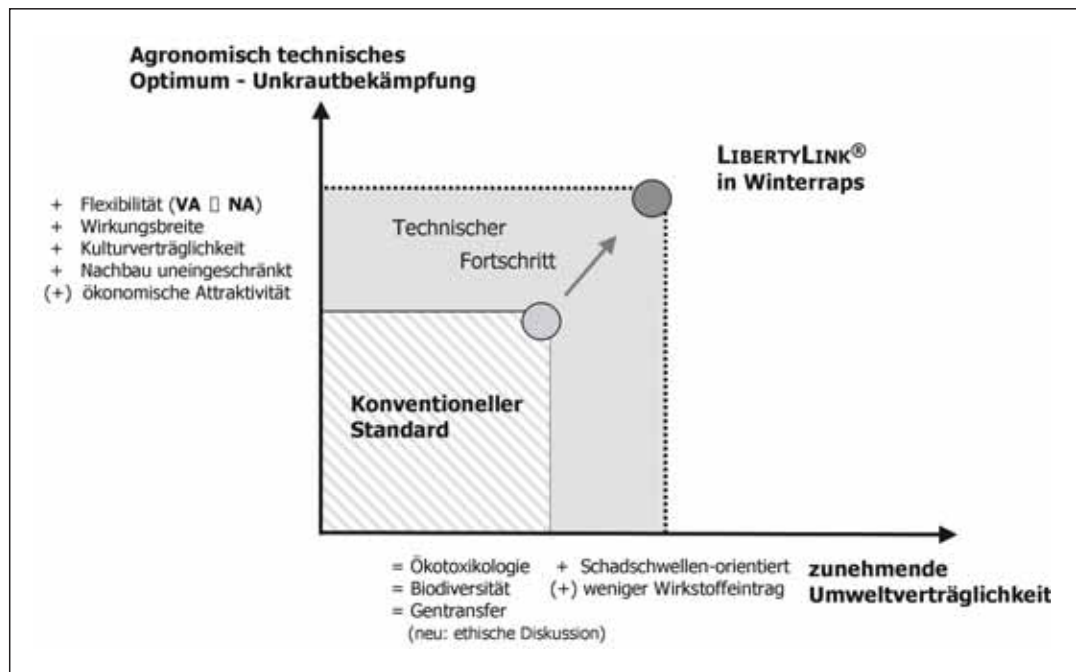


Abb. 2  
LibertyLink – Nutzenanalyse (aus: Schulte 1999)

gleich zum Mittel der Elternlinien genannt. Die kommerzielle, großflächige Produktion von Hybridsaatgut setzt bei dem partiell allogamen, einhäusig blühenden Raps ein geeignetes System zur Bestäubungslenkung voraus. Zu diesem Zweck kann das gentechnisch erzeugte Hybridisierungssystem SeedLink eingesetzt werden, welches auf drei Genen beruht. Das BARNASE-Gen verhindert die Pollenbildung

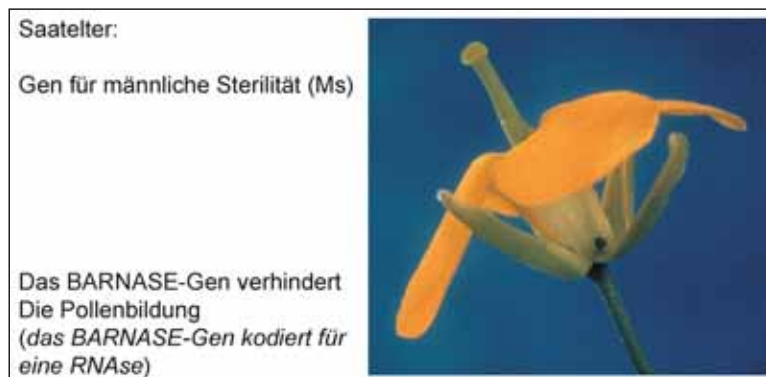


Abb. 3  
Komponenten des Hybridisierungssystems SeedLink

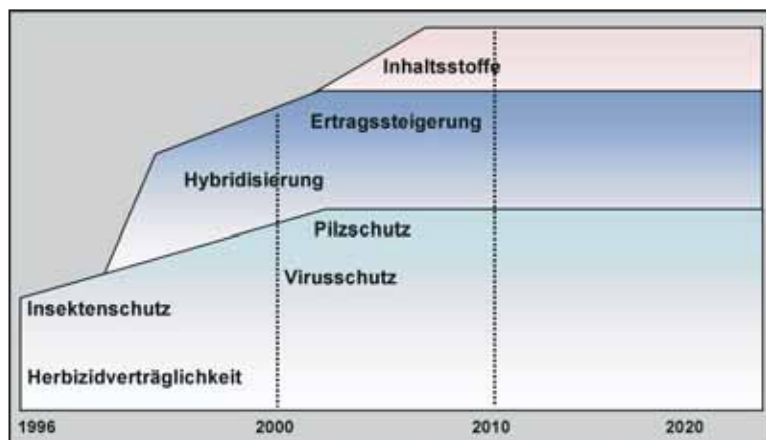
auf dem Saatelter, das BARSTAR-Gen stellt die Fähigkeit zur Pollenbildung in der F1-Generation wieder her. Beide Gene sind jeweils gekoppelt mit dem BAR-Gen, welches analog dem PAT-Gen Liberty-Toleranz bewirkt. Restorierte F1-Hybridpflanzen sind zu 100% pollenfertil sowie tolerant gegen Liberty-Einsatz (Abb. 3).

Neben gentechnisch basierenden Systemen gibt es zwar auch weitere, mittels traditioneller Züchtung entwickelte Möglichkeiten zur Bestäubungslenkung, letztere sind in ihrer Handhabung aber meist wesentlich komplexer.

Der Anteil von Hybridsorten am deutschen Rapssaatgutmarkt hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen und liegt derzeit bereits über 30%.

Abb. 4  
Produktionszuwachs durch Biotechnologie

Vorteile des SeedLink-Systems liegen in seiner Umweltstabilität, der technischen Handhabung beim Züchter sowie in der einfachen und günstigen Saatgutproduktion. Weitere Pluspunkte beim



Landwirt bieten der hohe Homogenitätsgrad sowie die gleichzeitige Nutzbarkeit der Vorteile der Liberty-Toleranz.

### Mehrfach-Nutzen der Grünen Gentechnik

Bei zwei Merkmalen, wie am SeedLink Raps demonstriert, kumuliert auch der Nutzen beider Merkmale. Ähnliche Beispiele gibt es inzwischen auch in Mais mit der Kombination von Insektenresistenz und Herbizidtoleranz.

Beim Raps sind als neue Anwendungen der Grünen Gentechnik neben weiteren agronomischen Merkmalen (höhere Schotenplatzfestigkeit) auch Veränderungen des Fettsäurenspektrums (Laurinsäure, Hoch-Ölsäure) und bessere Qualitäten des Rapsschrots (weitere Senkung der Gehalte an Glucosinolat und Phytase) als möglicher Ausblick skizziert.

Auch die Verwendung als nachwachsender Rohstoff, sei es zur gezielten Produktion einzelner hochwertiger Bestandteile (Hoch-Erucasäure) oder zum Einsatz als Biodiesel wird durch die weitere Nutzung der Grünen Gentechnik erleichtert. Einen Überblick dazu gibt Abb. 4.

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Walter Buehl  
Leiter BioScience  
Aventis CropScience Deutschland GmbH  
Hessendamm 1-3  
65795 Hattersheim