

Bewertung von gentechnisch veränderten Rapssorten

Martin FRAUEN

Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans Georg-Lembke KG, Hohenlieth, Germany

Current Status of Transgenic Rapeseed in Germany

Summary :

There is a lot of breeding research and field trials with transgenic rapeseed in Germany, but there is no transgenic production.

First winter oilseed rape varieties with transgenic herbicide tolerance have been developed. The breeders are using the Liberty Link (LL) as well as the Roundup Ready (RR) genes. Three varieties with Liberty Link resistance have been applied for the National List and DUS-Trials in Germany. The first year trials 1996/97 are located on separate sites which have been accepted for field release trials of transgenic material by the Robert-Koch-Institute. This procedure is based on the EU-directives 90/220/EWG/ part B. The official test includes conventional check varieties and non-transgenic original varieties.

Parallel to these National List and DUS-trials, there is an application for the clearance of putting into the market this transgenic character based on EU-directives 90/220/EWG/part C, which will be decided by the EU-Commission soon.

First transgenic spring rapeseed varieties with high lauric acid content (C12:0) have been applied for the National List and DUS-Trials. This material will not be tested in 1997, because the permit allowing to grow such transgenic material was not available early enough before

sowing. But this material and may be further lines will be available for the trials in 1998.

A common research project between three plant breeders (NPZ, DSV, KWS) and seven research institutes is focussed on the following transgenic designer fatty acids :

- * super high erucic acid content (above 70 %) via biosynthesis of trierucin

- * very high oleic acid content above 80 %

- * medium chain fatty acids (MCFA) like myristic acid (C14:0) or capric acid (C10:0)

First transgenic candidates from this research project have been grown in field release trials since spring 1997, these «transgenic nurseries» are the first step to produce varieties with the mentioned unique fatty acid composition.

Furtheron the German rapeseed breeders are very interested in improving agronomic characters with transgenic material. Virus resistances against TuYV (syn. BWYV) will be available based on transgenic material parallel to traditional breeding material. Transgenic resistances against *Sclerotinia sclerotiorum* are of high interest, because there is no resistant germplasm.

Altogether the uses of transgenic characters in rapeseed are becoming more and more part of research projects and commercial rapeseed breeding programmes in Germany.

Im Sinne des Landeskulturellen Wertes definiert der Züchter seine Zuchtziele in der Regel bei der Kreuzungsplanung anhand der verfügbaren Kreuzungseltern. Im Prinzip gilt dasselbe beim Einsatz von gentechnischen Verfahren. Verschieden hingegen ist im Vergleich zur klassischen Kreuzungszüchtung die Präzision, mit der Gentechnik ein Fremdgen in eine neue Sorte einzufügen erlaubt. Andererseits ist der züchterische Einsatz von Gentechnik mit so hohen zusätzlichen Kosten belastet, daß neue Zuchtziele hier einer besonders intensiven, vorherigen Nutzenabwägung unterzogen werden müssen. Am Beispiel des Rapses sei dargestellt, welche Bedeutung man gentechnischen Veränderungen für eine Fruchtart heute zuschreiben kann.

Merkmals-Kategorien bei transgenen Rapssorten

Unter den Merkmalen für transgene Rapssorten gibt es drei Kategorien, solche, die (1) heute verfügbar sind bzw. sich gegenwärtig in Entwicklung befinden, (2) die realisierbaren Zielen entsprechen und (3) die denkbare Wünsche darstellen (Tab.1).

Tab.1: Merkmalskategorien bei heute oder zukünftig verfügbaren, transgenen Rapssorten

Merkmal	Verfügbarkeit
<u>Resistenzen</u>	
- Herbizide (LL, RR)	vorhanden
- Virosen (TuYV)	kurzfristig
- Pilzkrankheiten (Sclerotinia, Kohlhernie, etc)	mittelfristig
- Schädlinge (Erdfloh, Rapsglanzkäfer, Stengelrübler, Kohlschotenrübler, Nematoden)	langfristig
<u>Qualität der Ernteprodukte</u>	
- Öl-Qualität	vorhanden
- Protein-Qualität	mittelfristig
- Ölgehalt vs. Proteingehalt	mittelfristig
<u>Physiologische Merkmale</u>	
- Hybridisierungssysteme	vorhanden
- Nährstoff-Effizienz	langfristig
- Adaptationsfähigkeit	langfristig

Zur Kategorie 1 gehört die Herbizidresistenz - sicherlich auch deshalb, weil diese Eigenschaft für die Genübertragung anfänglich häufig als Markierung zum Auffinden der erfolgreich trans-

formierten Zellen in der Petrischale verwendet wurde. Die beiden verfügbaren Konzepte der Herbizidresistenz, nämlich Liberty Link (LL) und Roundup Ready (RR) sind im kanadischen Sommerrapsmarkt heute bereits erfolgreich eingeführt. Beim Bundessortenamt stehen drei erste Winterrapsorten mit LL-Resistenz im ersten Wertprüfungsjahr. Auf die Bedeutung der Herbizidresistenz als Teil des Landeskulturellen Wertes soll unten näher eingegangen werden.

Eine höhere Wertschöpfung versprechen transgene Krankheitsresistenzen, welche weit über das Niveau der heute verfügbaren, natürlichen Resistenzquellen hinausgehen. Dieses sind Resistenzen gegenüber Virose, wie z. B. dem TuYV (synonym BWYV), wo im Rahmen eines Verbundprojektes sowohl klassische Resistenzen als auch transgene Resistenzen zur wirtschaftlichen Nutzung entwickelt werden sollen. Bei Pilzkrankheiten sollten sich gentechnische Ansätze in erster Linie auf Krankheiten konzentrieren, welche klassisch nicht oder nur kaum zu fassen sind, vor allem Sclerotinia und mit gewisser Einschränkung Kohlhernie.

Gentechnisch vermittelte Resistenz gegen die vielen im Raps vorkommenden tierischen Schädlinge ermöglicht völlig neuartige Bekämpfungsverfahren und stellt ein langfristig außerordentlich interessantes Forschungsfeld dar. Die ersten Erfolge in dieser Hinsicht bei Baumwolle oder Mais lassen auch bei Raps positive Resultate erwarten.

Konkreter und wesentlich marktnäher sind transgene Rapsorten mit veränderten Produktqualitäten. Die Palette heute verfügbarer oder in Entwicklung befindlicher neuartiger Ölqualitäten bei Raps nimmt ständig zu (Tab. 2). Die lange Liste der möglichen neuartigen Ölqualitäten von transgenem Raps macht deutlich, daß es nicht sinnvoll sein wird, alle technisch möglichen

Tab.2: Neuartige Ölqualitäten in transgenen Rapsorten

Ölqualität	Verfügbarkeit
<u>Laurin-Raps</u>	
- ca. 40 % C 12:0	vorhanden
- > 60 % C 12:0	kurzfristig
<u>Anderer MCFA-Raps (medium chain fatty acid)</u>	
- 40-60 % C 8:0 oder C 10:0 oder C 14:0	kurzfristig
<u>HO-Raps (hoch-Ölsäure)</u>	
- > 80 % C 18:1	kurzfristig
<u>Stearin-Raps</u>	
- 25-30 % C 18:0	kurzfristig
<u>EEE-Raps (sehr hoch Erucasäure = Trierucin bildend)</u>	
- > 65 % C 22:1	kurzfristig

Qualitäten auch bis zur Marktreife zu entwickeln. Die Entwicklungskosten müssen gegen die möglichen Marktchancen abgewogen werden. Nur das, was einen Markt findet, besitzt letztlich Landeskulturellen Wert. Kleine Märkte können nur bedient werden, wenn große Wertschöpfung zu erwarten ist. Auch ist die Konkurrenzsituation zu anderen Fruchtarten zu berücksichtigen, so z.B. im Fall des "Laurinrapses" die Erzeugung von Laurinsäure durch Palmkernöl, oder die Gewinnung von hochölsäurehaltigem Öl durch Sonnenblumen. Bei EEE-Raps mit sehr hohem Erucasäuregehalt ist die Frage zu beantworten, welcher Mehrwert z.B. in einem Erucasäuregehalt von 70% steckt im Vergleich zum heute möglichen Niveau von rd.50%. Ein stearinsäurehaltiger Raps könnte eine hohe Wertschöpfung erreichen, wenn es gelingen sollte, einen margarinefähigen Rohstoff bereits in der Pflanze zu erzeugen; das würde das übliche Verfahren der Fetthärtung aus dem industriellen Bereich in das „Biologische System Pflanze“ verlagern und damit die Entstehung von trans-Fettsäuren vermeiden.

Bemühungen zur Veränderung der Proteinqualität stehen beim Raps erst am Anfang, wenngleich erste Versuche zur Erzeugung von Enzymen mit Hilfe von Rapssaat positiv verliefen. Ferner ist grundsätzlich denkbar, mittels gentechnischer Verfahren das Verhältnis von Öl- zu Proteingehalt zugunsten des höherpreisigen Öls zu verschieben.

Mittels Gentechnik lassen sich auch entwicklungsphysiologische Merkmale beim Raps beeinflussen. Bereits heute liegt ein funktionsfähiges Hybridisierungssystem (Seedlink) gekoppelt mit einer Herbizidresistenz vor. Weitere Hybridisierungssysteme auf gentechnischer Basis sind in Entwicklung und wären in gleicher Weise bei Raps denkbar. Sogar die Übertragung der Apomixie in Raps ist keine Utopie mehr, wenngleich sich die Züchtungswirtschaft mit dieser Form der Hybridsaatguterzeugung nur schwer anfreunden dürfte, obwohl die zukünftig mögliche Einziehung von Nachbaulizenzen ein solches System in neuem Licht erscheinen lassen könnte. Im Sinne einer Diskussion über den Landeskulturellen Wert sind alternative Verfahren zur Hybridsaatguterzeugung auf jeden Fall zu berücksichtigen.

Die Verbesserung und Optimierung der Nährstoffaneignung des Rapses, insbesondere mit dem Schwerpunkt Stickstoffeffizienz, und die Ausdehnung der Adaptationsfähigkeit durch Kriterien wie Winterfestigkeit, Trockenheitstoleranz oder Frühreife sind weitere, wünschenswerte Merkmalskomplexe, die der Gentechnologie langfristig zugänglich sein werden. Insgesamt wird deutlich, daß schon zu Beginn einer solchen Entwicklung die lange Liste der neuen Merkmale von transgenen Rapsorten für den Züchter eine kritische Abwägung im Sinne des

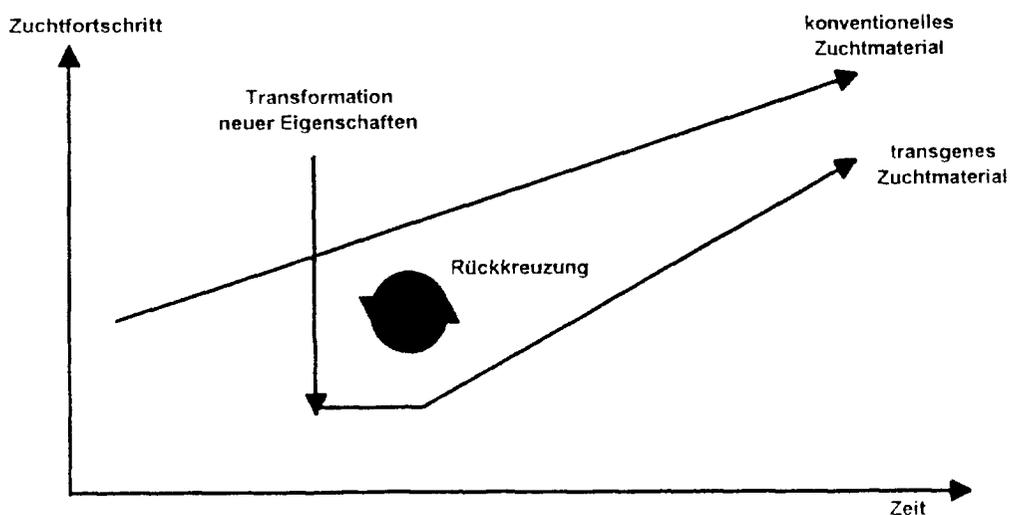


Abb. 1: Transformation neuer Eigenschaften = Unterbrechung des laufenden Zuchtfortschritts

Landeskulturellen Wertes erforderlich macht. Auf Probleme im patentrechtlichen Bereich für die Nutzung dieser Merkmale sei nur am Rande verwiesen; auf den praktischen Züchter kommen damit umfangreiche neue Aufgaben zu.

Züchtung mit transgenem Material

Zu Anfang einer Züchtung mit transgenem Zuchtmaterial wird der Züchter in der Regel feststellen, daß durch die Transformation mit dieser neuen Eigenschaft der laufende Ertragsfortschritt unterbrochen ist. Dieses kann je nach Einsatz des verwendeten Genotyps bei der Transformation einen mehr oder weniger starken Ertragsrückschlag bedeuten (Abb. 1). Zwar wird der Züchter bemüht sein, den Abstand zwischen transgenem und konventionellem Zuchtmaterial durch intensive Rückkreuzungsarbeiten möglichst rasch zu verengen; der Leistungsverlust ist aber, insbesondere bei den ersten Sorten, die zur Anmeldung kommen, aus verschiedenen Gründen zu erwarten. Ein solcher Leistungsabstand ist bei bestimmten Merkmalen durchaus zu verantworten und kann im Sinne der Diskussion des Landeskulturellen Wertes durch die neue, wertgebende Eigenschaft ausgeglichen werden. Bei Merkmalen mit hoher Wertschöpfung (z.B. neuartigen Fettsäuren) kann ein geringerer Ertrag durch den besseren Preis des Ernteproduktes ausgeglichen werden. Eine ähnliche Situation stellte sich übrigens vor circa zehn Jahren bei der Umstellung von O- auf OO-Sorten von Winterraps. Aber aufgrund

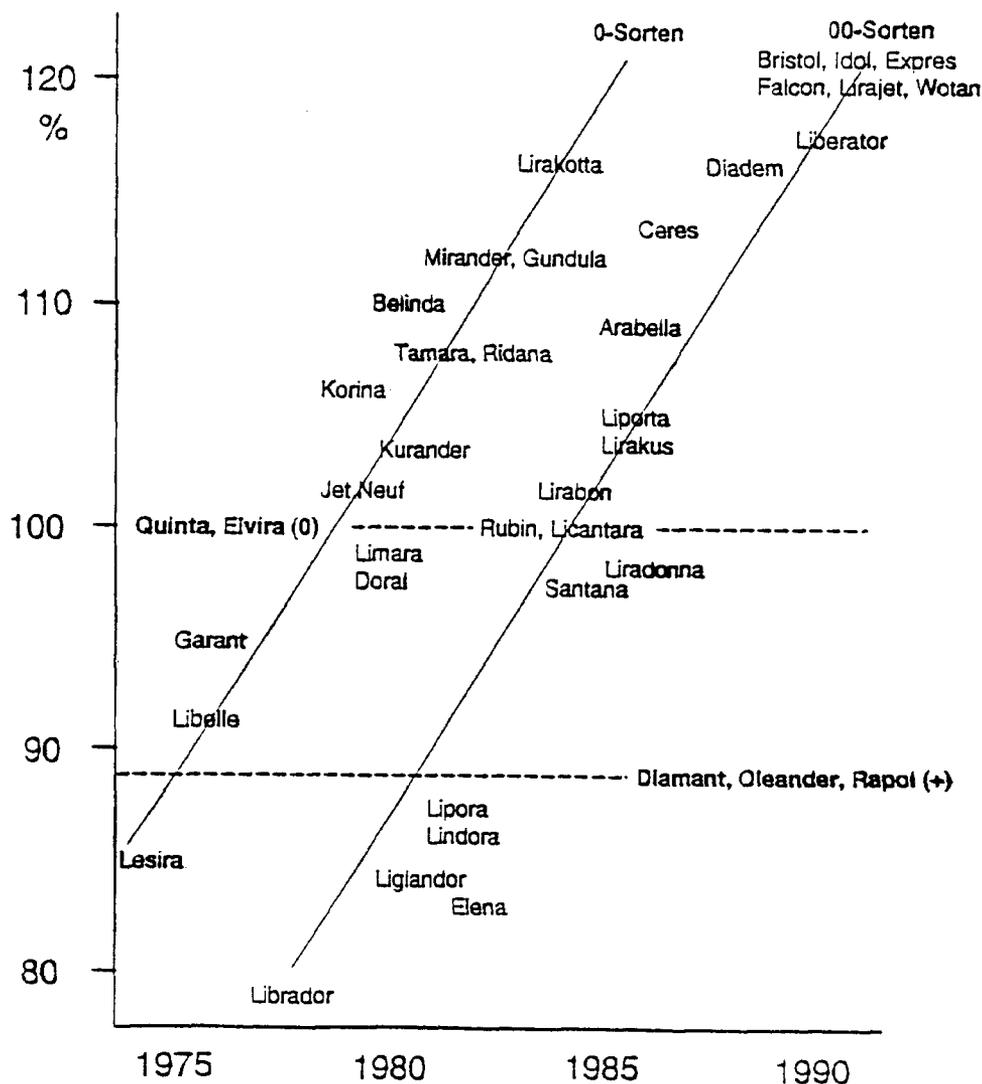


Abb. 2: Entwicklung der Ertragsleistung (rel.) von Winterkörnerraps-Sorten in Deutschland

der Marktsituation wurde damals die Züchtung der leistungsfähigeren O-Sorten *de facto* eingestellt und ausschließlich 00-Material mit deutlich höherer Wertschöpfung züchterisch weiterbearbeitet (Abb. 2).

Andererseits sind auch transgene Eigenschaften denkbar, welche nach einer Phase der Unterbrechung des laufenden Zuchtfortschrittes eine sprunghafte Steigerung in den Ertragsleistungen gegenüber dem konventionellen Material möglich machen (Abb. 3). Dieses könnten z.B.

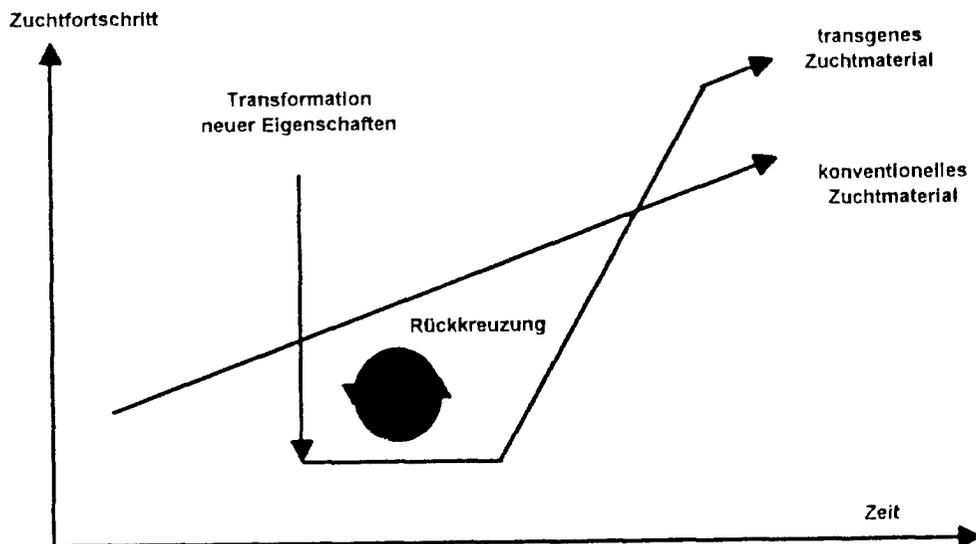


Abb. 3: Transformation neuer Eigenschaften = Unterbrechung des laufenden Zuchtfortschritts und zugleich sprunghafte Steigerung desselben durch neue biotechnische Verfahren

Eigenschaften sein wie Resistenzgene gegenüber Sclerotinia, Virose oder Schädlingen, also Resistenzen, die im natürlichen Raps kaum verfügbar sind und zumindest in unbehandelten Wertprüfungsparzellen einen klaren, großen Fortschritt des transgenen Sortenmaterials versprechen. Bei solchen Eigenschaften beantwortet sich die Frage des Landeskulturellen Wertes wesentlich leichter als in den eingangs erörterten Fällen.

Herbizidresistenz

Wie erwähnt, sind herbizidresistente Sommer- und Winterrapssorten die ersten verfügbaren transgenen Rapssorten. Die diesbezüglich beim Bundessortenamt angemeldeten Winterrapssorten durchlaufen zur Zeit die Wert- und Registerprüfung. Alle Voraussetzungen nach Gentechnikgesetz für Feldversuche lagen vor, wobei sich das vereinfachte Verfahren mit der Möglichkeit, weitere Standorte nachzumelden, als ausreichend flexibel erwiesen hat, um die Prüfungen in Abstimmung zwischen Robert-Koch-Institut, Bundessortenamt und Antragsteller zu beginnen. Für zukünftige Antragsstellungen sollte schon bei der Beantragung von Freilandversuchen nach dem vereinfachten Verfahren auf die Möglichkeit einer Wert- und Registerprüfung Rücksicht genommen werden. Sobald eine Freigabe zum Inverkehrbringen im Sinne des Gentechnikgesetzes vorliegt (was für die Herbizidresistenzen beantragt ist und deren Genehmigung in Kürze zu erwarten ist), gelten ohnehin keinerlei Beschränkungen mehr für den Anbau solcher Sorten.

Die Herbizidresistenz bei Raps hat sich im Sommerrapsanbau in Kanada innerhalb von zwei Jahren auf den Betrieben derartig positiv ausgewirkt, daß diese Sorten trotz gewisser Ertragsnachteile zur Aussaat 1997 sehr stark nachgefragt wurden. Im wesentlichen beruht die positive

Akzeptanz im kanadischen Sommerrapsanbau auf den in Tabelle 3 dargestellten Kriterien. Auch für den Winterrapsanbau in Deutschland treffen einige dieser Kriterien zu; ob sie sich allerdings in gleichem Maße wie im Sommerrapsanbau in Kanada durchsetzen, bedarf weiterer praktischer Erfahrungen.

Tab.3: Landeskultureller Wert von Herbizidresistenz bei Rapssorten

- Umweltverträgliche Herbizide einsetzbar,
- ein breiteres, neues Unkrautspektrum erfäßbar,
- bessere Verträglichkeit (höhere Erträge),
- Verbesserung der Erntequalität (weniger Fremdbesatz),
- flexiblere Unkrautbekämpfung, z.B.
 - ein breiterer Anwendungszeitraum
 - eine gezielte Teilflächenbehandlung im Nachauflauf,
- ggf. Kosteneinsparung bei der Unkrautbekämpfung.

Transgene Merkmale als Registermerkmale

Bislang offen und für die Erteilung des Sortenschutzes außerordentlich wichtig ist die Frage, ob und inwieweit neuartige transgene Eigenschaften ein Registermerkmal darstellen können. Diese Frage berührt *a priori* nicht den Landeskulturellen Wert, kann aber dennoch für das Zulassungsverfahren neuer bzw. modifizierter Sorten von erheblicher Bedeutung sein. Denn wenn die neuen transgenen Eigenschaften nicht Bestandteil der Registerprüfung werden, könnten ggf. gentechnisch modifizierte Sorten von bereits zugelassenen Sorten nicht verschieden und in diesem Sinne keine neue Sorte sein. Diese grundsätzliche Fragestellung, die letztlich auch die Festlegung eines Mindestabstandes einer neuen Sorte zu einer bereits eingetragenen Sorte einschließt, bedarf auf nationaler und internationaler Ebene noch ausführlicher Diskussion. Sie sollte aber nicht von der Diskussion um den Landeskulturellen Wert transgener Eigenschaften ablenken.

Ausblick

Beim Raps werden in den nächsten Jahren beginnend mit der Herbizidresistenz viele neue transgene Eigenschaften in schneller Folge verfügbar, in aktuelles Sortenmaterial transformiert und/oder eingekreuzt und schließlich zur amtlichen Sortenprüfung angemeldet werden. Flexible, handhabbare Verfahren einer Kombination von Freisetzungsversuchen und amtlichen Sortenprüfungen sind bei Raps entwickelt worden und nach weiterer Optimierung durchaus gangbar. Während das Inverkehrbringen im Sinne des Gentechnikgesetzes für jede Eigenschaft bzw. für jedes Genkonstrukt auf europäischer Ebene ein Genehmigungsverfahren zu durchlaufen hat, erscheint es nicht angebracht, für die Sortenzulassung von gentechnisch verändertem Raps eine getrennte Erfassung des Begriffes Landeskultureller Wert vorzunehmen. In wenigen Jahren wird eine Vielzahl transgener Rapssorten die nationalen und internationalen Sortenlisten bereichern!