

## **Erfassung möglicher Umweltauswirkungen durch den Anbau von transgenem Raps**

### **Projekt:**

**"Begleitforschung und Überwachung in Verkehr gebrachter gentechnisch veränderter Organismen."**

### **Teilprojekt:**

**"Persistenz und Ausbreitung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen und potenziell kreuzungskompatibler Wildpflanzen."**

**Dr. Heike Beismann, Dipl.–Agr.Biol. Albrecht Roller, Dr. Harald Albrecht, Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer, Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie**

In dem vorgestellten Projekt werden Methoden zur Erfassung von Umweltauswirkungen durch den Anbau von transgenem Raps in drei verschiedenen Ansätzen untersucht. Inwieweit sich die entwickelten Methoden für ein Monitoring, wie es in der EU-Richtlinie 2001/18/EG gefordert wird, eignen, soll diskutiert werden.

### **1.) Persistenz von Rapssamen im Boden**

Hier steht die zeitliche Komponente der Umwelteinflüsse von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) im Vordergrund und damit die Frage wie lange man nach einem Anbau noch mit transgenen Pflanzen rechnen muss.

### **2.) Auskreuzungen von Raps über verschiedene Distanzen**

Bei diesem Versuch wird die räumliche Komponente von Umwelteinflüssen von GVP untersucht. Bis in welche Entfernungen von einem Spender-Feld können noch Auskreuzungen nachgewiesen werden.

### **3.) Genetische Diversität von Wildkrautpopulationen**

Im Mittelpunkt dieser Untersuchungen stehen die indirekten Wirkungen des Anbaus von GVP auf die genetische Struktur von Wildkrautpopulationen (Hirtentäschelkraut, *Capsella bursa-pastoris*) durch die Veränderung der Bewirtschaftung.

## **Persistenz von Rapssamen**

Nachweislich können Rapssamen bis 10 Jahre im Boden überdauern (Schlink, 1994). Auch konnten seit acht Jahren nicht mehr angebaute Sorten als verwilderte Populationen an Straßenrändern nachgewiesen werden (Pessel et al., 2001). Hinzu kommt, dass Raps eine sehr junge Kulturpflanze ist, die noch sehr viele Wildpflanzen-Merkmale besitzt. Dadurch platzen die Schoten während der Ernte sehr leicht auf, wodurch es zu einem Ausfall von im Mittel 10.000 Samen pro m<sup>2</sup> kommen kann (Pekrun et al., 1997). Durch geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen kann dieser Eintrag erheblich reduziert werden (Pekrun, 1998). Dies wird in einem Feldversuch mit drei praxisüblichen

Bewirtschaftungen (Pflug, Grubber, Striegel) und zwei transgenen Rapsorten im Vergleich zu ihren nicht-transgenen Ausgangslinien (Modul/Falcon, Lilly/Liberator) untersucht. Jeweils 5.000 Samen pro m<sup>2</sup> wurden ausgebracht. Bisher wurde kein signifikanter Unterschied in der Überdauerung zwischen den transgenen und nicht-transgenen Sorten festgestellt. Die Bodenbearbeitung zeigt aber einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Auflauftrate. Während bei der Striegel-Variante bereits im ersten Jahr bis 100 % der eingebrachten Samen keimten waren es bei der Pflug-Variante nur wenige Prozent, die Grubber-Variante liegt dazwischen. In einem weiteren Versuch wird die Samenbank von ehemaligen Raps-Freisetzungsfeldern analysiert. Von insgesamt 10 Flächen an fünf verschiedenen Standorten wurden 2001 Samenbank-Proben untersucht. Der Nachweis von lebenden Rapsamen war noch möglich bei Flächen die bereits 1996 geerntet wurden (34 Samen/m<sup>2</sup>). Transgene Samen konnten auf Flächen von 1999 nachgewiesen werden (202 Samen/m<sup>2</sup>). Sehr große Mengen an transgenen Samen konnten jeweils nach extremen Ereignissen festgestellt werden. Nach einer verspäteten Ernte (1.047 Samen/m<sup>2</sup>) oder nach einem Hagelschlag kurz vor der Ernte (3.189 Samen/m<sup>2</sup>, Roller et al., 2002). Zum Vergleich, die übliche Aussaatmenge liegt bei etwa 60 – 70 Samen pro m<sup>2</sup>.

Eine vorläufige Empfehlung hinsichtlich der EU-Richtlinie für einen möglichen zukünftigen Anbau ist daher, darauf zu achten nur solche Sorten zu verwenden, die für ihre geringe Ausprägung einer sekundären Dormanz bekannt sind. Bei einer Sortenzulassung könnte dies ein zukünftiges Kriterium sein. Da die Methode der Samenbankuntersuchungen sehr aufwändig und zeitintensiv ist, scheint sie sich für die allgemeine Umweltüberwachung eher begrenzt zu eignen. Für die fallspezifische Umweltüberwachung kann der Gehalt an lebenden Rapsamen im Boden ehemaliger Freisetzungsfelder oder kommerzieller Felder deutliche Hinweise auf weitere Bearbeitungsmethoden zur Reduzierung des Rapsanteils in der Samenbank geben. Auch ist dies die einzige Möglichkeit abzuschätzen, in welchen Zeiträumen noch mit transgenen Rapspflanzen in dieser Region zu rechnen ist. Grundlagen für solche Vorhersagen sind aber weitere Labor- und Feldversuche, die die Abnahme des Samenanteils im Boden verschiedener Sorten experimentell ermitteln.

## Auskreuzungen von Raps über verschiedene Distanzen

Die Übertragung von Transgenen durch den Pollen auf konventionelle oder ökologisch angebaute Rapsorten ist grundsätzlich möglich (Treu und Emberlin, 2000). Die Wahrscheinlichkeit einer Auskreuzung über verschiedene Distanzen wurde in einem Feldversuch ermittelt. Der vorliegende Versuch nutzt konventionellen erucasäurehaltigen Raps (Sorte *Maplus*) als Pollenspender und erucasäurearmen Raps (Sorte *Wotan*) als Empfänger. Nur bei einer Bestäubung durch den erucasäurehaltigen Raps ist der Gehalt an Erucasäure in den Samen des Empfängerfeldes erhöht und kann gaschromatografisch entweder an Einzelkörnern oder an Mischproben nachgewiesen werden. Damit kann die genaue Menge und die genaue Verteilung der Auskreuzungen im Empfänger-Feld nachgewiesen werden. Die ersten Ergebnisse des Versuchsjahres 2002 zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Windrichtung. Nur in Windrichtung (Nord und Ost) konnten Auskreuzungen bis 8 bzw. 18 m nachgewiesen werden. Dies gibt im Wesentlichen bereits bekannte Ergebnisse wieder (Treu und Emberlin, 2000). Inwieweit der durch die technischen Pollensammler (s. Beitrag „Methodenentwicklung für ein Monitoring transgener Pollen“, H. Beismann) gemessene Pollenflug mit den Auskreuzungen korreliert, muss noch geprüft werden. Sollte eine große Vorhersagegenauigkeit möglich sein, könnte das Pollenmonitoring für die allgemeine Umweltüberwachung eingesetzt werden, während genauere Prüfungen von Auskreuzungen erst ab einem bestimmten Schwellenwert nötig wären.

## Genetische Diversität von Wildkrautpopulationen

Der Rückgang der Artenvielfalt und Diversität in der Kulturlandschaft hängt nach heutiger Erkenntnis hauptsächlich mit der intensivierten landwirtschaftlichen Praxis zusammen. Besonders Düngung und der Einsatz von Herbiziden haben zu einem Rückgang von Arten beigetragen. Früher typische sog. „Unkrautarten“ sind heute verschwunden oder vom Aussterben bedroht (Albrecht, 1995). Die Verarmung der genetischen Diversität kann eine der Ursachen sein, da Populationen bei eingeschränktem Genpool nicht mehr die Möglichkeit haben, auf veränderte Umweltbedingungen zu reagieren. Nur wenige Arbeiten haben bisher die Diversität von Wildkrautarten von unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Flächen untersucht. Schubert et al. (2002) konnten zeigen, dass Populationen von *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand) von intensiv bewirtschafteten Flächen ein geringeres Samengewicht, eine hohe Keimrate und eine geringere genetische Diversität hatten. Eventuell haben solche Populationen bereits die Fähigkeit verloren, sich auf nährstoffarmen Böden anzusiedeln. Auch Neuffer und Meyer-Walf (1996) konnten für *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut) Ähnliches nachweisen.

In der hier vorliegenden Untersuchung wurden Populationen von *C. bursa-pastoris*, ein typisches Unkraut in Rapsfeldern, von unterschiedlich intensiv beeinflussten Standorten verglichen (ruderele Standorte, Rapsparzellen ohne Herbizidbehandlung, Rapsfelder mit konventioneller Behandlung, transgene Rapszellen mit Herbizidbehandlung). Die morphologischen Merkmale wie Blühzeitpunkt, Höhe, Stängeldurchmesser, Rosettendurchmesser etc. zeigen bereits, dass sich die verschiedenen Populationen unterscheiden. So blühen z.B. die Pflanzen der intensiv genutzten Flächen tendenziell später. Inwieweit diese morphologischen Merkmale genetisch fixiert sind, wird durch molekulargenetische Untersuchungen noch geprüft.

Da solche Untersuchungen stark mit der Frage der Biodiversität in unserer Kulturlandschaft verknüpft sind, finden sie voraussichtlich eher in der allgemeinen Umweltüberwachung Platz. Also in einem Monitoring, das sich mit den Einflüssen der Landwirtschaft auf die Vielfalt in der Landschaft auseinandersetzt und damit auch im Kontext der Entwicklung einer nachhaltigen Landnutzung zur Erhaltung der Biodiversität steht (BfN, 2002).

## Literatur

- Albrecht H (1995): Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. Proc. 9<sup>th</sup> EWRS-Symposium "Challenges for Weed Science in a Changing Europe", Budapest, 10. – 12.7.1995. S. 41 – 48.
- Treu R, Emberlin J (2000): Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*), [www.soilassociation.org](http://www.soilassociation.org).
- BfN (2002): Denkschrift „Forschung für eine naturgerechte Landwirtschaft“, [www.bfn.de/10/index.htm](http://www.bfn.de/10/index.htm).
- Neuffer B, Meyer-Walf M (1996): Ecotypic variation in relation to man made habitats in *Capsella*: Field and trampling areas. *Flora* 191, 49 – 57.
- Pekrun C, Lutman PJW, Baeumer K (1997): Induction of secondary dormancy in rape seeds (*Brassica napus* L.) by prolonged imbibition under conditions of water stress or oxygen deficiency in darkness. *European Journal of Agronomy* 6, 245 – 255.
- Pekrun C, Hewitt JDJ, Lutman PJ (1998): Cultural control of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science* 130, 155 – 163.
- Pessel FD, Lecomte J, Emeriau V, Krouti M, Messean A, Gouyon PH (2001): Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields. *Theoretical and Applied Genetics* 102, 841 – 846.

- Roller A, Beismann H, Albrecht H (2002): Persistence of genetically modified, herbicide-tolerant oilseed rape – first observations under practically relevant conditions in South Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XVIII*, 255 – 260.
- Rudloff E (1999): Untersuchungen zur Erhöhung der Auskreuzungsrate bei Winterraps für die Züchtung synthetischer Sorten (BAZ – 3108). Abschlussbericht zum Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, BAZ.
- Schlink S (1994): Ökologie der Keimung und Dormanz von Körnerapps (*Brassica napus*) und ihre Bedeutung für eine Überdauerung der Samen im Boden. *Disertationes Botanicae Band 222*.
- Schubert P, O'Neill R, Köhler W, Waldhardt R, Otte A (2002): Reproductive traits and genetic diversity of *Arabidopsis thaliana* populations originating from different agricultural regimes. *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XVIII*, 57 – 66.

## Dank

Dieses Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) finanziert (Az. 76a-8793-1999/15). Die Leonhard-Lorenz-Stiftung hat einen Zuschuss zu Teilfragen gewährt. Dankbar sind wir für die Bereitstellung und Bewirtschaftung von Untersuchungsflächen durch das Versuchsgut Roggenstein (Versuchsstation für Pflanzenproduktion und Tierzucht der TUM). Weiterhin möchten wir der Firma Aventis danken, für die Bereitstellung ihrer früheren Freisetzungsfelder für unsere Untersuchungen. Dank gebührt auch den Firmen DSV und NPZ, die das Saatgut für Versuchszwecke zur Verfügung gestellt haben. Ebenfalls möchten wir der Bundesanstalt für Züchtungsforschung, insbesondere E. Rudloff, für die gaschromatografischen Analysen von Rapsamen danken. Dankbar sind wir auch für die molekulargenetischen Untersuchungen einiger Samenbankproben durch R. Zeitler am Bayerischen Landesamt für Umweltschutz. Ohne die Mitarbeit von J. Hermann und B. van der Smissen wären die morphologischen Vermessungen von Pflanzen nicht möglich gewesen, herzlichen Dank dafür.

## Dr. Heike Beismann

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Vegetationsökologie  
Am Hochanger 6  
85350 Freising-Weihenstephan

Tel.: (08161) 71 40 43

Fax: (08161) 71 41 43

[beismann@wzw.tum.de](mailto:beismann@wzw.tum.de)

<http://www.weihenstephan.de/vegoek/>