



Auswirkungen eines Verbots der Protoplastenfusion auf das Sortenspektrum im ökologischen Acker- und Gemüsebau



**Bericht im Rahmen des COOP-Projektes
'Sicherstellung von biologischem Saat- und Pflanzgut
– Impulse für die biologische Pflanzenzüchtung'**

Modul 1.3

Bettina Billmann
in Zusammenarbeit mit Christine Arncken,
Martin Koller, Bernadette Oehen und Andreas Thommen

Frick, im März 2008

Inhalt

1. ZUSAMMENFASSUNG, SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	4
2. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	5
3. MATERIALIEN UND VORGEHENSWEISE	5
4. EINFÜHRUNG ZUR TECHNIK DER PROTOPLASTENFUSION	6
4.1 Was ist Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion?	6
4.2 Wann und warum wird Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion eingesetzt?	8
4.2.1 Erzeugung von inzuchtfreien F1-Hybriden	8
4.2.2 Übertragung von Resistenzen	8
4.2.3 Weitere Einsatzgebiete	9
4.3 Welche Bedeutung hat die Protoplastenfusion als Zuchtmethod jetzt und in Zukunft?	9
4.4 Welche Pflanzen wurden bereits mit Hilfe der Protoplastenfusion gezüchtet?	10
4.4.1 Kohlgewächse	10
4.4.2 Zichorien	11
4.4.3 Lauch	11
4.4.4 Kartoffel	11
4.4.5 Raps	12
4.4.6 Mais	13
4.4.7 Roggen	13
4.4.8 Hopfen	13
4.4.9 Sonnenblumen	14
4.4.10 Gerste, Weizen, Hafer, Hirse, Reis, Futtergräser und Klee	14
4.5 Kann der Einsatz von protoplastenfusions-basierten Sorten kontrolliert werden?	14
5. RECHTLICHE REGELUNGEN	15
5.1 Relevante rechtliche Regelungen im öffentlichen Recht	15
5.1.1 Schweiz - Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt	15
5.1.2 Europäische Union: Freisetzungsverordnung 2001/18/ EG	16
5.1.3 Deutschland: Gesetz zur Regelung der Gentechnik GenTG	17
5.2 Relevante privatrechtliche Regelungen	18
5.2.1 IFOAM	18
5.2.2 Demeter International	20
5.2.3 Bioland Bundesverband (D)	20
5.2.4 Naturland (D)	21
5.2.5 ECO-PB	22
6. WELCHE FOLGEN HÄTTE DER WEITERE EINSATZ DER PROTOPLASTENFUSION IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU?	23
6.1 Folgen für den Menschen	23

6.2	Folgen für die Umwelt	23
6.3	Folgen für die Züchter	24
6.4	Folgen für die Betriebe	24
6.5	Folgen für den Handel	24
7.	WELCHE KONSEQUENZEN HÄTTE EIN VERBOT DER PROTOPLASTENFUSION IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU?	25
7.1	Ökonomische Konsequenzen	25
7.1.1	Ebene der Züchtung	25
7.1.2	Ebene der Praxis	25
7.2	Administrative Konsequenzen	26
7.2.1	Organisation der Kontrolle	26
7.2.2	Koexistenz mit PF-Sorten	26
8.	WELCHE LÖSUNGEN SIND MÖGLICH?	27
8.1	Vorgehen nach Regelungen der Gesetze	27
8.2	Protoplastenfusions-Verbot bei bio-vermehrtem Saatgut	27
8.3	Protoplastenfusions-Verbot im Bioanbau generell	27
9.	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	29
10.	AUSBLICK	32
11.	GLOSSAR	33
12.	LITERATUR	35
13.	EXPERTENLISTE	39
14.	KURZBESCHRIEB PROJEKT	40
15.	DANK	40
16.	ANHANG	41

1. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Was ist Protoplastenfusion (PF)?

Verschmelzung zweier zellwandloser Zellen mit oder ohne Zellkern im vegetativen Zustand mit Hilfe von chemischen oder elektrischen Impulsen. Aus technischer Sicht wird diese Methode nicht unmittelbar der Gentechnik zugeordnet, da die Neukombination von Erbanlagen nicht auf DNA-Ebene stattfindet.

Wo wird Protoplastenfusion angewendet?

In der Praxis wird die PF zurzeit nur zur Einkreuzung der cytoplasmatisch männlichen Sterilität (CMS) für die Hybridzucht bei Arten eingesetzt, wo diese nicht natürlich vorkommt. Verwendung findet die Technik bei Kohllarten, bei der Treibzichorie und in näherer Zukunft wahrscheinlich auch beim Raps. Bei allen anderen Arten mit Hybridsorten spielt diese Technik keine Rolle (Natürlich vorkommende CMS: Karotten, Zwiebeln, Lauch; „Manuelle Kastration“: Tomaten, Gurken; Selbstinkompatibilitätssystem: Kohllarten ohne CMS). Geforscht wird auch an der Einkreuzung von Resistenzen aus Wildarten bei Kartoffeln und Sonnenblumen. In der Praxis werden bis jetzt nur bei einigen Kohllarten Sorten eingesetzt, die auf Protoplastenfusion basieren.

Wo liegt das Problem und warum steht es jetzt zur Diskussion?

Für viele kommt die Protoplastenfusion der Technik der Genmanipulation sehr nahe. Kritisiert werden vor allem die Umgehung der generativen Phase in der Vererbung und die Neukombination von Zellplasma, die in der Natur nur innerhalb einer Pflanze stattfindet. Die Bioverbände *Demeter International*, *Naturland (D)* und *Gäa-Nordwest (D)* haben Sorten, die auf der Grundlage von Protoplastenfusion gezüchtet wurden, verboten.

Wer wäre vom Verbot der Protoplastenfusion betroffen?

Ein vollständiges Verbot hätte vor allem für ökologische Kohlproduzenten Auswirkungen auf die Rentabilität der Kulturen (insbesondere Blumenkohl und Broccoli), die Saatgutverfügbarkeit und den Zugang zu Züchterfolgen.

Welche Empfehlungen ergeben sich aus den Recherchen?

Nach den gültigen gesetzlichen Regelungen ist die Protoplastenfusion dann keine Genmanipulation, wenn sie bei Pflanzenzellen stattfindet und eine Neukombination der Erbanlagen auch auf natürlichem Wege möglich wäre. Die oben erwähnten Kohllarten wurden nach den vorliegenden Recherchen demnach nicht gentechnisch erzeugt. Mit Ausnahme dieser Kohllarten ist grundsätzlich die Anzahl an weiterentwicklungsfähigen PF-freien Sorten bei den modernen Kulturpflanzen noch ausreichend, so dass sich der Öko-Sektor wahrscheinlich auch weiterhin mit guten Sorten auf aktuellem Züchtungsniveau versorgen könnte. Diese Chance sollte genutzt werden und den Züchtern Anreize für die weitere züchterische Bearbeitung PF-freier Sorten

gegeben werden. Für den Bioanbau wird daher empfohlen, die Chance auf Weiterentwicklung herkömmlicher Sorten so weit wie möglich zu nutzen und die Protoplastenfusion als Methode der Neukombination von Erbanlagen grundsätzlich als unerwünscht zu erklären. Ein Verbot wird allerdings aufgrund der relativ geringen Bedeutung der Protoplastenfusion als Zuchtmethod und der ökonomischen Folgen, die die Überwachung mit sich bringen würde, nicht als sinnvoll erachtet. Den Kohl-Produzenten wird empfohlen, sich an einer jährlich aktualisierten Negativliste des *Demeter*-Verbandes Deutschland zu orientieren und freiwillig auf den Einsatz von CMS-Sorten zu verzichten.

2. Einleitung und Problemstellung

Das Thema "Einsatz von Protoplastenfusion im ökologischen Landbau" ist zurzeit in aller Munde. Häufig erfolgt eine kritische Infragestellung dieser Zuchtmethod, manchmal sogar unter dem Begriff "Kleine Gentechnik". Der Grund dafür liegt in der Kombination von Erbgut unter Umständen, die in der Natur nicht vorkommen. Somit besteht ähnlich wie bei der Gentechnik auch hier die Sorge der Erzeugung von langfristig nicht vitalen und mit der Umwelt kompatiblen bzw. sogar schädlichen Pflanzen.

Der Anbauverband *Demeter International* hat bereits ab Juli 2005 den Einsatz von protoplasten- und cytoplastenfusionierten CMS-Hybrid-Sorten verboten. Im März 2007 hat sich der deutsche Anbauverband *GÄA-Nordwest* diesem Verbot angeschlossen. Sowohl im Vorfeld dieser Verbote als auch darauf aufbauend gab es verschiedentlich Diskussionen unter Gärtnern anderer Verbände, ob das Verbot übernommen werden sollte, z.B. eine Resolution hessischer Gärtner vom November 2004.¹

In dieser Abhandlung soll durch detaillierte Information über den derzeitigen Stand der Dinge eine Entscheidungsgrundlage für die Fachkommission Gemüsebau der BIO SUISSE geschaffen werden. Dabei geht es nicht um Pflanzen aus ökologischer Pflanzenzucht – diese sollte gemäß dem IFOAM Entwurf "Plant Breeding Draft Standards" frei von allen "künstlichen" Methoden erfolgen. Strittig ist vielmehr die Frage, ob die konventionell gezüchteten Sorten, die auf der Basis von Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion entstanden sind, weiterhin für den ökologischen Landbau zugelassen sein sollten.

Das Thema 'Protoplastenfusion' ist sehr komplex und Informationen dazu liegen zum Teil leider nicht öffentlich vor. Die Angaben in diesem Bericht wurden sorgfältig recherchiert, es kann aber trotzdem keine Gewähr für ihre Richtigkeit übernommen werden. Sollten sich trotz aller Vorsicht und Rückfragen Fehler eingeschlichen haben, würden sich die Autorinnen und Autoren über eine Rückmeldung freuen.

3. Materialien und Vorgehensweise

Die in dieser Expertise gemachten Aussagen fassen auf einer umfassenden Literaturstudie sowie auf der Durchsicht entsprechender Gesetzestexte. Weiterhin wurden zu speziellen Fragen Interviews mit Expertinnen und Züchtern durchgeführt (s. Expertenliste im Anhang).

¹ Fischbach 2005 I

4. Einführung zur Technik der Protoplastenfusion

4.1 Was ist Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion²?

Im FiBL Dossier Nr. 2 *Techniken der Pflanzenzüchtung* wird die Protoplastenfusion wie folgt beschrieben:

"Protoplasten sind Zellen ohne Zellwand. Sie entstehen durch die Behandlung von Blattteilen mit Zellwand auflösenden Enzymen. Die Protoplasten bilden eine neue Zellwand und teilen sich, sodass daraus ein Kallus und später eine Pflanze entsteht. Die Protoplasten verschiedener Pflanzenarten können mit chemischen oder elektrischen Stimuli (Anreizen) zu einer Fusion angeregt werden (somatische Hybridisierung). Bei der Fusion werden die Organellen beider Pflanzen (Chloroplasten und Mitochondrien) kombiniert, während bei Kreuzungen den Nachkommen nur die mütterlichen Chloroplasten und Mitochondrien übertragen werden. Die aus der Fusion hervorgegangene tetraploide Pflanze hat die Artenmerkmale beider Elternpflanzen. Während der Regeneration können die Chromosomen und die Organellen beider Eltern gemischt werden, sodass viele neue Kombinationen entstehen. (FiBL 2001, S. 13)

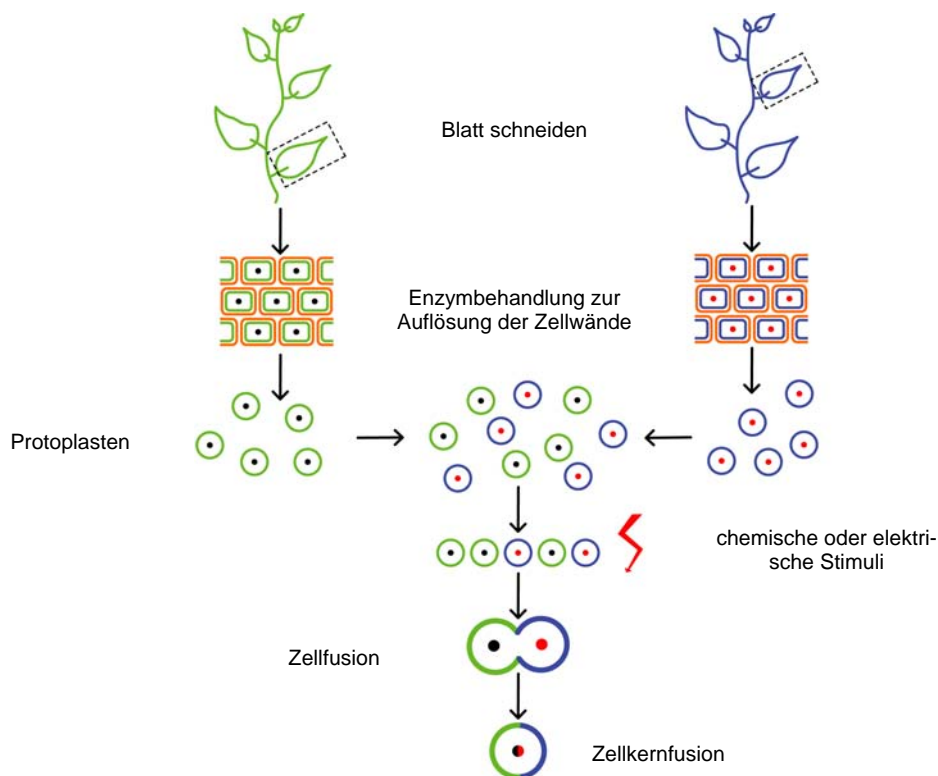


Abb. 1 Vorgehensweise bei der Protoplastenfusion

² Falls nicht ausdrücklich anders erwähnt, werden diese beiden Begriffe der sprachlichen Einfachheit halber im Rahmen dieser Studie synonym verwendet und z.T. mit dem Kürzel PF abgekürzt.

Die Cytoplastenfusion wird folgendermassen beschrieben:

Um den Austausch von Chromosomen zu vermeiden, kann man die Protoplasten derart behandeln, dass der Zellkern entfernt oder zerstückelt wird. Diese so genannten Cytoplasten enthalten die Organellen, aber keine Chromosomen der Donorpflanze (Elternpflanze). Auf diese Art lässt sich z.B. die CMS (cytoplasmatisch männliche Sterilität) auf eine andere Pflanze übertragen. Die Firmen haben die mit der Anwendung verbundenen Veränderungen der DNA im Mitochondriengenom genau beschrieben und die entsprechenden Techniken schützen lassen. (FiBL 2001, S. 13)

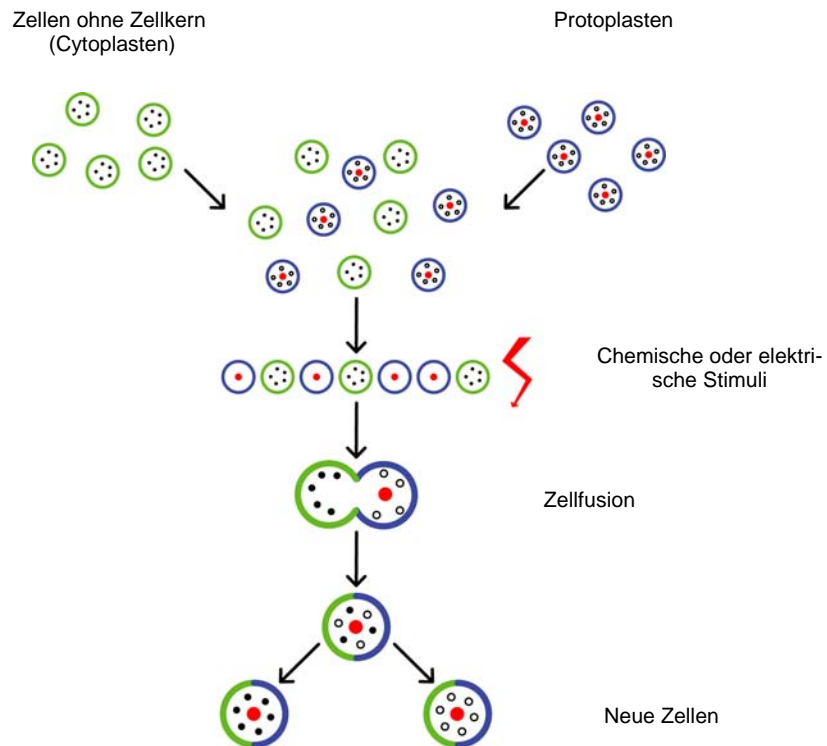


Abb. 2 Vorgehensweise bei der Cytoplastenfusion

Eine Sonderform der Protoplastenfusion ist die sogenannte *asymmetrische Fusion*:

Ist es das Ziel einer Protoplastenfusion, wie bei der Rückkreuzung, nur ein Gen des Donors zu übertragen, so werden die Donorzellen bestrahlt; dies zerstört den grössten Teil der Erbsubstanz. Die Fusion führt dann zu Zellen, die nur einen kleinen Teil funktionsfähiger Gene des Donors enthalten, sogenannte asymmetrische Hybriden.

(BECKER 1993, S. 188)

Ausdrücklich zu erwähnen ist die Tatsache, dass die Protoplastenfusion auf Basis der Rekombination von vegetativen pflanzlichen Zellen erfolgt. Damit kann diese Technik nicht unmittelbar der Gentechnik zugeordnet werden, bei der die Neukombination von Erbanlagen auf DNA-Ebene vorgenommen wird. Kritisch zu betrachten ist diese Methode jedoch aufgrund der Tatsache, dass im normalen Zyklus der Pflanzenentwicklung eine Kombination von Erbanlagen vegetativer Zellen höchstens durch Austausch von Informationen zwischen Zellen innerhalb einer Pflanze vorkommen kann. Die Rekombination von Erbanlagen erfolgt normalerweise erst nach dem Übergang zweier Pflanzen in die generative Phase, genauer gesagt nach der Reifeteilung, in der die Chromosomenzahl der Zellen auf den einfachen Chromosomensatz halbiert wird.

Zur Anwendung der Protoplastenfusion und zu deren Bewertung wird im FiBL-Dossier u.a. ausgeführt

Die Protoplastenmethode wird angewendet, um vollständige Chromosomenstücke einer anderen, nicht nah verwandten Art in eine Sorte einzuführen.

Pro: Schneller Weg, um neue Kombinationen und Merkmale zu erzeugen, die in der Natur nicht möglich wären.

Contra: Natürliche Grenzen werden mit dieser, der Gentechnik nahe verwandten Methode überschritten.

(FiBL 2001, S. 13)

4.2 Wann und warum wird Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion eingesetzt?

4.2.1 Erzeugung von inzuchtfreien F1-Hybriden

Zur Erzeugung von F1-Hybriden werden häufig CMS-Pflanzen, d.h. Pflanzen mit cytoplasmatisch männlicher Sterilität, verwendet. Diese Eigenschaft kommt bei einigen Pflanzen (z.B. Rettich) als natürliches System in der mitochondrialen DNA vor. Weiterhin kann sie durch natürliche Kreuzung auf bestimmte Pflanzenarten z.B. Kohlrabi übertragen werden. Jedoch entsteht auf diesem Wege ein hoher Prozentsatz an unbrauchbaren Pflanzen, aus denen unerwünschte Eigenschaften durch Rückkreuzung wieder entfernt werden müssen. Durch die Protoplastenfusion wird dieser Rückkreuzungs-Prozess entscheidend verkürzt, so dass die Hybridzucht wesentlich einfacher und billiger wird. (Engelcke 2005)

4.2.2 Übertragung von Resistenzen

In den 90er Jahren sind einige Versuche zur Einkreuzung von Resistenzen aus Wildformen in Kulturpflanzen durchgeführt worden. Relativ weit gekommen ist man in zwei Fällen:

- Übertragung von *Sclerotinia*-Resistenz auf Sonnenblumensorten
- Übertragung von *Phytophthora*-Resistenz auf Kartoffelsorten

Beide Verfahren sind jedoch nicht bis zur Praxisreife weiter entwickelt worden.

4.2.3 Weitere Einsatzgebiete

In der Literatur finden sich vermehrt Angaben zu Züchtungen, die auf Protoplastenfusion basieren (Oetiker 2007).

- *Tomate x Kartoffel: Tomoffel*
- *Resistenz gegen Triazin:*
Solanum nigrum (triazinresistent) x Solanum tuberosum (nicht resistent)
- *Citrus: Überbrückung der weiten Inkompatibilität*

Die Aussage, dass die Nektarine aus einer Protoplastenfusion zwischen Pfirsich und Pflaume hervorgegangen ist, ist allerdings ein Gerücht. Die Nektarine wurde bereits 1938 in den USA zum Patent angemeldet³ - US Patent Nr. 328 - ; zu dieser Zeit war die Protoplastenfusion noch nicht erfunden.

4.3 Welche Bedeutung hat die Protoplastenfusion als Zuchtmethod jetzt und in Zukunft?

In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts war die Protoplastenfusion gross in Mode. Bis hin zur Kreuzung von Tabakpflanzenzellen mit tierischen Spermien wurde alles ausprobiert (Oetiker 2007). Dieser Welle folgte eine entsprechende Ernüchterung, als deutlich wurde, dass die Regeneration der durch die Fusion relativ einfach zu erzeugenden Zellen sehr schwierig ist und einen enormen finanziellen Aufwand mit sich bringt.

Zu den markanten Eigenschaften aktiver Protoplasten gehören die rasche Regeneration einer Zellwand sowie die Ausbildung einer Polarität. Beide müssen bei einer Regeneration zu einer Pflanze neu erworben werden, was die Regeneration zu einer kompletten Pflanze nach einer Fusion nicht grundsätzlich möglich macht. Das mangelnde Regenerationsvermögen der Protoplasten wirtschaftlich wichtiger Kulturpflanzen ist ein grosses Handicap bei der Umsetzung der mit dieser Methode gewonnenen Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis. (...) Interspezifische Fusionen sind relativ leicht herstellbar. (...) Von wenigen Ausnahmen abgesehen, können interspezifische Fusionsprodukte nur dann regeneriert werden, wenn auch Kreuzungen auf sexuellem Weg erfolgreich sind.

(SENGBUSCH 2003)

Derzeit wird nur noch wenig mit Hilfe von Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion neu gezüchtet. Dort wo Kreuzungen gelungen sind - in erster Linie bei den Brassicaceen - kommen allerdings nach wie vor Sorten auf den Markt, die auf diesen Methoden beruhen und auf Patente aus den 70er Jahren zurückgehen.

Die Bedeutung der Protoplastenfusion als Zuchtmethod wird für die Zukunft allgemein eher als gering eingeschätzt: *In Zeiten des Gentransfers ist die Verbesserung einzelner Eigenschaften mit dieser Technik besser zu realisieren als mit Protoplastenfusion, da diese letztlich doch nicht eine einfache Addition der Eigenschaften zweier Eltern ist.* (Seigner 2007) Wesentlich grössere Bedeutung hat bereits jetzt die Zucht mit Hilfe von markergestützter Selektion. (Haring 2006)

³ <http://www.springerlink.com/content/qt3tq012t1263867/>

4.4 Welche Pflanzen wurden bereits mit Hilfe der Protoplastenfusion gezüchtet?⁴

4.4.1 Kohlgewächse

Bei den Kohlgewächsen spielt die Protoplastenfusion nur bei der Übertragung der CMS eine Rolle. Die meisten CMS-Hybriden bei Brassica-Arten sind laut Aussage von Prof. Michel Haring (Haring 2006) auf die sog. OGURA-CMS zurückzuführen, die 1968 von Hiroshi Ogura im Rettich – irrtümlicherweise oft Radies⁵ – entdeckt wurde (Ogura 1968). Es gibt jedoch auch noch einige CMS-Hybriden, die auf natürliche Kreuzung zurückgehen (Theiler 2002). Bannerot et al. (1974) und Pelletier et al. (1983) überführten und verbesserten das Cytoplasma in *Brassica oleracea* und von dort später auch in *Brassica napus*. (Dietrich 2002)

Das OGURA-Patent ist inzwischen abgelaufen und wird daher breit eingesetzt, die Züchter sind aber dabei, andere Patente zu entwickeln (z.B. SAID-Patent) (Oehen 2007). Das auch *ogu-Patent* genannte Patent ist seit seiner Anmeldung ohne Probleme im Gebrauch. Es liegt auf einem reinen Cytoplasma, das die männliche Sterilität enthält. Zellkern und Chloroplasten dieser Zellen wurden abgetötet.

Die Entstehung der für die Hybridzucht bei Brassica-Arten verwendeten CMS-Linie bei der Firma Rijk-Zwaan wird – dem Patent entsprechend – wie folgt beschrieben:

Während CMS in einigen Pflanzen wie Sonnenblumen oder Radies natürlicherweise vorkommt, war CMS beim Kopfkohl nicht zu beobachten. Deshalb wurde zunächst Kopfkohl mit Radies gekreuzt. Die Nachkommen zeigten eine starke Gelbfärbung der Blätter, was durch die Chloroplasten in Radies verursacht wurde. Mit dem Ziel das Cytoplasma ohne Chloroplasten der Radies Kopfkohlkreuzung in die Kopfkohlpflanzen zu bringen, wurden zellwandlose Zellen, sogenannte Protoplasten, in den 60er Jahren im elektrischen Feld miteinander verschmolzen. Bei den Radies Kopfkohlprotoplasten wurden zuvor Zellkern und Chloroplasten durch Bestrahlung zerstört. Das Ergebnis der Fusion der so präparierten Radies Kopfkohlprotoplasten mit Kopfkohlprotoplasten waren in vitro regenerierte Kopfkohlpflanzen mit dem Merkmal CMS.

(FISCHER - KLÜVER 2005)

Demnach basiert die CMS-Linie bei den Kohlgewächsen zunächst auf einer natürlichen Kreuzung von Rettich und Kopfkohl. Erst die Eliminierung der unerwünschten Eigenschaften erfolgte im Sinne einer Rückkreuzung mit Hilfe einer Cytoplastenfusion.⁶

Bei den Brassicaceae haben sich in den letzten zwanzig Jahren Hybrid-Sorten auf dem Markt weitgehend durchgesetzt. In einem Arbeitspapier des Louis Bolk Instituts wird von einer Größenordnung von ca. 90% ausgegangen, die CMS ist hier also weit verbreitet. Allerdings gibt es noch Sorten, die sich auf Selbstinkompatibilität stützen, sowie auch noch eine Anzahl an samenfesten Sorten. (Kaiser 2004)

⁴ In diesem Kapitel werden in erster Linie Pflanzenarten erwähnt, bei denen ein Einsatz der Protoplastenfusion diskutiert wurde bzw. wird.

⁵ Die Angabe von Radies als Quelle der CMS beruht auf einer Verwechslung. Diese ergibt sich aus der Tatsache, dass beide Pflanzen den botanischen Namen *Raphanus sativus* tragen, beim Radies handelt es sich um die Varietät *var.sativus*, beim Rettich um *var.niger*. Beide Pflanzen werden im Englischen als *radish* bezeichnet.

⁶ Siehe dazu auch unter Stichwort "Raps"

Zum Einsatz von CMS-Sorten im Kohlanbau siehe auch Beitrag "Verbreitung von CMS-Sorten bei Kohlarten" im Anhang.

4.4.2 Zichorien

Immer wieder wird in der Fachliteratur behauptet, alle Zichorien – also sowohl Treibzichorien (*Cichorium intybus*) als auch Endivien (*Cichorium endivia*) – seien durch Protoplastenfusion erzeugt worden. Dies trifft jedoch nur für den Treib-Chicorée (*Cichorium intybus*) zu, da bei Salat-Endivien keine Hybriden auf dem Markt sind. Das Missverständnis ist wahrscheinlich dadurch zustande gekommen, dass Endivie auf Französisch *Chicorée* heisst.⁷

Beim Treib-Chicorée sind "... noch keine Sorten auf dem Markt, bei denen zellbiologische Techniken angewandt wurden. Allerdings kommen solche in naher Zukunft auf den Markt. Dies betrifft CMS-Hybriden, wobei die CMS durch Protoplastenfusion aus einer anderen Art (Sonnenblume *Helianthus sp.*, *Asteraceae*) genommen wurde. Darüber hinaus ist diese CMS-Form patentiert. Im Augenblick gibt es noch ausreichend Sorten zur Verfügung, um diese weiter zu entwickeln." (Kaiser 2004)

Die möglicherweise auf den Markt kommenden Sorten sind bei der Firma *Bejo* gezüchtet worden, diese Firma hat jedoch von der Vermarktung dieser Sorten inzwischen Abstand genommen. (mdl. Mitteilung Haring 2007)

4.4.3 Lauch

An einigen Instituten wie z. B. in Quedlinburg (D) gab es Forschungen, die darauf abzielten, die männliche Sterilität der Zwiebel auf den Porree zu übertragen. Teilweise ist dies auch gelungen, eine praktisch anwendbare Form ist jedoch nicht auf den Markt gebracht worden.

Eine Anfrage bei der Firma *Nunhems Netherlands* ergab, dass dort bei der Porreezüchtung keine Protoplastenfusionstechnik eingesetzt wurde: "Bei Porree nutzen wir das System der genetischen ("genic") männlichen Sterilität. Diese männliche Sterilität ist im natürlichen Genpool von Porree existent. Tatsächlich ist die MS, die wir nutzen, in einer blühenden Porree-Population gefunden worden. Es gibt keinerlei Zusammenhang zu Protoplastenfusion oder genetischer Modifizierung." (Mitteilung Inga Jessen März 2007)

4.4.4 Kartoffel

Die Protoplastenfusion wird an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) seit 1990 zur Erstellung von Basiszuchtmaterial bei Kartoffeln eingesetzt. Jährlich werden über 400 Fusionshybriden im Feldanbau geprüft. Es gelang die gezielte Anreicherung und Kombination von verschiedenen Krankheitsresistenzen, die Nutzung neuer Resistenzgene aus Wildarten, die Entkoppelung von männlicher Sterilität und Virusresistenz (PVY) und die Entwicklung von Zuchtstämmen mit sehr hohem Stärkegehalt. Zum Einsatz der Protoplastenfusion werden im Jahresbericht 2004 (Bayerische Landesanstalt 2005) folgende Angaben gemacht, wobei anzumerken ist, dass sich alle Forschungen noch im Versuchsstadium befinden und bisher keine praxisreifen Sorten auf den Markt gekommen sind (Schwarzfischer 2007):

⁷ Endivie = f. *Chicorée scarole* Frisée-Endivie = f. *Chicorée frisée*

Zielsetzung

Über die Verschmelzung von Protoplasten (zellwandlose Einzelzellen) gelingt es, das Erbmateriale von zwei selektierten diploiden Kartoffellinien zu addieren und somit züchterisch bedeutende Merkmale direkt zu kombinieren. Entscheidender Vorteil gegenüber der konventionellen Züchtung ist die Umgehung der meiotischen Prozesse. Insbesondere bei polygen vererbten Merkmalen werden alle verantwortlichen Gene geschlossen in das Fusionsprodukt weitergegeben. Weitere Vorteile der Methode sind die Überwindung von sexueller Inkompatibilität und mütterlicher Vererbung. Folgende Ziele werden verfolgt:

- Gezielte Kombination besonderer Qualitätsmerkmale (hoher Stärkegehalt, Veredelungseignung, 4°C-Lagerfähigkeit) und Resistenzen (Krebs, Nematoden (Ro 5, Pa 3), Phytophthora, PVY) und Aufbau multiplexer Genkonstitutionen für diese Merkmale
- Entkopplung von PVY-Immunität und männlicher Sterilität
- Erweiterung des Genpools (Fusionen mit diploiden Linien anderer Züchter)

Methode

Blätter von in vitro-Sproßkulturen werden kleingeschnitten und in einer Lösung mit zellwandabbauenden Enzymen inkubiert. Die dabei gebildeten Protoplasten werden durch Filtration und Zentrifugation aufgereinigt, in einer definierten Zelldichte gemäß Zuchtplan gemischt und über Elektrofusion miteinander verschmolzen. Nach Regeneration erfolgt die Selektion der Hybriden über Flow Cytometrie und RFLP-Analyse.

Ergebnisse

Mit 72 verschiedenen Kombinationen wurde die Ausbeute an erfolgreichen Fusionskombinationen im Berichtsjahr weiter gesteigert. Im Vergleich zum Vorjahr wurden 25 Kombinationen mehr erhalten, im Vergleich zu 2002 wurde die Ausbeute mehr als verdoppelt. Diese positive Bilanz ist das Ergebnis methodischer Verbesserungen, die dank eines erfahrenen Laborpersonals umgesetzt werden konnten. Bei 24 Fusionskombinationen wurden gute Speisetypen kombiniert. Von den 48 Kombinationen mit Stärkestämmen zielen 39 Kombinationen auf gute Veredelungseignung (Chips, Pommes). In 46 Kombinationen liegen breite Resistenzen vor (24 Krebs, 16 Ro1-5, 6 Phytophthora). Bei 10 Kombinationen wurden Multiplexe aufgebaut. Zur Verbesserung der Knollenbeschaffenheit und des Ertrages konnten verstärkt Interdihaploide eingesetzt werden (51 Kombinationen). Von Fusionen mit 6 kanadischen Zuchtstämmen liegen bei 5 Kombinationen Hybride vor. Die Entkopplung von PVY-Immunität und männlicher Sterilität ist gelungen. Nahezu alle Sorten mit PVY-Immunität sind bedingt durch ein mitochondriales Gen männlich steril. Durch Aufhebung der mütterlichen Vererbung konnten hochfertile Pflanzen mit PVY-Immunität etabliert werden.

JAHRESBERICHT 2004 (BAYERISCHE LANDESANSTALT 2005)

4.4.5 Raps

1994 wurde durch die Institutionen INRA und SERASEM die erste Raps Hybride mit dem Namen 'Synergy' im offiziellen französischen Saatgutkatalog registriert. Dieser Registrierung gingen fünfzehn Jahre Forschungsarbeit voraus, in denen es u.a. gelang, die Selbstbefruchtung durch die Einschleusung einer CMS in die Mutterlinien zu verhindern. Der Vorgang wird wie folgt beschrieben:

Through inter-species crossings between rapeseed and a radish, the researchers bred sterile male rapeseed endowed with a genome of rapeseed and a cytoplasm of radish. However, the rapeseed genome did not function satisfactorily with the radish cytoplasm, so these plants displayed abnormalities (chlorophyll deficiency, flowers without nectar which did not attract pollinators). INRA researchers, under the leadership of Georges Pelletier, then had the idea of "adding" a rapeseed cytoplasm. This was made possible in plants by applying protoplast fusion. The researchers thus obtained rapeseed with rapeseed chromosomes and a mixed rapeseed / radish cytoplasm containing the original radish gene providing male sterility. This type of rapeseed forms the basis for the majority of the hybrids cultivated in France at present, and constitutes one of the most widely exploited INRA patents (ogu-INRA patent, WO9205251, 1990)

(INRA PRESS SERVICE 2006)

Durch Kreuzung und Protoplastenfusion sind mittlerweile verschiedene CMS-Systeme entwickelt worden. Oftmals sind diese aber züchterisch nicht verwertbar, da sie entweder nicht restauriert werden können, nicht umweltstabil sind, oder die Pflanzen insgesamt in ihrer Entwicklung geschädigt sind. Lediglich die CMS-Systeme *Polima* und *Ogura* werden im Raps kommerziell genutzt. Ersteres ist unter europäischen Klimabedingungen (Hitze) aber nicht stabil und letzteres ist aufgrund der hohen Lizenzgebühren in der Nutzung sehr teuer. (Dieterich 2002)

Trotz dieser Bedingungen sind im Rapsanbau Hybridsorten im Kommen. Ein Verbot der Protoplastenfusion als Zuchtmethod würde daher in etwa 10 Jahren zur Einengung der Produktion führen, zurzeit würden die Züchter durch ein Verbot der Protoplastenfusion noch zur Erhaltung PF-freier Sorten stimuliert. (mdl. Mitteilung Becker 2007)

4.4.6 Mais

"Die «cytoplasmatische männliche Sterilität» (cms) ist ursprünglich aus einer natürlichen Mutation entstanden." (Munsch 2005) Das heisst, dass sowohl die derzeit verfügbaren Hybrid-Mais-Sorten als auch die seit einiger Zeit zunehmend die Aufmerksamkeit auf sich ziehenden "Plus-Hybriden" (s. Munsch 2005) nicht mit Hilfe von Protoplastenfusion erzeugt wurden. Auch eine Einkreuzung von Herbizidresistenz durch Cytoplastenfusion spielt keine Rolle. Demnach ist durch ein Verbot der Protoplastenfusion nicht mit Konsequenzen für die Praxis des ökologischen Maisanbaus zu rechnen.

4.4.7 Roggen

Bei der inzwischen gängigen Hybrid-Züchtung von Roggen wird zwar eine CMS eingesetzt, diese ist aber nicht durch Protoplastenfusion erzeugt. Da zudem die Regeneration bei Roggen immer schwierig ist – selbst eine Antherenkultur ist kaum möglich – gibt es auf dem Gebiet der Protoplastenfusion keine Forschungsaktivitäten. (Miedaner 2007, mdl. Mitteilung)

4.4.8 Hopfen

An der *Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Bayern)* konnten weltweit die ersten Hopfenpflanzen aus Protoplasten regeneriert werden. Aktuell – d.h. seit etwa 2002 – wird nicht mehr daran gearbeitet: "Wir konnten bisher keine richtigen Fusionspflanzen regenerieren und haben dann die Forschung auf dem Gebiet abgebrochen." (mdl. Mitteilung Seigner 2007)

4.4.9 Sonnenblumen

Schon in den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden zur Einkreuzung von Sclerotinia-Resistenzen Kreuzungen mit Wildsorten von Sonnenblumen durchgeführt, die allerdings nicht zu befriedigenden Resultaten führten. Mit Hilfe von Protoplastenfusion konnte am *Institut für Molekulare Physiologie und Biotechnologie der Pflanzen der Universität Bonn* die Einkreuzung einer Sclerotinia-Resistenz durchgeführt werden. (mdl. Mitteilung Friedt 2007) Weitere Forschungen sowie die Patentanmeldung wurden jedoch aus politischen und finanziellen Gründen eingestellt. (mdl. Mitteilung Schnabel 2007)

4.4.10 Gerste, Weizen, Hafer, Hirse, Reis, Futtergräser und Klee

Bei einigen dieser Kulturen ist die CMS gut untersucht, Informationen über den Einsatz der Protoplastenfusion bei der Züchtung liegen jedoch nicht vor.

4.5 Kann der Einsatz von protoplastenfusions-basierten Sorten kontrolliert werden?

In der *ökologischen Pflanzenzucht* wird mit offen abblühenden Sorten gearbeitet, so dass hier keine Gefahr besteht, unfreiwillig protoplastenfusions-basierte Sorten zu verwenden.

Die Produzenten von *ökologischem Saatgut* könnten allerdings bereits zu PF-Sorten gegriffen haben, da Öko-Saatgut in der Regel aus konventionellen Züchtungen entstanden ist und der Anbau erst im letzten Anbauschnitt nach Öko-Richtlinien erfolgt. Da die Züchter bisher nicht verpflichtet sind, Angaben zu den Zuchtmethoden zu machen, kann hier nur eine labortechnische Kontrolle für Klarheit sorgen.

Das heute standardmäßig eingesetzte Nachweisverfahren für GVO-Produkte ist die DNA-Analyse mittels der so genannten PCR (Polymerase-Kettenreaktion). Mit diesem Verfahren kann nachgewiesen werden, ob Saatgut, ein Lebens- oder Futtermittel GVO-Bestandteile enthält und um welche GVO es sich handelt (qualitative Analyse). Voraussetzung für diesen Nachweis ist jedoch, dass der DNA-Abschnitt, der verändert wurde, genau bekannt ist. Mit einer speziellen Variante der PCR Methode (taq-man PCR) kann zusätzlich der genaue GVO-Anteil in einem Produkt bestimmt werden (quantitative Analyse bis 0.1%). (ABE 2004)

Diese Methoden können auch zum Nachweis des Einsatzes von Protoplasten- und Cytoplastenfusion dienen, vorausgesetzt die DNA der jeweiligen Elternpflanze ist gut untersucht und lässt sich zuverlässig identifizieren. Die Analyse ist – bei Vorhandensein entsprechender Gerätschaften und Verfahren – nicht besonders aufwendig. Eine Untersuchung kostet etwa 50 €. (Haring 2006). Die für den Einsatz dieser Methode notwendigen genetischen Codes der gängigen Kulturpflanzen dürften inzwischen vorhanden sein. Falls diese Codes fehlen, ist mit entsprechendem Entwicklungsaufwand zu rechnen.

Um eine funktionierende Kontrolle zu etablieren, müsste zunächst geklärt werden, ob zu den wichtigsten PF-Patenten – vor allem den OGU-Patenten – die genetischen Codes vorliegen bzw. die entsprechenden Codes müssten entschlüsselt und den Kontrolllaboren zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin müsste die Frage geklärt werden, ob die durch die Protoplastenfusion in die Kulturpflanze gebrachten Gene möglicherweise durch Rückkreuzungen wieder entfernt werden können und somit eine Kontrolle unmöglich wird.

5. Rechtliche Regelungen

5.1 Relevante rechtliche Regelungen im öffentlichen Recht

Im Schweizer Recht gilt die Protoplastenfusion von Pflanzenzellen nicht als gentechnisches Verfahren. In der EU gilt dieser Passus mit der Einschränkung, dass die verwendeten Pflanzen auch mittels herkömmlicher Züchtungstechniken miteinander gekreuzt werden können. Ansonsten wird die Protoplastenfusion grundsätzlich zu den gentechnischen Verfahren gerechnet.

Für die Schweiz ist die Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Stand vom 19.7.2005), die sogenannte Freisetzungsverordnung, die relevante rechtliche Regelung. Daneben soll hier allerdings auch dargestellt werden, wie die Frage des Einsatzes der Protoplastenfusion bei der Züchtung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen im Nachbarland Deutschland und in der EU geregelt wird.

5.1.1 Schweiz - Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt

Laut Anhang 1, (Art. 3 Bst. c) der Verordnung SR 814.911 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV, vom 25. August 1999, Stand am 19. Juli 2005) sind gentechnische Verfahren folgendermassen definiert:

Anhang 1, (Art. 3 Bst. c)

Definition gentechnischer Verfahren

1 Als gentechnische Verfahren gelten insbesondere:

(...)

c. Zellfusion oder Hybridisierungsverfahren, bei denen Zellen mit neuen Kombinationen von genetischem Material durch die Verschmelzung zweier oder mehrerer Zellen mit Hilfe von Methoden erzeugt werden, die unter natürlichen Bedingungen nicht vorkommen.

(...)

3 Nicht als gentechnische Verfahren gelten die Selbstklonierung nicht pathogener Organismen sowie die nachstehenden Verfahren, wenn sie nicht mit dem Einsatz von rekombinanten Nukleinsäuremolekülen oder von gentechnisch veränderten Organismen verbunden sind:

(...)

b. Zell- und Protoplastenfusion von prokaryontischen Mikroorganismen, die untereinander genetisches Material über natürliche physiologische Prozesse austauschen;

c. Zell- und Protoplastenfusion von eukaryontischen Zellen, einschliesslich der Erzeugung von Hybridomen-Zellen und der Fusion von Pflanzenzellen;

(...)

VERORDNUNG ÜBER DEN UMGANG MIT ORGANISMEN IN DER UMWELT (FREISETZUNGSVERORDNUNG, FRSV) VOM 25. AUGUST 1999 (STAND AM 5. DEZEMBER 2006)

Nach dieser Definition gilt die Protoplastenfusion von Pflanzenzellen grundsätzlich nicht als gentechnisches Verfahren. Die für diese Studie relevanten Textstellen befinden sich in Absatz 3 und beschreiben die *Zell- und Protoplastenfusion von eukaryontischen Zellen (...)* einschliesslich der Fusion von Pflanzenzellen, die nicht mit dem Einsatz von rekombinanten Nukleinsäuremolekülen oder von gentechnisch veränderten Organismen verbunden ist.

5.1.2 Europäische Union: Freisetzungsverordnung 2001/18/ EG

Im Artikel 2 der EU-Freisetzungsverordnung (Begriffsbestimmungen) wird zur Definition von genetisch veränderten Organismen folgendes ausgeführt:

Im Sinne dieser Richtlinie bedeutet:

(...)

2. .genetisch veränderter Organismus (GVO): ein Organismus mit Ausnahme des Menschen, dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich ist.

Eine im Artikel 3 beschriebene Ausnahmeregelung besagt allerdings

(1) Diese Richtlinie gilt nicht für Organismen, bei denen eine genetische Veränderung durch den Einsatz der in Anhang I B aufgeführten Verfahren herbeigeführt wurde.

ANHANG I B

VERFAHREN IM SINNE VON ARTIKEL 3

Verfahren/Methoden der genetischen Veränderung, aus denen Organismen hervorgehen, die von der Richtlinie auszuschließen sind, vorausgesetzt, es werden nur solche rekombinanten Nukleinsäuremoleküle oder genetisch veränderten Organismen verwendet, die in einem oder mehreren der folgenden Verfahren bzw. nach einer oder mehreren der folgenden Methoden hervorgegangen sind:

(...)

2. Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) von Pflanzenzellen von Organismen, die mittels herkömmlicher Züchtungstechniken genetisches Material austauschen können.

(RICHTLINIE 2001/18/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND RATES, 2001)

Die Schweizer Regelung wird also in der EU-Freisetzungsverordnung noch weiter differenziert, indem nur die Zell- bzw. Protoplastenfusion von Pflanzenzellen, die auch "mittels herkömmlicher Züchtungstechniken genetisches Material austauschen können", als Ausnahme von der Freisetzungsverordnung zugelassen wird.

In der praktischen Umsetzung gebraucht die EU eine sehr breite Interpretation dieser Ausnahme. Demnach wird die Fusion von Pflanzenzellen grundsätzlich nicht als gentechnische Methode angesehen, wenn die Zellen von Pflanzen einer Pflanzenfamilie stammen. (Raaijmakers 2004)

5.1.3 Deutschland: Gesetz zur Regelung der Gentechnik GenTG

Gesetz vom 20. Juni 1990, zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 21.12.2004

Die Regelungen in Deutschland decken sich mit den EU-Richtlinien:

§ 3 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Gesetzes sind

(...)

3. gentechnisch veränderter Organismus

ein Organismus, mit Ausnahme des Menschen, dessen genetisches Material in einer Weise verändert worden ist, wie sie unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt; gentechnisch veränderter Organismus ist auch ein Organismus, der durch Kreuzung oder natürliche Rekombination zwischen gentechnisch veränderten Organismen oder mit einem oder mehreren gentechnisch veränderten Organismen oder durch andere Arten der Vermehrung eines gentechnisch veränderten Organismus entstanden ist, sofern das genetische Material des Organismus Eigenschaften aufweist, die auf gentechnische Arbeiten zurückzuführen sind.

3a. Verfahren der Veränderung genetischen Materials in diesem Sinne sind

Insbesondere

(...)

c) Zellfusionen oder Hybridisierungsverfahren, bei denen lebende Zellen mit neuen Kombinationen von genetischem Material, das unter natürlichen Bedingungen nicht darin vorkommt, durch die Verschmelzung zweier oder mehrerer Zellen mit Hilfe von Methoden gebildet werden, die unter natürlichen Bedingungen nicht vorkommen,

3b. nicht als Verfahren der Veränderung genetischen Materials gelten

(...)

b) Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) von Pflanzenzellen von Organismen, die mittels herkömmlicher Züchtungstechniken genetisches Material austauschen können, es sei denn, es werden gentechnisch veränderte Organismen als Spender oder Empfänger verwendet,

3c. sofern es sich nicht um ein Vorhaben der Freisetzung oder des Inverkehrbringens handelt und sofern keine gentechnisch veränderten Organismen als Spender oder Empfänger verwendet werden, gelten darüber hinaus nicht als Verfahren der Veränderung genetischen Materials

a) Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) prokaryontischer Arten, die genetisches Material über bekannte physiologische Prozesse austauschen,

b) Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) von Zellen eukaryontischer Arten, einschließlich der Erzeugung von Hybridomen und der Fusion von Pflanzenzellen

(GESETZ ZUR REGELUNG DER GENTECHNIK VOM 20. JUNI 1990, GEÄNDERT DURCH ART. 1 G VOM 21.12.2004)

Allgemein sind hier wie auch auf EU-Ebene Vorversuche üblich, in denen die Möglichkeit des Austausches von genetischem Material mittels herkömmlicher Züchtungstechniken erwiesen werden soll.

5.2 Relevante privatrechtliche Regelungen

5.2.1 IFOAM

In den 2005 neu formulierten Basic-Standards der IFOAM werden vier Grundprinzipien postuliert, auf die sich die biologische/ökologische Landwirtschaft gründet:

- Das Grundprinzip der Gesundheit
- Das Grundprinzip der Ökologie
- Das Grundprinzip der Fairness
- Das Grundprinzip der Sorgfalt

Zwei dieser Prinzipien sind ganz besonders geeignet, die Frage zu beantworten, ob die Methode der Protoplastenfusion den Traditionen des ökologischen Landbaus entspricht:

Das Grundprinzip der Gesundheit

Principle of health

Organic Agriculture should sustain and enhance the health of soil, plant, animal, human and planet as one and indivisible.

This principle points out that the health of individuals and communities cannot be separated from the health of ecosystems - healthy soils produce healthy crops that foster the health of animals and people.

Health is the wholeness and integrity of living systems. It is not simply the absence of illness, but the maintenance of physical, mental, social and ecological well-being. Immunity, resilience and regeneration are key characteristics of health.

The role of organic agriculture, whether in farming, processing, distribution, or consumption, is to sustain and enhance the health of ecosystems and organisms from the smallest in the soil to human beings. In particular, organic agriculture is intended to produce high quality, nutritious food that contributes to preventive health care and well-being. In view of this it should avoid the use of fertilizers, pesticides, animal drugs and food additives that may have adverse health effects.

(IFOAM PRINCIPLES OF ORGANIC AGRICULTURE 2005)

Prinzip der Gesundheit

Öko-Landbau soll die Gesundheit des Bodens, der Pflanzen, der Tiere, des Menschen und des Planeten als ein Ganzes und Unteilbares bewahren und stärken.

Dieses Prinzip hebt hervor, dass die Gesundheit von Individuen und Gemeinschaften nicht von der Gesundheit der Ökosysteme getrennt werden kann – gesunde Böden bringen gesunde Pflanzen hervor, die die Gesundheit von Tieren und Menschen fördern.

Gesundheit ist die Ganzheit und Integrität von lebendigen Systemen und beschränkt sich nicht nur auf die Abwesenheit von Krankheit, sondern betrifft auch die Erhaltung von körperlichem, seelischem, sozialem und ökologischem Wohlbefinden. Immunität, Widerstandsfähigkeit und Regeneration sind Schlüsselmerkmale für Gesundheit.

Die Aufgabe ökologischer Landwirtschaft ist es, in der Produktion, Verarbeitung, beim Handel und beim Konsum die Gesundheit von Ökosystemen und Organismen zu erhalten und zu fördern – vom kleinsten Organismus im Boden bis hin zum Menschen. Der Öko-Landbau beabsichtigt in besonderer Weise qualitativ sehr hochwertige Lebensmittel zu produzieren, die zur Gesundheitsvorsorge und zum Wohlbefinden beitragen. Aufgrund dessen soll der Gebrauch von Düngemitteln, Pestiziden, Tiermedikamenten und Lebensmittelzusatzstoffen, die ungünstige Auswirkungen auf die Gesundheit haben könnten, vermieden werden.

Dem Prinzip der Gesundheit zufolge sollte die Pflanzengesundheit "als ein Ganzes und Unteilbares" bewahrt werden. Durch die Eingriffe im Rahmen der Protoplastenfusion wird jedoch die Integrität der Pflanze auf verschiedenen Ebenen verletzt:

- *Pflanzlicher Entwicklungsvorgang*: Pflanzliche Zellen werden aus dem vegetativen Zustand heraus, also ohne Reifeteilung und damit ohne Durchlauf durch das generative Stadium, zur Verschmelzung gezwungen.
- *Pflanzenzelle*: Die Zellen als kleinste lebende Einheiten werden aus dem pflanzlichen Gewebe herausgelöst, die Zellwand wird chemisch aufgelöst und die Protoplasten werden mit nicht natürlichen Methoden gezwungen, sich miteinander zu verbinden
- *Erbgut*: Zum einen werden natürliche Kreuzungsbarrieren übersprungen, zum anderen werden durch die Verschmelzung von Zellplasma Erbanlagen miteinander vermischt, die auf natürlichem Wege kaum kombiniert worden wären. (vgl. Lammerts van Bueren 2003)

Das Grundprinzip der Sorgfalt

Principle of care

Organic Agriculture should be managed in a precautionary and responsible manner to protect the health and well-being of current and future generations and the environment.

Organic agriculture is a living and dynamic system that responds to internal and external demands and conditions. Practitioners of organic agriculture can enhance efficiency and increase productivity, but this should not be at the risk of jeopardizing health and well-being. Consequently, new technologies need to be assessed and existing methods reviewed. Given the incomplete understanding of ecosystems and agriculture, care must be taken.

This principle states that precaution and responsibility are the key concerns in management, development and technology choices in organic agriculture. Science is necessary to ensure that organic agriculture is healthy, safe and ecologically sound. However, scientific knowledge alone is not sufficient. Practical experience, accumulated wisdom and traditional and indigenous knowledge offer valid solutions, tested by time. Organic agriculture should prevent significant risks by adopting appropriate technologies and rejecting unpredictable ones, such as genetic engineering. Decisions should reflect the values and needs of all who might be affected, through transparent and participatory processes.

(IFOAM PRINCIPLES OF ORGANIC AGRICULTURE 2005)

Prinzip der Sorgfalt

Ökologische Landwirtschaft soll in einer vorsorgenden und verantwortungsvollen Weise betrieben werden, um die Gesundheit und das Wohlbefinden der jetzigen und folgenden Generationen und der Umwelt zu bewahren.

Öko-Landbau ist ein lebendiges und dynamisches System, das auf interne und externe Ansprüche und Bedingungen reagiert. Praktiker des ökologischen Landbaus können die Effizienz und Produktivität erhöhen, aber sie sollen dies nicht auf Kosten von Gesundheit und Wohlbefinden tun. Daraus folgt, dass neue Techniken bewertet und bestehende Methoden überdacht werden müssen. In Anbetracht des unvollständigen Verständnisses von Ökosystemen und Landwirtschaft, muss umsichtig gehandelt werden.

Dieses Prinzip sagt aus, dass Vorsicht und Verantwortung die Schlüsselbegriffe bei der Betriebsführung sowie bei Entwicklung und Wahl der Technik im Öko-Landbau sind. Forschung ist notwendig, um sicher zu stellen, dass der ökologische Landbau gesunde Produkte erzeugt, und als Bewirtschaftungssystem sicher und ökologisch nachhaltig ist. Allerdings reicht theoretisches Wissen allein nicht aus. Praktische Erfahrung und seit Generationen überliefertes Wissen bieten wertvolle Lösungen. Öko-Landbau sollte jegliche Risiken vermeiden, indem angepasste Techniken angewendet und unberechenbare Techniken, wie zum Beispiel Gentechnik, nicht verwendet werden. Durch die transparente und partizipative Gestaltung von Prozessen, sollen Entscheidungen die Werte und Bedürfnisse von allen widerspiegeln.

Vorsicht und Verantwortung sind diesem Prinzip zufolge Schlüsselbegriffe bei der Wahl der Technik im Öko-Landbau und es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass "unberechenbare Techniken, wie zum Beispiel Gentechnik", nicht verwendet werden sollen.

5.2.2 Demeter International

Auf Antrag des Forschungsrings für Biologisch Dynamische Wirtschaftsweisen wurde im Juni 2004 das Verbot von CMS-Hybriden, die durch Protoplastenfusion entstanden sind, beschlossen – es ist zum 1. Juli 2005 in Kraft getreten. Neben ethischen Aspekten sind bei dieser Entscheidung auch qualitative, kulturelle, wirtschaftliche Aspekte in Betracht gezogen worden. (FORSCHUNGSRING 2006 I)

Pressemeldung von Demeter vom 16. Dezember 2004

Demeter regelt Saatgutfrage: Keine Sorten aus Zellfusionstechniken, der "kleinen Gentechnik" - Verstärkt biologisch-dynamische Sorten züchten und nutzen

Saatgut-Züchtung ist für die Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise zu einem bedeutendem Thema geworden. „Wir als die Pioniere des Öko-Landbaus, die gerade 80jähriges Jubiläum gefeiert haben, werden damit unserem Anspruch, die Vorreiter in Sachen konsequenter Bio-Qualität zu sein, erneut gerecht,“ kommentiert Demeter-Geschäftsführer Dr. Peter Schaumberger diese Entwicklung. Schon vor über 20 Jahren fingen Demeter-Gärtner und -Bauern an, sich mit der Herkunft ihres Saatgutes intensiv zu beschäftigen und nach Alternativen zu den industriellen Sorten zu suchen. So entstand durch die Initiative einzelner eine biologisch-dynamische Züchtungsarbeit, deren erste Früchte jetzt bis in den Handel hinein zu spüren sind. Die biologisch-dynamischen Karottensorten Robila, Rodelika und Milan sind mit einem runden Vermarktungskonzept inzwischen in den Frischeregalen der Bioläden präsent und erfahren große Aufmerksamkeit bei Verbrauchern und Medien. Auch bei Getreide gibt es eigene, vom Bundessortenamt zugelassene Sorten und dazu erste Produkte, beispielsweise Brot vom Dottenfelder Hof in Bad Vilbel oder Gebäck von ErdmannHAUSER. Durch konsequente Vorgaben für die Erzeuger regelt die biodynamische Gemeinschaft nun auch in ihren Richtlinien, dass Sorten, die aus Zellfusionstechniken hervorgegangen sind, für den Demeter-Anbau ausgeschlossen werden. Diese Änderung wird zum Juli 2005 wirksam. Sie betrifft zunächst vorwiegend die Gemüsesorten. (...)

[HTTP://WWW.DEMETER.DE/PRESSE/PRE_ARCHIV_ID.PHP?PRESSE_ID=314&PAGEGROUP=DEMETER.DE&PAGEACTION=HOME](http://www.demeter.de/presse/pre_archiv_id.php?presse_id=314&pagegroup=demeter.de&pageaction=home)

Nach Abfrage verschiedener Saatgutfirmen wurde eine Negativliste von nicht erlaubten PF-Sorten erstellt, die sowohl im *ÖKOmenischen Sortenratgeber* (Arbeitsgemeinschaft Ökologische Gartenbauberater 2006) als auch auf der Homepage des Forschungsrings (<http://forschungring.de/fileadmin/wissenstransfer/pdf/Negativliste.pdf>) zu finden ist. Weitere Massnahmen, die aufgrund dieses Verbotes geplant sind, werden unter Punkt 8.3 dargestellt.

5.2.3 Bioland Bundesverband (D)

Nach Aussage des Referenten für Pflanzenbau *Eckhard Reiners* plant Bioland zurzeit keine Richtlinienänderung. Reiners vertritt die Meinung, dass "die Entscheidung, ob GVO oder nicht über das Gesetz bzw. die VO 2001/18/EG wissenschaftlich/ juristisch getroffen wird. Der Öko-Sektor sollte keine davon abweichende Definition für Gentechnik festlegen". (Fischbach 2005 I)

Da – wie oben bereits dargelegt – die durch Protoplastenfusion erzeugten CMS-Hybriden nach reiner Gesetzeslage nicht als gentechnisch erzeugte Organismen gelten, dürfen diese Sorten in Biolandbetrieben eingesetzt werden.

Auf einer Tagung der Bioland-Fachgruppe Gemüsebau Ende Juli 2006 wurde nach ausführlicher Diskussion folgende Stellungnahme beschlossen:

- Protoplastenfusion ist nicht Gentechnik. Sie ist allerdings ein weiterer Schritt in einer bedenklichen Entwicklung der Züchtungstechniken, die von den Grundsätzen des organisch-biologischen Landbaus weit entfernt sind. Doch die meisten auf dem Markt befindlichen und im Bio-Anbau verwendeten Sorten wurden mit diesen konventionellen Methoden gezüchtet. Öko-Saatgut ist nur in der letzten Vermehrungsstufe unter Öko-Bedingungen gewachsen. Trotz der Bedenken wird keine Notwendigkeit gesehen, speziell die Protoplastenfusion als eine neue Spielart moderner Züchtungstechniken durch die Richtlinien auszuschließen. Dieses auch unter dem Gesichtspunkt, dass ein Verbot durch Untersuchungen des Saatgutes nicht zu kontrollieren wäre.
- Transparenz und Wahlfreiheit ist ein von Bioland auf allen Ebenen der Lebensmittelerzeugung geforderter Grundsatz. Deshalb sollte in der Saatgut-Datenbank organisXseeds für jede Sorte eine Angabe über die Züchtungstechnik gemacht werden können. Ausserdem müssen die Firmen dringend aufgefordert werden, diese Sorteneigenschaft anzugeben.
- Die weitere Entwicklung der Züchtungstechniken speziell die der Protoplastenfusion, muss beobachtet werden. Um die Risiken zu erkennen, sollen schon jetzt bei markteingeführten Sorten Untersuchungen, z.B. auf das eventuelle Vorhandensein von Chromosomensprüngen, veranlasst werden.

(REINERS 2006)

5.2.4 Naturland (D)

Der Naturland-Verband sieht die Züchtungsmethode als "nicht unproblematisch", strebt aber eine europaweite bzw. möglichst weltweite Regelung an. Im Vorfeld der gewünschten Klärung auf EU-Ebene bzw. der geforderten Stellungnahme der IFOAM wurde in den Naturland-Nachrichten Heft 02 vom Juni 2007 folgendes Statement veröffentlicht:

Sorten aus Protoplastenfusion (CMS-Sorten) bei Naturland nicht zulässig

Die Protoplastenfusion ist eine Züchtungsmethode in der Pflanzenzüchtung, bei der über die Protoplasten Eigenschaften aus anderen, verwandten oder fremden Arten, z.B. männliche (Pollen-) Sterilität (CMS) des Radieschens in Kohlarten, eingekreuzt werden können. In der Hybridzüchtung wird dies dazu benutzt, weiblichen Linien ohne Pollen zu erzeugen, wodurch gewährleistet werden kann, dass sämtlicher Pollen ausschließlich von der daneben angebauten männlichen Linie stammt.

Dabei werden zwei Protoplasten (Pflanzenzellen ohne Zellwand) verschmolzen, die Zelle mit der CMS wird vorher "entkernt", so dass nur die CMS-Information übertragen wird. Wegen ihrer Ähnlichkeit mit Methoden der Gentechnik wird diese Methode manchmal auch "kleine Gentechnik" genannt. Viele Experten, auch der Verband der deutschen Pflanzenzüchter, sind der Meinung, dass die Methoden der Protoplastenfusion mit gentechnischen Veränderungen gleichzusetzen sind, zumindest, wenn fremdes Erbgut eingeschleust wird. Daher sind Sorten, die mit Hilfe von Protoplastenfusion gezüchtet wurden, bei Naturland nicht zulässig.

Wir müssen darauf gesondert hinweisen, da schon in verschiedenen Gemüsearten, v.a. Kohlarten (Blumenkohl, Romaensco, Brokkoli, Weißkohl, Spitzkohl, Rotkohl, Wirsing, Rosenkohl, Kohlrabi) Sorten aus Protoplastenfusion auf dem Markt sind. Wenn wir uns nicht dagegen positionieren, besteht sogar die Gefahr, dass

in einigen Arten nur noch Sorten aus Protoplastenfusion entwickelt werden. Diese Sorten müssen nicht unbedingt als solche deklariert werden. Eine aktuelle Negativliste aller bekannten Sorten aus Protoplastenfusion (die also bei Naturland nicht verwendet werden dürfen) erhalten sie im Internet unter:
<http://forschungsring.de/fileadmin/wissenstransfer/pdf/Negativliste.pdf>
oder bei ihrem/ ihrer Berater/in bzw. in den Naturland Geschäftsstellen.

(VOGT-KAUTE, FRITZSCHE-MARTIN 2007)

5.2.5 ECO-PB

Das Konsortium *ECO-PB* (*European Consortium for Organic Plant Breeding*, www.eco-pb.org) befasst sich schon seit längerer Zeit mit der Möglichkeit eines Verbotes der Protoplastenfusion. Die Gründe dafür werden vor allem in ethischen Gesichtspunkten gesehen:

Ethical objections to the use of protoplast fusion

- The integrity of plants is violated
Protoplast fusion goes beyond the level of the organised cell, which is biologically seen the smallest living entity, and affects the cell coherence and organisation. The cell wall is dissolved and cells are separated from the living context of the plant or tissue.
- The genetic integrity of plants is violated
With protoplast fusion natural crossing barriers can be forced. This technique is mostly applied when two species differ so much that a successful crossing cannot be achieved under natural circumstances.

(RAAIJMAAKERS 2004)

Andere Gründe für das Verbot der Protoplastenfusion sind die Nähe zur Gentechnik und damit der mögliche Verlust der Glaubwürdigkeit von Produkten aus ökologischem Anbau.

Insgesamt schlägt das am Konsortium beteiligte Louis-Bolk-Institut in Holland zur Beurteilung von Züchtungstechniken für den Öko-Landbau vor, sich an den folgenden drei Grundprinzipien des Öko-Landbaus zu orientieren: Geschlossene Betriebskreisläufe, natürliche Selbstregulierung und Biodiversität. Auf die Züchtung übertragen, bedeutet dies:

- Natürliche Reproduktionsfähigkeit der Pflanzen
- Anpassungsfähigkeit an ökologische Bedingungen
- Genetische Vielfalt, die die natürliche Authentizität und die Merkmale der Arten respektiert

(WWW.OEKOLANDBAU.DE/ ZÜCHTUNGSMETHODEN UND -TECHNIKEN, STAND 6.2.2006)

Eine Entscheidung des *ECO-PB* über die weitere Vorgehensweise steht noch aus.

6. Welche Folgen hätte der weitere Einsatz der Protoplastenfusion im ökologischen Landbau?

6.1 Folgen für den Menschen

Sind mit Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion gezüchtete Pflanzen ungesund?

"Wenn man bei einer natürlichen Nahrungspflanze das Erbmaterial (DNA) manipuliert, produziert dieses auch neue Proteine." (Liedtke 2006) Dass genmanipulierte Pflanzen somit stets einen Anteil "neuer" Arten an Proteinen – sog. Fremdproteine⁸ – enthalten liegt auf der Hand.

Ob auch protoplasten- bzw. cytoplastengezüchtete Pflanzen Fremdproteine enthalten, ist nicht geklärt und dürfte angesichts der oben beschriebenen möglichen Vielfalt der Fusionsergebnisse auch schwer zu klären sein. Allerdings ist nicht davon auszugehen, dass bei der Kombination von Erbmaterial aus Zellkern oder Zellorganellen nur "altbekannte" Gensequenzen entstehen, die "bekannte" Proteine imprimieren. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass Fremdproteine entstehen.

"Die Einfügung einzelner neuer Eigenschaften erfolgt ohne ausreichende Kenntnis der übergeordneten Regulation der Pflanze (sogenannte Epigenetik). Man weiss daher auch vorher nicht, wie die Pflanze als Ganzes auf diesen Eingriff mit einer einzelnen neuen Erbanlage reagiert." (Liedtke 2006)

Prinzipiell ist davon auszugehen, dass Gen-Manipulationen einer Pflanze mit artfremder DNA deren bisher lebensgerecht abgestimmte biologische Organisation stören und destabilisieren. In der schon über Jahrtausende dauernden pflanzlichen Evolution gab es auch schon vorher Millionen solcher Einzelereignisse von "Versuch-und-Irrtum", sogenannte Mutationen. Viele der aus diesen Mutationen resultierenden "Neuproduktionen" haben das aber nicht überlebt. Um eine Gesundheitsgefährdung auszuschliessen, müsste daher geprüft werden, wie sich PF-erzeugte Sorten über mehrere Generationen hinweg verhalten.

6.2 Folgen für die Umwelt

"Es besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass durch die Protoplastenfusion Pflanzen mit gestörten Systemen (z.B. Störung der Pflanzenphysiologie, Resistenzen, Abkopplung vom biologischen Umfeld, neue Krankheiten) entstehen, als dass es zu allgemeinen 'Verbesserungen' kommt." (Liedtke 2006) Auch hier müssten im Endeffekt Langzeitversuche die Hypothese bestätigen, dass PF-Sorten sich nicht über mehrere Generationen behaupten können und möglicherweise sogar umweltschädlich sind.

⁸ Fremdproteine besitzen gegenüber körpereigenen Proteinen z.T. erhebliche toxische Eigenschaften. Sie sind u.a. Bestandteil in zahlreichen hochwirksamen Tier- und Pflanzengiften und wirken dabei u.a. als Hemmstoffe lebenswichtiger Enzyme.

6.3 Folgen für die Züchter

Die Züchter für den konventionellen Anbau können ihre Arbeit ungehindert fortsetzen und bestehende samenfeste Sorten nach ihren Bedürfnissen vom Markt nehmen. Eine Kennzeichnungspflicht für PF-Sorten besteht nicht. Der vorhandene Genpool wird zunehmend durch "künstlich" erzeugte Sorten bestimmt. Auch besteht keine Haftungspflicht.

Die Züchtung speziell für den Bioanbau wird durch den ungehinderten Einsatz konventioneller Sorten in ihren Bemühungen um biokompatible Sorten nicht weiter unterstützt. Durch die zunehmende Zahl von PF-Sorten im konventionellen Genpool wird die Möglichkeit des Rückgriffs auf diesen Pool bei der Züchtung neuer Sorten zunehmend eingeschränkt, d.h. die Biozüchtung muss in Zukunft auf einen grösseren "internen" Genpool zurückgreifen können.

6.4 Folgen für die Betriebe

Für die Betriebe dürfte es vor allem zu Einschränkungen in der Sortenvielfalt kommen, wie es sich auch bei der Züchtung von Hybridsorten gezeigt hat. Durch diese hat in einigen Kulturen das Angebot an samenfesten Sorten deutlich abgenommen. Als Beispiel sei hier die Situation bei Möhren beschrieben: "Betrag der Anteil der Hybridsorten im EU Sortenkatalog 1985 (...) bei Möhren noch 37 Prozent, so war dieser 1999 auf 73 Prozent gestiegen." (www.oekolandbau.de/Züchtungsmethoden-und-techniken, Stand 6.2.2006)

Viele samenfeste Sorten, die möglicherweise gut für den Öko-Landbau geeignet gewesen wären, sind verschwunden. Damit ging bereits jetzt ein großes Potential für die Landwirtschaft verloren und die Vielfalt der (samenfesten) Sorten nimmt weiterhin ab.

Gleiches könnte sich in einigen Kulturen auf der Stufe des Ersatzes konventionell gezüchteter Hybriden durch PF-Sorten abspielen. Dort, wo PF-basierte Sorten erfolgreich eingeführt wurden, dürfte es im Laufe der Jahre immer schwieriger werden, noch PF-freie Sorten zu bekommen.

6.5 Folgen für den Handel

Die Kundschaft erwartet beim Kauf von Bioprodukten Handlungssicherheit im Hinblick auf Gesundheit und Respekt vor der Natur. Jeder Hauch von Anschein, dass auch bei biologisch angebauten Produkten Gentechnik eingesetzt worden sein könnte, mindert das Vertrauen der Kundschaft in die Integrität des biologischen Anbaus. Obwohl die Protoplastenfusion innerhalb von Artgrenzen rein rechtlich nicht zur Gentechnik gehört, bleibt möglicherweise beim Laien ein ungutes Gefühl ob der "Unnatürlichkeit" der Zuchtmethode, vor allem wenn in der Öffentlichkeit weiterhin mit dem Begriff "kleine Gentechnik" operiert wird.

Fraglich ist, ob die Vorteile der PF-basierten Sorten diesen zu erwartenden Vertrauensschwund wettmachen können.

7. Welche Konsequenzen hätte ein Verbot der Protoplastenfusion im ökologischen Landbau?

7.1 Ökonomische Konsequenzen

7.1.1 Ebene der Züchtung

Im FiBL Dossier Nr. 2 "Techniken der Pflanzenzüchtung" wird im Jahre 2001 zu den Konsequenzen einer Ablehnung der Protoplasten-/ Cytoplastenfusion folgendes ausgeführt:

- *Auf Ebene der Sorten: Nur wenige moderne Kohl-, Endivien-, Lauch- und Chicoréesorten⁹ würden für den Ökolandbau ausscheiden.*
- *Auf Ebene der Züchtung: Die Protoplastenfusion ist noch nicht sehr bedeutend. Die Ziele der ökologischen Züchtung können auch ohne dies erreicht werden. Die Cytoplastenfusion ist aber für die Einführung der CMS sehr wichtig.*

Auf jeden Fall ist durch ein Verbot der Protoplastenfusion als Zuchtmethod in einigen Kulturen eine entscheidende Einschränkung des für die Züchtung zur Verfügung stehenden genetischen Potentials – mit entsprechenden zuchtmethodischen Konsequenzen - zu erwarten:

Es ist zu erwarten, dass die zertifizierten "ökologischen Zuchtprogramme" isolierte Programme darstellen werden, die neben den üblichen Zuchtprogrammen existieren. Während die üblichen Programme einen "gene flow" zwischen den Programmen (auch von ökologischen zu konventionellen Programmen) erlauben, bilden dann die "ökologischen Zuchtprogramme" isolierte Inseln, deren Verbesserung allein aus der Rekombination der Allelkombination der eigenen Populationen kommen kann. (...) Diese Programme müssen große effektive Populationsgrößen besitzen, um einen hohen langfristigen Selektionserfolg zu besitzen, da ein "gene flow" mit anderen Programmen äußerst eingeschränkt ist. Auch müssen diese Programme so gestaltet sein, dass ein Verlust von vorteilhaften Allelen gering ist. (...) Eine weitere Verschärfung dieser Situation würde eintreten, wenn die verschiedenen Verbände des ökologischen Landbaus noch unterschiedlich Bewertungen für Zuchtverfahren erarbeiten. Dann wäre möglicherweise ein "gene flow" selbst zwischen den einzelnen zertifizierten "ökologischen Zuchtprogrammen" nicht möglich. (LÉON 2002)

Weiterhin würde ein Verbot der Protoplastenfusion Haftungspflichten nach sich ziehen, wenn dieses Verbot auch rechtlich verbindlich wäre. Für Verbote auf Verbandsebene gilt dieses nicht.

7.1.2 Ebene der Praxis

Sowohl von Seiten einiger Berater als auch vieler Praktiker – vor allem im ökologischen Gemüsebau – werden gravierende ökonomische Konsequenzen eines Verbotes befürchtet, da ein entscheidender Teil des Erfolges einer Kultur von der Sortenwahl abhängig ist (Koller 2006). Vor allem besteht große Unsicherheit, ob die empfohlenen CMS-freien Sorten den Anforderungen an ein ökonomisches Wirtschaften (z.B. maschinelles Putzen) genügen. Im Rahmen einer Diskussion unter Praktikern zur Frage des Einsatzes von PF-erzeugten CMS-Hybriden wurden ausserdem folgende Argumente genannt:

⁹ Wie durch die Recherchen zu Punkt 4.4.1 inzwischen nachgewiesen wurde, scheiden Endivien- und Lauchsorten an dieser Stelle aus.

- "CMS-Hybriden bringen uns züchterisch weiter, man sollte sich nicht vor neuen Entwicklungen abschotten.
- Bei Kohl haben wir ohne CMS kaum Aussichten auf gute Bio-Sorten.
- Der Demeter-Verband lehnt CMS-Züchtung mit Protoplastenfusion ab, dieses könnte zu Verunsicherungen von Kunden bei unterschiedlichen Verbandsrichtlinien führen.
- Auch wenn ein Verband das Verfahren ablehnt, müssen andere Verbände nicht zwangsläufig mitziehen.
- Die CMS-Züchtung sollte kritisch betrachtet, aber nicht von vornherein abgelehnt werden.
- Wenn wir keine CMS einsetzen dürfen, werden bestimmte Kulturen nicht mehr angebaut. Diese werden dann importiert. Das kann nicht Ziel sein.
- Es müssen EU-weite Regelungen getroffen werden und nicht eine Regelung nur für Deutschland."

WWW.OEKO-KOMP.DE/INDEX.PHP?ID=2128&LANGUAGEID=1

7.2 Administrative Konsequenzen

7.2.1 Organisation der Kontrolle

Da ein rechtsverbindliches Verbot der Protoplastenfusion infolge möglicher Haftungsansprüche eine Offenlegung der Zuchtmethoden durch die Züchter nach sich ziehen dürfte, ist damit zu rechnen, dass sowohl die Negativliste im *ÖKOmenischen Sortenratgeber* (Arbeitsgemeinschaft Ökologische Gartenbauberatung 2006) als auch die Angaben zur Sortenzucht auf www.organicXseeds.com korrekter sind als bisher. Auf diese Weise wird sowohl für Produzenten als auch für Kontrolleure die Situation transparenter.

Durch die Möglichkeit der Einführung einer PCR-Kontrolle (s. Kap. 5.5) könnten ausserdem auch Stichproben zur Überprüfung der Richtigkeit von Züchterangaben genommen werden. Allerdings müsste bei diesen Massnahmen die Finanzierung geklärt werden.

7.2.2 Koexistenz mit PF-Sorten

Da nicht klar ist, inwieweit sich die Pollen und damit das Erbgut von Sorten, die auf Protoplastenfusion basieren, in der Umwelt ausbreiten, könnte ein Verbot der Protoplastenfusion von Pflanzenzellen ähnliche Koexistenzprobleme mit sich bringen, wie sie beim Einsatz von Gentechnik auftauchen.

Dies gilt natürlich nur für Pflanzen, die ins das generative Stadium eintreten wie Getreidearten, Ölpflanzen und Hülsenfrüchte. Bei den meisten Gemüsesorten ist die Problematik nicht vorhanden, da sie im vegetativen Zustand geerntet werden und nicht auf dem Feld abblühen. Geklärt werden müsste in diesem Zusammenhang allerdings die Frage, wie die Einarbeitung von Pflanzenmaterial zu bewerten ist.

8. Welche Lösungen sind möglich?

8.1 Vorgehen nach Regelungen der Gesetze

Diese Möglichkeit entspricht der derzeitigen Situation im Bioanbau. Würde man sie wählen, wären durch Protoplastenfusion gewonnene CMS-Hybriden und möglicherweise in Zukunft einige Sorten, in die durch Protoplastenfusion Resistenzen aus Wildformen eingekreuzt werden konnten, dann im Bioanbau weiterhin zulässig, wenn die Kreuzungen auch auf natürlichem Wege stattfinden könnten. Alle weiteren durch Protoplastenfusion entstandenen Sorten müssen als GVO bezeichnet und dementsprechend gekennzeichnet werden, sie wären damit im Biolandbau verboten.

8.2 Protoplastenfusions-Verbot bei bio-vermehrtem Saatgut

Sorten aus biologischer Züchtung sind definitionsgemäß nicht auf der Basis von Protoplastenfusion entstanden! Die in der Datenbank OrganicXseeds gelisteten Öko-Sorten können demnach ohne Einschränkungen verwendet werden.

Jedoch wird das üblicherweise im Bioanbau verwendete Öko-Saatgut i.d.R. erst in der letzten Vermehrungsstufe biologisch angebaut – die ursprüngliche Zuchtmethodik spielt dabei keine Rolle mehr, Protoplastenfusion könnte dabei also durchaus eingesetzt worden sein. Demnach gilt für diesen Bereich dasselbe, was unter Punkt 8.3. zum Einsatz von konventionellem Saatgut beschrieben wird.

8.3 Protoplastenfusions-Verbot im Bioanbau generell

Ein generelles Verbot der Protoplastenfusion als Zuchtmethodik würde für einige der oben angeführten Kulturen wesentliche Einschränkungen im Bioanbau mit sich bringen und müsste daher für diese Bereiche gut vorbereitet werden und ggf. auch Übergangsfristen beinhalten. Praxisrelevant ist dies zurzeit vor allem für den ökologischen Gemüsebau:

" Saatgut von Gemüsehybridsorten, bei deren Entstehung die erwähnten Zellfusionstechniken eingesetzt wurden, ist (...) oft nicht als solches zu erkennen. Die Möglichkeit, solches Saatgut im eigenen Betrieb unwissentlich einzusetzen, führt derzeit zu erheblichen Verunsicherungen bei den Anbauern. Die Abhängigkeit beim Saatgut von großen Saatgutfirmen, die solche Züchtungstechniken einsetzen, wird als ausgesprochen problematisch aufgefasst." (Wilbois 2006)

In dieser Situation könnten Bestätigungen von Züchtern Sicherheit geben, für die auf Initiative des Demeter-Verbandes Mitte 2005 die Möglichkeit einer Kennzeichnung am Sorteneintrag in der offiziellen Öko-Saatgutdatenbank OrganicXSeeds eingefügt wurde. Auf diese Weise hätten Ökoanbauerinnen die Nichtanwendung der Zellfusionstechniken erkennen und bei der Sortenwahl berücksichtigen können. Leider sind nur wenige Züchtungsfirmen der Aufforderung zur Kennzeichnung von PF-freien Sorten nachgekommen.

Im ökologischen Gemüsebau sind im deutschsprachigen Raum von Seiten der Demeter-Beratung als Konsequenz aus dem Verbot von PF-erzeugten Sorten im Rahmen eines 2005

eingereichten Projektes die folgenden Massnahmen vorgesehen, an denen sich langfristig auch die übrigen Verbände beteiligen müssten:

- Informationen einholen über alle CMS-Sorten /aus Protoplastenfusion entstandene Sorten („Negativ-Liste erstellen“) und diese für die jährliche Saatgutbestellung für alle ökologischen Gemüseanbauer verfügbar machen.
- Rechtssicherheit für alle Demeter-Betriebe schaffen bzgl. Informationsmöglichkeit über bekannte CMS-Sorten, die entsprechend Demeter Richtlinien nicht verwendet werden dürfen, durch folgende Beschlüsse.
- Sortenversuche zu „Nicht-CMS-Hybriden“ und samenfesten Sorten bei verschiedenen Versuchsanstalten initiieren/ organisieren.
- Zusammenfassung der Sortenversuche und Empfehlungen für Anbauer herausgeben, welche Sorten verstärkt angebaut werden sollten, um die Nachfrage zu verändern/ zu bündeln.
- Schaffung einer Koordinations- und Kompetenzstelle für Sorten- und Züchtungsfragen im ökologischen Gemüsebau, die sowohl Anbauer berät als auch den Dialog mit Züchtern führt.

(REGNAT 2005)

Das Thema Kontrolle wurde bei diesen Plänen leider noch nicht mit einbezogen. Hier müssten einerseits die Kontrolleure mit der jährlich aktualisierten Negativliste des Demeterverbandes oder ähnlicher Einrichtungen ausgestattet werden. Andererseits müsste die Datenbank OrganicXSeeds entsprechende Informationen für die ProduzentInnen bereithalten. Und nicht zuletzt müssten die Möglichkeit der stichprobenartigen Überprüfung von Züchterangaben mittels PCR (s. Kap. 5.5) geschaffen und die entsprechenden Mittel dafür zur Verfügung gestellt werden, damit nicht die Produzenten zusätzlich zu anderen Einschränkungen auch noch mit den Kosten für die Kontrollen belastet werden.

Insgesamt wird die aus einem allgemeinen Protoplastenfusionsverbot folgende Situation auch für den Gemüsebau als durchaus nicht ausweglos angesehen: "Erstens ist die Lage bei den modernen Gemüsesorten keineswegs so dramatisch, dass sich der Öko-Sektor nicht auch weiterhin mit sehr guten, krankheitsresistenten Sorten versorgen könnte, die nicht mithilfe dieser Methoden erstellt wurden. (...) Zweitens ist der Öko-Gemüsebausektor mittlerweile mit rund zehn Prozent der Gemüseproduktion in Deutschland als Markt für Saatgut so bedeutend, dass er seine Bedürfnisse hinsichtlich der verwendeten Sorten frei äußern und für die Zukunft durchsetzen kann. Hierzu wäre allerdings eine klare Ansage vonseiten des ökologischen Landbaus notwendig, dass mithilfe von Zellfusionstechniken erstellte Sorten keinen Platz im Öko-Landbau haben." (Wilbois 2006)

9. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Zur Frage, ob durch Protoplastenfusion entstandene Sorten im Bioanbau verwendet werden sollen, lässt sich Folgendes zusammenfassen:

Rechtslage

- Nach den gültigen gesetzlichen Regelungen ist die Protoplastenfusion in der Schweiz dann keine Genmanipulation, wenn sie bei Pflanzenzellen stattfindet. In der EU ist zusätzlich die Möglichkeit einer Neukombination der Erbanlagen auf natürlichem Wege nachzuweisen. Die oben erwähnten Kohlarten wurden nach den vorliegenden Recherchen demnach nicht gentechnisch erzeugt.

Notwendigkeit

- Protoplastenfusion wird derzeit in der landwirtschaftlichen Praxis ausschliesslich zur Erzeugung von CMS-Hybriden eingesetzt. In nennenswertem Umfang geschieht dies nur im Gemüsebau vor allem bei Kohlarten (- bei einigen Sorten bis zu 100 %, s. Anhang!), bei Treibzichorie (*Cichorium intybus*) wurden zwar Sorten gezüchtet jedoch nicht auf den Markt gebracht.
- Noch im Stadium der Grundlagenforschung befinden sich Bemühungen, beim Raps CMS-Systeme zu etablieren. Weiterhin gab es bei Sonnenblumen und Kartoffeln Versuche zur Einkreuzung von Resistenzen aus Wildformen, die allerdings aus finanziellen und/ oder politischen Gründen im Stadium der Grundlagenforschung auf Eis gelegt wurden.
- Ein Verbot hätte vor allem für ökologische Kohlproduzenten z.T. dramatische Auswirkungen auf die Rentabilität der Kulturen, die Saatgutverfügbarkeit und den Zugang zu Zuchterfolgen. CMS-Sorten haben oft eine bessere äussere Qualität¹⁰ und lassen sich leichter weiterverarbeiten – vor allem die Grossverteiler bzw. der Grosshandel dulden hier keinerlei Einbussen!
- Bis zu 70 % des ökonomischen Erfolges sind auch im Bioanbau von der Sortenwahl abhängig¹¹ – daher sollte den Produzenten die Sortenwahl nicht unnötig erschwert werden
- Bei allen Arten sind zurzeit noch CMS-freie Sorten vorhanden, deren Weiterentwicklung möglich wäre.

Umwelt

- Es sind bisher keine unannehmbaren Effekte auf die Umwelt bekannt.
- Da nicht klar ist, inwieweit sich das Erbgut von Sorten, die auf Protoplastenfusion basieren, in der Umwelt ausbreitet, könnte ein Verbot der Protoplastenfusion bei Ölsaaten und Getreide ähnliche Koexistenzprobleme mit sich bringen, wie sie beim Einsatz von Gentechnik auftauchen.

¹⁰ bei mehr Ausschuss, muss für die gleiche Qualitätsnorm mehr Fläche angebaut werden

¹¹ Laurens Tuinbouw-Adviesgroep, Breda (NL) an Tagung des Vereins Ehemaliger Wädenswiler 1996

Menschliche Gesundheit

- Es sind bisher keine unannehmbaren Effekte auf die menschliche Gesundheit bekannt.
- Allerdings besteht die Möglichkeit einer geringeren Vitalität PF-basierter Sorten, die sich auch auf die ganzheitliche Qualität der daraus hergestellten Lebensmittel auswirken könnte.
- Um hier konkretere Aussagen machen zu können, sind entsprechende Versuche sowie die Anwendung neuerer Methoden zur Untersuchung von Vitalität und Qualität notwendig.

Ganzheitlichkeit

- Bei der Protoplasten- / Cytoplastenfusion erfolgt die Vermischung von Erbgut aus Zellkernen und/ oder Zellplasma unter Umgehung der generativen Phase. Eine solche Kombination von Zellplasma vegetativer Zellen unterschiedlicher Pflanzenarten kommt – ebenso wie die damit erzeugten Pflanzen – in der Natur nicht vor.
- Da die Regeneration von Zellen, die durch Protoplastenfusion entstanden sind, jedoch nur bei nah verwandten Arten überhaupt funktioniert, ist ein natürliches Vorkommen der neuen Arten nicht vollkommen auszuschliessen.

Traditionen des Biolandbaues

- Nach den IFOAM-Basic-Standards aus dem Jahre 2002 sollen Bio-Pflanzenzuchtprogramme einen "ganzheitlichen Ansatz" darstellen, der "natürliche Kreuzungsbarrieren respektiert und auf fertilen Pflanzen basiert".
- Allerdings stützt sich der grösste Teil des im Bioanbau eingesetzten Saatguts auf konventionelle Züchtungen – sie werden erst im letzten Vermehrungsschritt zu Bio-Saatgut.
- Der Anbauverband DEMETER hat ab Juli 2005 den Einsatz von Sorten verboten, die aus Protoplasten- oder Cytoplastenfusion hervorgegangen sind ohne allerdings gleichzeitig eine Lösung zur Kontrollierbarkeit vorlegen zu können. Das gleiche gilt für die Erklärung des Naturlandverbandes in Deutschland vom Juni 2007.

Kontrollierbarkeit

- Mit Hilfe der PCR (Polymerase-Kettenreaktion), dem standardmässig eingesetzten Nachweisverfahren für GVO-Produkte, wäre auch der Nachweis des Einsatzes von Protoplasten- und Cytoplastenfusion prinzipiell möglich. Dazu müsste allerdings die DNA der jeweiligen Elternpflanze gut untersucht sein und sich zuverlässig identifizieren lassen. Diese Möglichkeit müsste noch geprüft und ggf. geschaffen werden, was u.U. sehr aufwändig ist.
- Die PCR-Analyse selbst ist – bei Vorhandensein entsprechender Gerätschaften, Verfahren und nach Etablierung der Methode – nicht besonders aufwendig. Eine Untersuchung kostet etwa 50 €. Diese Tests stehen mit grosser Wahrscheinlichkeit noch nicht routinemässig zur Verfügung.
- Auf diese Weise als "PF-erzeugt" identifizierte Sorten müssen jährlich in einer sog. Negativliste zusammengestellt werden, welche sowohl den Produzenten als auch den Kontrolleuren zur Verfügung gestellt wird.

Akzeptanz bei den Konsumenten

- Die neuen Sorten führen zweifellos zu einer Steigerung zumindest der äusseren Qualität der Produkte bei gleich bleibenden oder sogar – aufgrund kostengünstigerer Produktions- und Verarbeitungsmethoden – sinkenden Preisen.
- Andererseits muss die Anwendung von Protoplastenfusion nicht deklariert werden und Konsumenten, welche auf natürliche Weise gezüchtete Produkte wünschen, hätten keine Handlungssicherheit. Diese Konsumenten wären wahrscheinlich besorgt, wenn auch Bioware zunehmend mit Methoden erzeugt würde, die häufig als 'gentechnik-nah' bezeichnet werden.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Grundsätzlich ist die Protoplastenfusion keine Züchtungsmethode mehr, die erfolgversprechend eingesetzt wird. Bis auf Patente, mit deren Hilfe CMS aus Rettich in andere Brassica-Gewächse eingeschleust worden sind, sind keine nennenswerten Patente auf dem Markt. Grund dafür ist die äusserst schwierige Regeneration von Pflanzen aus Protoplastenfusionsprodukten – sie gelingt nur sehr selten. Die vorhandenen Patente werden nach der gegenwärtigen Rechtslage in der Schweiz und der EU nicht der Gentechnik zugeordnet.

Der Einsatz der Protoplastenfusion zur Kreuzung von Pflanzen entspricht vor allem aufgrund der Umgehung der generativen Entwicklungsphase in den Pflanzen nicht den Traditionen des Biolandbaus und kann sowohl bei Produzenten als auch bei Konsumenten Verunsicherung auslösen. Zurzeit ist die Anzahl an weiterentwicklungsfähigen PF-freien Sorten – mit Ausnahme von einigen Kohlarten bzw. -sorten – bei den modernen Kulturpflanzen noch ausreichend, so dass sich der Öko-Sektor auch weiterhin mit sehr guten Sorten auf aktuellem Züchtungsniveau versorgen könnte. Diese Chance sollte genutzt werden und den Züchtern Anreize für die weitere züchterische Bearbeitung PF-freier Sorten gegeben werden.

Aus diesen beiden Gründen wird für den Bioanbau empfohlen, die Protoplastenfusion als Methode der Neukombination von Erbanlagen bei Pflanzen grundsätzlich als unerwünscht zu erklären und auf diese Weise so weit wie möglich einzuschränken. Auf ein Verbot sollte allerdings aufgrund der geringen Bedeutung der Protoplastenfusion und des sich aus einem Verbot ergebenden Aufwandes für Methodenentwicklung und Kontrollen verzichtet werden. Es ist sicherlich sinnvoller, in den Fortschritt zu investieren und verfügbare Mittel in Zuchtprogramme statt in die Überwachung von Verboten fliessen zu lassen.

Den Produzenten wird empfohlen, freiwillig auf den Einsatz von CMS-Sorten zu verzichten. Als Grundlage für Gemüseproduzenten sollte dabei im Moment noch auf eine jährlich aktualisierte Negativliste des Demeter-Verbandes Deutschland zurückgegriffen werden. Optimal für eine Gewährleistung der Handlungssicherheit wäre langfristig eine gesamteuropäische Liste, an deren Erstellung sich auch weitere Verbände und Institutionen des ökologischen Landbaus beteiligen sollten.

Langfristig wird die Etablierung eines Fachgremiums empfohlen, welches sich laufend mit den rasanten biotechnologischen Entwicklungen innerhalb der Züchtungsforschung auseinandersetzt und Empfehlungen für die Beurteilung von Züchtungsmethoden vorgibt.

10. Ausblick

Die gesamte Diskussion um die Protoplastenfusion als Züchtungsmethode im ökologischen Landbau kann nicht ohne einen Blick auf die gegenwärtige Situation in der Molekularbiologie geführt werden.

Die Wissenschaften der Vererbung von Eigenschaften – und damit letztlich auch die Agrogen-technik – befinden sich zurzeit in einer Umbruchphase, die Floriane Koechlin in ihrem Buch *Zellgeflüster* als "eine Art Schwebezustand" beschreibt: "Auf der einen Seite ist die Agrogen-technik immer noch tief verstrickt im veralteten Gendogma¹². (...) Auf der anderen Seite hat die molekularbiologische Forschung längst die Fesseln des engen Gendogmas gesprengt, sie ermöglicht auf der zellulären Ebene eine 'ganzheitliche' Sicht und eröffnet phantastische neue Einsichten in Lebensprozesse." (Koechlin 2007, S. 182 f)

So macht zurzeit gerade weltweit das Buch *Evolution in Four Dimensions* von Eva Jablonka und Marion J. Lamb (Jablonka 2005) in Fachkreisen von sich reden, in dem u.a. die Mechanismen der so genannten Epigenetik ausführlich beschrieben werden. Nach Darwin beruht Evolution darauf, dass sich neue Eigenschaften zufällig bilden und dann durchsetzen, wenn sie dem Lebewesen einen Vorteil verschaffen. Das ist, was durch Gene vererbte Eigenschaften betrifft, noch immer unbestritten. Aber mehr und mehr zeigt sich, dass es "epigenetische" Faktoren gibt, die bei uns und anderen Lebewesen das Funktionieren von Genen verändern können.

An der Universität Basel hat zum Beispiel eine Forschungsgruppe um die emeritierte Professorin Barbara Hohn erstmals bewiesen, dass Pflanzen auch Umwelterfahrung vererben können. Die Forscher konnten an *Arabidopsis thaliana* zeigen, dass Pflanzen die Erinnerung an Stress z.B. durch UV-Licht, über mindestens vier Generationen weitervererben, ohne dass Veränderungen im Genom nachweisbar sind. Kreuzt man die Pflanzen, so reicht es, wenn ein Elternteil die Erinnerung an den Stress mit sich trägt, um auch die Nachkommen mit dem 'Wissen' um vergangene schlechte Erfahrungen zu versehen. (Molinier et al. 2006)

Die Mechanismen dieser Vorgänge sind noch nicht genau bekannt. Erste Untersuchungen legen nahe, dass Umgebungsfaktoren wie Strahlung, Nahrung und Temperatur eine wichtige Rolle spielen. Welche Faktoren sonst noch von Bedeutung sind, ist eine offene Frage. Eine gedankliche Anleihe an Alexander Lauterwasser zu seinen Wasser-Klang-Bildern kann hier möglicherweise hilfreich sein: "Die Ordnungsprinzipien solcher Schwingungsfelder mit ihren ruhenden Strukturen werden in der Wissenschaft zunehmend als Bauplan, als Matrix für die verschiedensten Gestaltbildungen angesehen: Lebendige Entwicklungen vollziehen sich nicht im additiven Aneinanderreihen einzelner Bausteine, sondern sie gehen aus einem ganzheitlichen Prozess hervor." (Lauterwasser 2006)

Die Hamburger Molekularbiologin Regine Kollek (zitiert in Koechlin 2007, S. 158 ff) fasst dies wie folgt zusammen: "Heute ist eigentlich unbestritten, dass nicht die Gene die Lebensprozesse steuern. Sie sind im Grunde genommen nur Zulieferer biochemischer Substanzen, welche die Zelle in ihrem jeweiligen Entwicklungsstadium oder funktionellen Zustand braucht. Das ist eine völlige Umkehrung der Hierarchie. Die Gene sind wichtig für die Herstellung von Proteinen, doch eigentlich sind sie Moleküle wie alle anderen auch. Sie werden von der Zelle aktiviert,

¹² Das "Gendogma" besagt - sehr vereinfacht - : Gene sind «das Buch des Lebens», sie determinieren alles Leben. Heutzutage setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass Gene dynamisch sind und sich flexibel der Umwelt anpassen.

wenn ihre Produkte benötigt werden. (...) Weder Gene noch epigenetische Mechanismen determinieren das Geschehen; sie stehen eher im Dienst der Dynamik des gesamten Systems. Zellen und Lebewesen sind komplexe, interaktive, sich entwickelnde und selbst organisierende Systeme."

Auf diese Gedankengänge baut eine völlig neue Art der Züchtungsforschung auf, die von der Biogärtnerin Ute Kirchgaesser in der biologisch-dynamischen Gärtnerei der Lebensgemeinschaft Bingenheim in Hessen (D) betrieben wird. Pflanzen (u.a. Kopfsalat und Löwenzahn) werden von der Keimung an mit verschiedenen Klangintervallen (z.B. Terz oder Quinte) behandelt. Die Elternpflanzen und die Nachkommen mehrerer Generationen werden neben Gesamtertrag und Anteil marktfähiger Ware auch auf Schädlingsbefall und Krankheiten hin untersucht. Es zeigte sich u.a., dass eine Terz bei Blattgemüse im neutralen Nachbau oft zu einer Steigerung des vegetativen Wachstums führt. Bei der Behandlung mit Quinten ist ein langsames aber sehr harmonisches Wachstum zu beobachten, solange diese Intervalle nicht zu intensiv angewendet werden. (Zukunftsstiftung Landwirtschaft 2005)

Die Ergebnisse dieser und weiterer Forschungen im Hinblick auf die positive Beeinflussung von Saatgut dürften in der Züchtung völlig neue Dimensionen eröffnen, die über technische Fragen wie den Einsatz von Protoplastenfusion weit hinausgehen.

11. Glossar

OP-Sorten

OP steht für "Open Pollinating" = offen abblühend. Die dadurch mögliche Fremdbefruchtung der weiblichen Blüten führt zu einer großen Diversität im Erbgut der nachfolgenden Generation.

"Ursprünglich wurden jeweils die besten Pflanzen eines Bestandes ausgewählt und für die Samengewinnung weiterkultiviert. Dieses als Auslesezüchtung bezeichnete Verfahren hat kulturhistorisch eine lange Tradition und bereits zu einer grossen Ertragssteigerung und zur Vielfalt der Nutzpflanzen geführt. Die daraus hervorgehenden Sorten werden als OP-Sorten bezeichnet. Dieses Verfahren wird nach wie vor genutzt, z.T. in Verbindung mit Individualauslese, Kombinations- und Rückkreuzungsverfahren und ist in der Züchtung für den Bioanbau von Bedeutung. OP-Sorten können ohne weiteres wieder für die Saatgutproduktion verwendet werden." (Theiler et al. 2002)

Hybridzüchtung

Die Hybridzüchtung basiert auf der Erzeugung von Inzuchtlinien. Hierbei werden Mutter-, Vater- und Erhaltungslinien verwendet. Die Mutterlinie sollte selbststeril sein, damit sie ausschliesslich von der Vaterlinie bestäubt wird. Die Vaterlinie ist meist selbstfertil und wird nur zur Bestäubung der Mutterlinie verwendet. Die Erhaltungslinie (Restorerlinie) dient zur weiteren Vermehrung der Mutterlinie, sie enthält sogenannte Restorer-Gene, mit deren Hilfe die Selbststerilität der Mutterlinie aufgehoben wird.

Das Hybridsaatgut zeichnet sich gegenüber den OP-Sorten durch einheitlichere Bestände mit durch den Heterosiseffekt erhöhten Erträgen aus. Um die Reinheit des F1-Hybridsaatgutes sicherzustellen, setzt die Hybridzüchtung voraus, dass bei der Saatgutproduktion in der Mutterlinie keine Selbstbefruchtungen mehr auftreten.

Gegenwärtig sind Hybridsorten beim Roggen bei DEMETER INTERNATIONAL und bei der BIO SUISSE nicht zugelassen (Arncken 2005).

Heterosiseffekt

Bei der Kreuzung zweier reinerbiger Elternteile kann es zu einer bedeutenden Leistungssteigerung der F1-Generation gegenüber den Leistungen der jeweiligen Elternteile kommen, die als Heterosiseffekt bezeichnet wird.

CMS –Hybriden

CMS steht für "Cytoplasmatic Male Sterility" und bedeutet, dass in den Staubgefässen von Blüten kein keimfähiger Pollen gebildet wird. Durch diese Eigenschaft wird die für die Erzeugung von F1-Hybriden notwendige Inzucht ermöglicht, denn es kann nicht zur Selbstbefruchtung einer Mutterpflanze kommen. Die Eigenschaft CMS beruht auf einer Veränderung der mitochondrialen DNA, die in Kombination mit bestimmten Kerngenen zu Pollensterilität führt, in Kombination mit anderen Kerngenen dagegen zu voll fertilen Pflanzen.

Restorer-Gene

Restorer-Gene sind Kerngene, die die Pollensterilität aufheben. Im Gegensatz dazu stehen Kerngene, die zusammen mit der CMS die Pollensterilität bewirken, die sog. Maintainer. Eine Hybridsorte darf in der Regel nicht pollensteril sein, denn bei den generativ genutzten Getreidearten, Ölpflanzen und Hülsenfrüchten kommt es nur bei voller Pollenfertilität des Bestandes zu einer normalen Samenbildung. Der Vater einer Hybridsorte muss daher Restorer sein. Werden ausschliesslich generative Pflanzenteile genutzt, wie es beim Gemüse meist der Fall ist, spielt die Restorer-Eigenschaft der Vaterlinie keine Rolle.

12. Literatur

- ABE (AGRICULTURE BIOTECHNOLOGY EUROPE) (2004): Gesetzliche Grundlagen der Grünen Gentechnik, basierend auf: Kompendium „Gentechnologie und Lebensmittel“, Inter-Nutrition – Schweizerischer Arbeitskreis für Forschung und Ernährung, Zürich 1997
- ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖKOLOGISCHE GARTENBAUBERATUNG GBR (2006): ÖKOmenischer Sortenratgeber 2006 – 2007; Marzling 2006
- ARNCKEN, CHRISTINE, HANSUELI DIERAUER (2005): Hybridsorten im Bio-Getreide? Perspektiven und Akzeptanz der Hybridzüchtung für den Bio-Anbau; Schlussbericht des gleichnamigen Projektes im Rahmen des Coop Naturaplan-Fonds Biosaatgutprojektes Modul 1.4; Forschungsinstitut für biologischen Landbau 2005
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT HRSG. (2006): Pflanzenzüchtung – Von der klassischen Züchtung bis zur Biotechnologie, LfL Information 2. Auflage, Freising 2006, www.lfl.bayern.de
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) HRSG. (2005): Jahresbericht 2004, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising 2005, <http://www.LfL.bayern.de>
- BECKER, HEIKO (1993): Pflanzenzüchtung; Stuttgart, Ulmer
- BUCHLEITNER, SASCHA, PHILLIP HAUG, BJÖRN VASEL (2006): Wo liegt die Zukunft der Züchtung im Bio-Obstbau? Bericht von der 1. Internationalen Bioland Obstbautagung vom 3.-4. August 2006; http://www.oekoobstbau.de/Dokumente/Z_3-06art_2.pdf
- BUNDESGESETZ ÜBER DIE GENTECHNIK IM AUSSERHUMANBEREICH (Gentechnikgesetz, GTG) (SR 814.91) vom 21. März 2003 (Stand am 5. Juli 2005) mit Anhang 1 (SR 814 911); http://www.admin.ch/ch/d/sr/814_91/index.html und http://www.admin.ch/ch/d/sr/814_911/app1.html
- CHABLE, VÉRONIQUE (2002): An Approach to Organic Plant Breeding of Cabbage and Cauliflower. Paper presented at 1st International Symposium on organic seed production and plant breeding – ECO-PB (European Consortium for Organic Plant Breeding) Organic seed production and plant breeding – strategies, problems and perspectives, Berlin, 21-22 November 2002.
- DARSOW, ULRICH (2002): Phytophthora-Resistenz der Kartoffel – Das Wunschmerkmal für den ökologischen Kartoffelbau [Phytophthora-resistance of potatoes – the favoured characteristic in organic potato-cultivation]. *ForschungsReport Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft*: pp. 16-19., www.orgprints.org/898
- DIETERICH, JENS-HOLGER (2002): Mitochondriale Genom- und Expressionsanalysen zur Charakterisierung der CMS-Systeme Tournefortii, Juncea und Tokumasu des Raps (*Brassica napus* L.); Dissertation Universität Hannover, S. 12, <http://deposit.ddb.de/>
- ENGELKE, THOMAS (2005): CMS (Cytoplasmatische männliche Sterilität)-Hybriden: Chance oder Risiko für den Ökolandbau? Vortrag auf dem Gärtnertreffen des Kompetenzzentrums Ökologischer Landbau am 24.5.2005 in Bad Rehburg. Zusammenfassung zum Download unter <http://www.oeko-komp.de/index.php?id=2128&languageid=1>

- FISCHBACH, ULRIKE (2005) I: CMS-Hybriden und Protoplastenfusion, Anregung hessischer Bio-Betriebe zur Diskussion, ÖKOmenischer Gärtner-Rundbrief 01/05, S. 18 ff
- FISCHBACH, ULRIKE (2005) II: CMS-Hybriden und Protoplastenfusion, Ergänzungen und Richtigstellung zum Artikel im Rundbrief Februar/ März 2005, ÖKOmenischer Gärtner-Rundbrief Nr. 02/05, S. 27 f
- FISCHER-KLÜVER, GISELA (2005): Bio, CMS und Marathon – Rijk-Zwaan veranstaltete Tag für den Bio-Gemüsebau; Gemüse Nr. 11/ 2005, S. 41 f
- FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU (2003) HRSG.: Biolandbau und Gentechnik, FiBL Dossier Nr. 3, Februar 2003, FiBL, Frick-CH, www.fibl.org
- FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU (2003) HRSG.: Techniken der Pflanzenzüchtung, FiBL Dossier Nr. 2, September 2001, FiBL, Frick-CH, www.fibl.org
- FORSCHUNGSRING FÜR BIOLOGISCH-DYNAMISCHE WIRTSCHAFTWEISE E.V. (2006) I: Keine Sorten aus Protoplasten- bzw. Cytoplastenfusion im biologisch-dynamischen Anbau! http://forschungsring.de/index.php?id=wtde_protoplasten, Stand 3.8.2006
- FORSCHUNGSRING FÜR BIOLOGISCH-DYNAMISCHE WIRTSCHAFTWEISE E.V. (2006) II: Liste Der CMS- Sorten aus Protoplastenfusion oder Cytoplastenfusion (Negativliste), Stand: Dezember 2006 <http://forschungsring.de/fileadmin/wissenstransfer/pdf/Negativliste.pdf>
- GESETZ ZUR REGELUNG DER GENTECHNIK vom 20. Juni 1990 Fundstelle: BGBl I 1990, 1080 Neugefasst durch Bek. V. 16.12.1993 I 2066; zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 21.12.2004, 2005 I 186 ; <http://www.bba.de/gentech/gentg.pdf>
- INRA Press Service (2006): Genetics at the service of rapeseed breeding; Special Edition for "Innov-Agri": September 5-7, 2006; www.international.inra.fr
- HARING, M. (2005): Field selection and marker-assisted breeding, to do or not to do in organic breeding programmes? Veröffentlicht in: Lammerts von Bueren, E., Goldringer, I., Oestergard, H.: Proceedings of the COST SUSVAR/ ECO-PB Workshop on Organic Plantbreeding, 17. – 19.1. 2005, Driebergen 2005
- HARING, M. (2006) : Hybridzucht, CMS-Sorten und Protoplastenfusion, Eine wissenschaftliche Betrachtung der Details; Vortrag im Rahmen der Veranstaltung 'Bio-Gemüsebau zwischen EU-Bürokratie und moderner Züchtungstechnik', Bioland Woche 6. – 9.2.2006, Kloster Plankstetten, unveröffentlicht
- HOVEN, HARALD (2006): Vegetable Seedgrowing – Realising the Agricultural Individuality; Workshop im Rahmen der Landwirtschaftlichen Tagung 'Identität und Offenheit' vom 1.-4. Februar 2006 am Goetheanum, Dornach (CH); unveröffentlicht
- IFOAM THE PRINCIPLES OF ORGANIC AGRICULTURE (2005)
http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html
http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_german.pdf
- JABLONKA, EVA (2005): Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioural, and symbolic variation in the history of life; Massachusetts Institute of Technology
- KAISER, JULIA (2004): Techniken der Pflanzenzüchtung bei Gemüse, Forschungsring Materialien Nr. 15, Forschungsring für biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt

- KAPPERT H. UND W. RUDORF (1962): Handbuch der Pflanzenzüchtung. Bd. 6 Züchtung von Gemüse, Obst, Reben und Forstpflanzen. Parey, Berlin, Hamburg, 2. Aufl.
- KOECHLIN, FLORIANE (2007): Zellgeflüster – Streifzüge durch wissenschaftliches Neuland; Lenos Verlag Basel; Lenos-Pocket-Taschenbuch 1. Auflage
- KUCKUCK H. (1979): Gartenbauliche Pflanzenzüchtung: Züchtung von Gemüse, Obst und Zierpflanzen. Parey, Berlin, Hamburg, 2. Aufl.
- KUCKUCK H., KOBABE G. UND G. WENZEL (1985): Grundzüge der Pflanzen-Züchtung. De Gruyter, Berlin, ISBN 3 11 0086824
- LAMMERTS VAN BUEREN, E.T., K.-P. WILBOIS, L. LUTTIKHOLT, E. WYSS, L. WOODWARD (2002): Short report of the results of the international workshop on organic plant breeding techniques In: ECO-PB Newsletter, Jan. 2002, www.eco-pb.org/newsletter
- LAMMERTS VAN BUEREN, E.T., P.C. STRUIK, M. TIEMENS-HULSCHER & E. JACOBSEN, 2003. The concepts of intrinsic value and integrity of plants in organic plant breeding and propagation. *Crop Science* 43: 1922-1929.
- LÉON, JENS (2002): Zuchtmethodik bei Getreide, in: Bundessortenamt (Hrsg.): Workshop Züchtung für den ökologischen Landbau 10. und 11. Juni 2002 – Kurzfassung der Vorträge und Stellungnahmen sowie Zusammenfassung der Ergebnisse, S. 33ff
- LAUTERWASSER, A. (2006) : Resonanz und Schöpfung, Beiträge – Magazin zur Förderung der biologisch-Dynamischen Landwirtschaft, Demeter, 11/ 2005, S. 4 ff, Frick, Schweiz
- LIEDTKE, RAINER K. (2006): Ist 'Gen-Food' für uns "gesund"? Eine Stellungnahme aus medizinischer Sicht http://www.newlife-online.de/gen_food.php
- MOLINIER J., RIES G., ZIPFELC., HOHN B. (2006): Transgenerational memory of stress in plants. <http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/abs/nature05022.html>
- MUNSCH, MAGALI UND KARL HEINZ CAMP (2005): Plus-Hybriden – Pollen als Schlüssel zu mehr Ertrag; Schweizer Bauer vom 12.10.2005, www.schweizerbauer.ch/htmls/artikel_5952.html
- OGURA, HIROSHI (1968): Studies on the New Male-Sterility in Japanese Radish, with Special Reference to the Utilization of this Sterility towards the Practical Raising of Hybrid Seeds; Me. Fac. Agric. Kogoshima Univ. 6: 39-78
- RAAIJMAKERS, MAAIKE (2004): Protoplast fusion and organic farming. Abrufbar unter [www.eco-pb.org/publications/discussion papers](http://www.eco-pb.org/publications/discussion_papers)
- REINERS, ECKHARD (2005): Mit Vorsicht beobachten, *bioland* 08/2005, S. 13 f
- REGNAT, RUDOLF (2005): Gentechnikfreies Saatgut für den Demeter-Gemüsebau; Projektskizze eingereicht bei Demeter Bayern, Biologisch Dynamische Vereinigung e.V.; unveröffentlicht
- RICHTLINIE 2001/18/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND RATES vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 17.4.2001; http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_106/l_10620010417de00010038.pdf

- RÖNICKE, S. ET AL (2003) Interspecific hybrids of sunflower as a source of Sclerotinia resistance; *Plant Breeding* 123, 152—157 (2004), Blackwell Verlag, Berlin, ISSN 0179-9541
- SENGBUSCH, P.V. (2003): Protoplasten, *Botanik online: Protoplasten und Gewebekulturen*; <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d29/29c.htm>
- SEIGNER ELISABETH (2007): Mitteilung vom 22.1.2007; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Arbeitsbereich Hopfen, Züchtungsforschung
- THEILER, ROBERT, BETTINA WALTERT, SANTIAGO TORRES GOMEZ (2002): CMS-Blumenkohl: natürliche Sterilität versus induzierte Sterilität; *Der Gemüsebau/ Le Maraicher* 10/ 2002, S. 16 f
- VERORDNUNG ÜBER DEN UMGANG MIT ORGANISMEN IN DER UMWELT (FREISETZUNGSVERORDNUNG, FRSV) VOM 25. AUGUST 1999 (STAND AM 5. DEZEMBER 2006), http://www.admin.ch/ch/d/sr/814_911/
- VOGT-KAUTE, WERNER (2002): Pflanzenzüchtung für den ökologischen Landbau am Beispiel wichtiger ackerbaulicher Kulturen. Veröffentlicht in Kühne, Stefan und Friedrich, Britta (Hrsg): *Hinreichende Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau, Saat- und Pflanzgut für den ökologischen Landbau; Berichte aus der biologischen Bundesanstalt 95; Saphir-Verlag, Ribbesbüttel; www.orgprints.org/00002007*
- VOGT-KAUTE, WERNER; FRITZSCHE-MARTIN (2007): Sorten aus Protoplastenfusion (CMS-Sorten) bei Naturland nicht zulässig; *Naturland-Nachrichten Heft 2, Juni 2007, S. 22*
- WIETHALER, CORNELIA, RAINER OPPERMAN UND ERIC WYSS (HRSG) (2000): *Ökologische Pflanzenzüchtung und Biologische Vielfalt von Kulturpflanzen, Berichte über die Internationalen Konferenzen 'Biodiversität und Ökologische Pflanzenzüchtung' (1999) und 'Vielfalt – die Chance! Alternative zur Gentechnik' (2000), Bonn, Singen und Frick; ISBN 3-9804199-8-3*
- WILBOIS, KLAUS PETER (2006): Zellfusion und die Prinzipien des Bio-Landbaus; *Ökologie & Landbau* 2/ 2006, S. 17 ff
- WWW.OEKOLANDBAU.DE (2006): Züchtungsmethoden und -Techniken, BLE 2006
- ZUKUNFTSSTIFTUNG LANDWIRTSCHAFT (2005): *Dem Lebendigen auf der Spur – Pflanzenzüchtung und Musik; Infobrief Saatgutfonds 2/2005* http://www.zs-l.de/fileadmin/files/Saatgut-Infobrief2_05.pdf

13. Expertenliste

Name	Institution	Thema
Christine Arncken	FiBL Schweiz (CH)	Züchtung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen
Prof. Dr. Heiko Becker	Uni Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften (D)	Raps
Dr. Beat Boller	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (CH)	Futtergräser, Klee
Dr. Ulrich Darsow	Bundesanstalt für Züchtungsforschung (D)	Kartoffeln
Friedemann Ebner, Amadeus Zschunke	Sativa AG Rheinau (CH)	Allgemeine Fragen zur biologischen Zucht und Saatgutvermehrung
Prof. Dr. Wolfgang Friedt	Justus-Liebig Universität Giessen, Institut für Pflanzenbau & Pflanzenzüchtung (D)	Sonnenblumen
Prof. Dr. Hartwig Geiger	Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik (D)	Roggen
Prof. Dr. Michel Haring	University of Amsterdam, Faculty of Science, Swammerdam Institute for Life Sciences (NL)	Allgemeine Fragen Kontrollmöglichkeiten
Inga Jessen	Nunhems Seeds (NL)	Lauch
Prof. Dr. Edith Lammerts van Bueren	Louis Bolk Institut (NL)	Allgemeine Fragen
Martin Koller	FiBL Schweiz (CH)	Allgemeine Fragen Gemüse
Bernadette Oehen	FiBL Schweiz	Patentrechtliche Fragen, vor allem OGURA-Patent
Prof. Dr. Jürg Oetiker	Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Basel (CH)	Allgemeine Fragen zur Vorgehensweise bei der Protoplasten-/ Cytoplastenfusion
Maaïke Raaijmakers	Biologica (NL)	Allgemeine Fragen
Rudolf Regnat	Demeter Bayern (D)	Demeter-Verbot und Vorgehensweise
Prof. Dr. Heide Schnabel	Ehemals Institut für Molekulare Physiologie und Biotechnologie der Pflanzen, Universität Bonn (D)	Sonnenblumen
Dr. Andrea Schwarzfischer	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (D)	Kartoffeln
Dr. Elisabeth Seigner	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (D)	Hopfen
Andreas Thommen	FiBL Schweiz (CH)	Allgemeine Fragen www.organicXseeds
Jan Velema, Taco van der Maaren	Vitalis Biologische Zaden bv (NL)	Kohl etc.
Prof. Dr. Gerd Weber	Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik (D)	Mais
Dr. Klaus-Peter Wilbois	FiBL Deutschland, ECO-PB (D)	Allgemeine Fragen

14. Kurzbeschrieb Projekt

Dieser Bericht wurde im Rahmen des COOP-Naturaplan-Projektes 'Sicherstellung von biologischem Saat- und Pflanzgut – Impulse für die biologische Pflanzenzüchtung' erstellt, das von 2003 bis 2006 am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) durchgeführt wurde. Als Teil des Gesamtprojektes wurde das Modul 1.3. "Auswirkungen eines Verbots der Protoplastenfusion auf das Sortenspektrum" zwischen April 2005 und April 2006 bearbeitet, aufgrund neuerer Entwicklungen wurden die Ausführungen im April 2007 nochmals ergänzt.

Problemstellung

Gentechnische Methoden wie die Protoplastenfusion über die Artgrenzen hinweg sind im Biolandbau grundsätzlich verboten. Gemäss dem Entwurf für biologische Züchtungsrichtlinien soll auch die Protoplastenfusion innerhalb von Artgrenzen verboten werden. Dieses Verbot kann ohne Selbstdeklaration nicht durchgesetzt werden, da hier keine Deklarationspflicht besteht. Auf europäischer Ebene sind daher Absprachen der Bioverbände und der Saatgutindustrie nötig. Danach können die möglichen Auswirkungen eines solchen Verbotes auf das Sortenspektrum abgeklärt werden.

Kurzbeschreibung und Ziel

Inhalt des Projektes sind Abklärungen über Umsetzung und Auswirkungen eines Protoplastenfusionsverbotes auf das Sortenspektrum mit dem Ziel eine erste Selbstdeklaration der Züchter durchzusetzen.

Ansprechpersonen

<i>Projektleitung:</i>	Bettina Billmann
<i>Involvierte FiBL-Mitarbeiter:</i>	Christine Arncken, Bernadette Oehen, Martin Koller, Andreas Thommen
<i>Durchsicht</i>	Dr. Bernhard Speiser

15. Dank

Die Autorinnen und Autoren danken der Genossenschaft COOP Schweiz für die finanzielle Unterstützung bei der Erstellung dieser Studie.

16. Anhang

Verbreitung von CMS-Sorten bei Kohlarten

Autor: Martin Koller

Zur Abschätzung der Verbreitung von CMS Hybriden bei Kohlarten wurden bei vier Arten (Blumenkohl, Broccoli, Kohlrabi weiss und Weisskohl) die Sortenempfehlungen von vier Listen analysiert (2 Bio, 2 Konv.; Tab. 1).

Nicht alle Sorten konnten klar der CMS oder Nicht-CMS Gruppe zugeordnet werden, diese wurden mit Fragezeichen gekennzeichnet und nach Stand des Züchtungsprogramm der jeweiligen Firma eingeordnet. Als Basis dienten v.a. Angaben in den Firmenkatalogen und mündliche Mitteilungen von Firmenvertretern.

Tabelle 1: Anteile der CMS-Sorten aller empfohlener Sorten im jeweiligen Segment

Segment	Handbuch Gemüse ¹³	Bio-Sortenliste CH ¹⁴	Anbauempfehl. Rheinpfalz ¹⁵	Ökoken. Sortenratgeber ¹⁶
Blumenkohl weiss / früh	100%	60%	86%	0%
Blumenkohl weiss / Sommer	80%	67%	75%	60%
Blumenkohl weiss / Herbst	71%	40%	33%	50%
Blumenkohl weiss / Winter	100%	0%	-	-
Blumenkohl grün	100%	100%	60%	50%
Blumenkohl violett	0%	0%	0%	0%
Blumenkohl orange	100%	-	100%	-
Blumenkohl / Romanesco	67%	100%	33%	0%
Broccoli /früh	50%	50%	100%	33%
Broccoli / Sommer-Herbst	75%	75%	100%	50%
Kohlrabi weiss / GWH früh	33%	0%	75%	20%
Kohlrabi weiss / Sommer-Herbst	40%	0%	40%	29%
Weisskohl / früh	0%	0%	40%	0%
Weisskohl /Sommer-Herbst	50%	0%	33%	25%
Weisskohl /Lager 1-2 kg	60%	67%	50%	50%
Weisskohl /Lager >2kg	-	-	0%	20%
Weisskohl /Industrie	0%	0%	36%	33%

¹³ Theiler R. et al. (2007): Sorten. In Verband Schweizer Gemüseproduzenten (2007): Handbuch Gemüse, Bern

¹⁴ Koller, M., Weidmann G. (2007): Biogemüse: Empfohlene Sorten für die Anbausaison 2007 /Ausgabe 2. FiBL, Frick

¹⁵ J. Schlaghecken, I. Koch, J. Kreiselmaier (2006/7): Anbau und Sortenhinweise für Rheinland-Pfalz. www.hortigate.de (Nur Hauptsorten berücksichtigt)

¹⁶ Arbeitsgemeinschaft Ökologische Gartenbauberatung(2005): Ökokenischer Sortenratgeber 2006-07

Besonders hoch ist der Anteil der CMS Sorten bei den frühen Blumenkohlen und beim Broccoli. Ebenso sind die so genannt farbige Blumenkohlsorten (grün, orange, Romanesco) häufig mit der CMS-Technik gezüchtet (Ausnahmen Violette).

Bei Kohlrabi ist der Anteil der CMS-Sorten noch gering, aber viele neue Sorten sind mit der CMS-Technik gezüchtet. Bei Weisskohl ist der Anteil der unklaren Einteilungen am höchsten 9-21%, bei bis zu 19 Sorten pro Segment).

Wenn die aufgeführten Sorten näher analysiert werden, fällt auf, dass die meisten aufgeführten „Nicht-CMS“ Sorten älter sind. Ausser Bejo und bei Weisskohl wahrscheinlich zusätzlich Rijk Zwaan sind alle Neuzüchtungen CMS-Hybriden.

Tabelle 2: Züchterfirmen der empfohlenen Sorten, eingeteilt nach CMS bzw. Nicht-CMS Zuchtprogramm

Segment	Firmen mit CMS-Zuchtprogramm	Firmen ohne CMS-Zuchtprogramm	Keine Angaben
Blumenkohl weiss	Seminis, Clause, Enza, Syngenta, Rijk Zwaan, Nickerson Zwaan	Bejo	
Blumenkohl farbig / Romanesco	Clause, Rijk Zwaan, Seminis	Bejo	Tozer, Takii
Broccoli	Seminis, Syngenta, Sakata	Bejo	
Kohlrabi weiss	Rijk Zwaan, Enza	Bejo	Takii
Weisskohl Frischkonsum	Clause, Syngenta, Nickerson Zwaan	Bejo, Bingenheim, Rijk Zwaan (?)	
Weisskohl /Industrie		Bejo, Rijk Zwaan (?), DSP	

Mit Zuchtprogramm bedeutet i.d.R.: alle neuen Sorten der Firmen sind aus CMS-Züchtung

Ohne Zuchtprogramm bedeutet i.d.R.: alle Sorten - zumindest im Ökoprogramm - sind **nicht** aus CMS-Züchtung

Was wären die Auswirkung, wenn die aufgeführten CMS-Sorten wegfallen?

- *Marktanteil:* Bei Blumenkohl, Broccoli und z.T. Kohlrabi ist der Marktanteil bei neuen Züchtungen höher (z.B: bessere Selbstdeckung bei Blumenkohl). Geringerer Marktanteil hat dramatische Auswirkungen auf die Rentabilität einer Kultur.
- *Saatgutverfügbarkeit:* Oft ist bei schwierig zu vermehrenden Gemüsearten die Versorgungslage mit unbehandeltem Saatgut (NCT) und Biosaatgut schwierig. Wenn nur 1-2 Firmen marktgängige Sorten liefern können, ist die Versorgungssicherheit nicht gewährleistet.
- *Zugang zu neuen Züchtungserfolgen:* z.B. kohlhernie-resistente Sorten sind momentan bei Blumen- und Weisskohl nur aus CMS-Zuchtprogrammen erhältlich.