

BioFokus

Grüne Gentechnologie
in der Schweiz

Karina Farinati Kramer, lic. oec. publ.

Forschung für Leben



Impressum

Autoren:

Karina Farinati Kramer, lic. oec. publ.
karina.farinati@tiscali.ch

Redaktion:

Prof. Dr. Vladimir Pliska,
Astrid Kugler, dipl. geogr.

Gestaltung:

Dominik Ogilvie

Herausgeber:

Verein «Forschung für Leben»

Präsident:

Prof. Dr. Adriano Aguzzi

Geschäftsstelle:

Verein «Forschung für Leben»
Postfach 876, 8034 Zürich
Tel. 044 365 30 93, Fax 044 365 30 80
contact@forschung-leben.ch
<http://www.forschung-leben.ch>

Bankverbindung:

ZKB Wiedikon (BC 715), Kto. 1115–1277.952

Der Verein «Forschung für Leben», gegründet 1990, bezweckt die Information der Bevölkerung über die Ziele und die Bedeutung der biologisch-medizinischen Forschung. Er bringt den Nutzen, aber auch die Gefahren, die sich aus der Forschung ergeben, einfach und klar zur Sprache.

Grüne Gentechnologie in der Schweiz

Die Globale Perspektive

Weltweit nimmt die Anwendung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) stetig zu (Abb. 1). Ein Drittel des Anbaus von GVP erfolgt zur Zeit in den Entwicklungsländern, mit steigender Tendenz. Gegenwärtig nützen die wichtigsten Anwendungen von gentechnisch veränderten Pflanzen der Landwirtschaft und der Umwelt. Je nach Gegend und landwirtschaftlichen Bedürfnissen sind das Insekten- oder Herbizidresistenz in Soja, Baumwolle, Mais und Raps.

Entgegen weitläufigen Behauptungen haben Kleinbauern in Entwicklungsländern von GVP wirtschaftlichen Gewinn und schonen die Umwelt (Abb. 2). Wahrscheinlich erzielen alle Bauern, welche GVP anbauen, einen Gewinn, den sie aus konventionellem Saatgut nicht erhalten, denn anders lässt sich die Flächenzunahme beim Anbau von GVP nicht erklären. Weltweit wird derzeit das wirtschaftliche Volumen aus dem Anbau von GVP auf 30 Milliarden US Dollar geschätzt. Darüber hinaus sind viele Projekte für diversifizierte Nutzungen in Entwicklung wie beispielsweise Resistenzen gegen Pflanzenkrankheiten, Hitze- und Dürre-resistenz, verbesserte Nahrungsqualität, Impfstoffproduktion oder nachwachsende Rohstoffe, an denen auch die Forschung in der Schweiz beteiligt ist.

Weil viele wichtige Anwendungsbereiche keine oder keine raschen finanziellen Gewinne versprechen, sind neben der Industrie auch öffentliche Institutionen gefordert, in die entsprechende Forschung zu investieren. China verfügt nach den USA weltweit über das zweitgrösste Budget für die öffentliche Forschung mit GVP. Die bisher genannten Risiken im Anbau von GVP für die Umwelt oder die Gesundheit sind nicht eingetreten und halten sich auch für die Zukunft in engen und kontrollierbaren Grenzen. Die Entwicklung von GVP und ihrer Anwendung ist weltweit im Fortschritt begriffen und hat nachweisbare Vorteile für eine nachhaltige Umwelt und die landwirtschaftliche Produktion.

Die Schweizer Perspektive

Die Schweizer Pflanzenwissenschaftler betreiben weltweit Spitzenforschung, in der die Gentechnologie ein wichtiges Instrument ist, sowohl in der Grundlagenforschung als auch im angewandten Bereich. Oft haben dabei die Anwendungsperspektiven der Forschungsergebnisse, die mit Hilfe der Gentechnologie ermöglicht wurden, später mit der Gentechnologie selbst nichts mehr zu tun.

Schweizer Pflanzenwissenschaftler müssen im Grundlagen- und Anwendungsbereich der Gentechnologie weiterhin Spitzenleistungen erbringen, damit sie in Anbetracht der weltweiten Entwicklung ihre Kenntnisse und ihr Know-How der Forschung und der Gesellschaft vollumfänglich zur Verfügung stellen können. Aus dieser

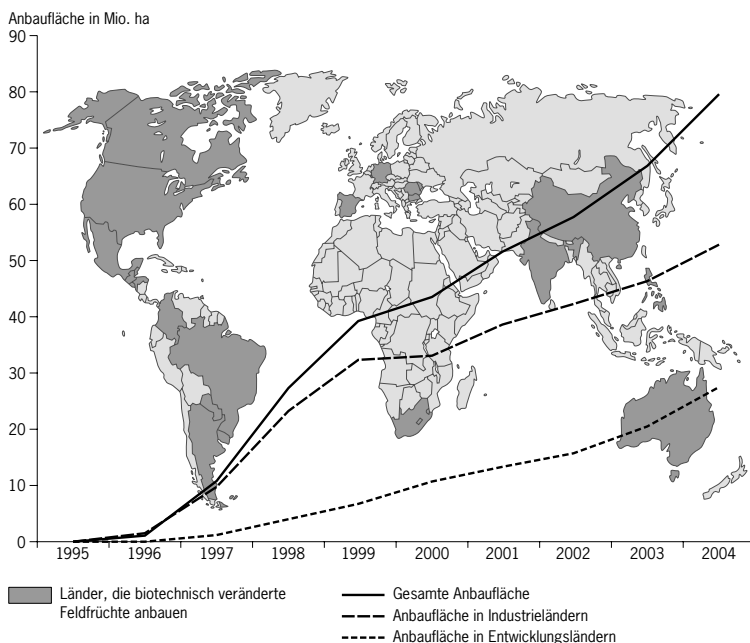


Abb. 1 – Weltweite Anbaufläche von biotechnisch veränderten Feldfrüchten

Von 2003 bis 2004 hat die Anbaufläche von GVP um 20% (13,3 Millionen Hektar) zugenommen. Der GVP-Anbau in Deutschland beschränkt sich auf Insekten-resistenten Mais.

Quelle: Clive James, *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004*, ISAAA Briefs 32-2004, www.isaaa.org

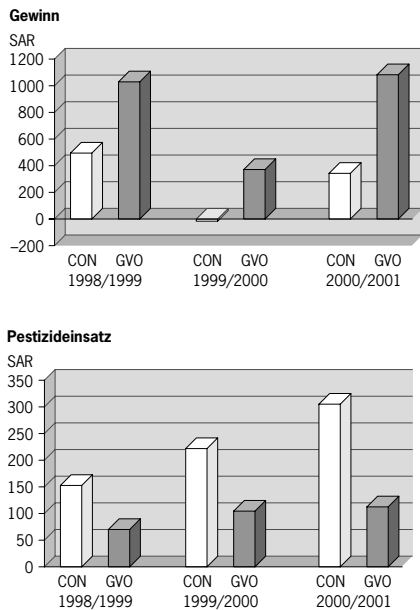


Abb. 2 – Ökonomischer Gewinn und nachhaltiger Einsatz von GVP in Südafrika¹

Für Insekten-resistente Baumwolle konnte gezeigt werden, dass Kleinbauern in Entwicklungsländern durch GVP Anbau wirtschaftlichen Gewinn erzielen und die Umwelt entlasten (Morse et al., 2004, *Nature Biotechnology* 22: 379–380). In Südafrika bewirtschaften diese Bauern weniger als 3 ha und haben in guten Baumwolljahren (1998/99 und 2000/01) mit dem Anbau von GPO verglichen zum Anbau von konventioneller Baumwolle (CON) doppelt so viel Gewinn (nicht Einnahmen!) erwirtschaftet. Im schlechtesten Baumwolljahr (1999/2000) war der Gewinn beim Verhältnis CON zu GVO noch günstiger (erstes Diagramm). Durch den Anbau von GVP konnten diese Bauern den Einsatz von Insektiziden, die bei der Bollworm-Bekämpfung besonders giftig und ineffizient sind, um mehr als 50 Prozent reduzieren (zweites Diagramm). Ähnliche Resultate werden aus Indien und China gemeldet.

Spitzenposition leitet sich aber auch der Auftrag an die Schweizer Pflanzenwissenschaftler ab, mit ihrer Forschung zur Lösung nationaler Probleme in der Landwirtschaft und zur Verbesserung der internationalen Nahrungsversorgung beizutragen. Ein Zurückfallen der zur Weltspitze zählenden grünen Gentechnologie würde sich für den Forschungsplatz Schweiz, aber auch für Landwirtschaft, Politik und Konsumenten nachteilig auswirken.

Im Folgenden werden aus der Schweizer Pflanzenforschung Projektbeispiele mit Perspektiven für die Anwendung von GVP vorgestellt, die einen wichtigen und notwendigen Ausbau der Schweizer Expertise in der Gentechnologie ermöglichen.

Entwicklung und Anwendung der Gentechnologie bei Nutzpflanzen – Überblick über die Schweizer Forschungsprojekte

Viele Projekte der Schweizer Pflanzenforschung suchen konkrete Lösungsansätze für Probleme der Landwirtschaft sowohl in der Schweiz als auch in Entwicklungsländern. Das Erarbeiten von Lösungen erfordert in der Regel, dass die Grundlagenforschung gut verankert ist und diese übergangslos mit der Anwendung verknüpft werden kann.

Verschiedene Forschergruppen arbeiten mit Hilfe von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung an der Verbesserung von Pilz- und Virusresistenzen in Getreide, Kartoffeln, Äpfeln und Maniok. Traditionellerweise werden für die Bekämpfung von Pilzkrankheiten Fungizide ein-

gesetzt. Bei Äpfeln können mehr als 10, bei Kartoffeln bis 7 Spritzungen mit umweltbelastenden Chemikalien pro Jahr verabreicht werden.

Die Erträge bei Maniok und tropischen Leguminosen (Mungbohne) werden seit mehreren Jahren durch Viruserkrankungen dezimiert, insbesondere in den ärmsten Entwicklungsländern. Das Virus breitet sich bis zu 100 km pro Jahr aus. Da es gegen Virenbefall keine wirksamen traditionellen Mittel gibt, kann eine erfolgreiche und effektive Virusbekämpfung bei diesen Pflanzen nur durch Gentechnologie erreicht werden. Beim Maniok wird auch an der Verlängerung der Lebenszeit der Blätter gearbeitet, da diese eine wichtige Quelle für Eiweisse und Vitamine sind.

Pflanzenforscher in Changins arbeiten an Resistenz gegen Nematoden (Fadenwürmer; sie richten auch in der Schweiz beachtlichen Schaden an Wurzeln an). Mehrere Forschergruppen arbeiten an der Entwicklung von salztoleranten Pflanzen für degradierte Böden und Pflanzen, die für die Wiederherstellung von z.B. Cadmium-kontaminierten Böden eingesetzt werden können. Die Verbesserungen der Nährstoffaufnahme an den Wurzeln können der Pflanze zu höherer Produktion verhelfen und durch die verbesserte Pflanzenqualität einen direkten gesundheitlichen Gewinn für den Konsumenten bedeuten. Dies ist zum Beispiel beim Eisen der Fall.

Die gesundheitlichen Folgen von Mangelerscheinungen, insbesondere von Eisen, Vitaminen und Eiweissen, sind in den Entwicklungsländern dramatisch. Golden Reis, der an der ETH Zürich entwickelt wurde und einen erhöhten Anteil von Provitamin A in den Körnern enthält, ist ein Beispiel für die qualitative Verbesserung einer Nutz-

pflanze, die für Milliarden von Menschen oft als einziges Nahrungsmittel zur Verfügung steht. Die Entwicklung von Golden Reis war speziell für die arme Bevölkerung in den Entwicklungsländern gedacht. Sie ist weltweit das meist beachtete und führende Beispiel für Schweizer Spitzen-Gentechnologie, die sich die Verbesserung von Nahrungspflanzen zum Ziel gesetzt hat. Beim besonders eiweissarmen Maniok, der ca. 800 Millionen Menschen in den Tropen und Subtropen ernährt, arbeiten Forscher derzeit an der Verbesserung des Eiweissgehalts und der Eiweissqualität.

Ein grosser Teil der Schweizer Forschungsprojekte, die sich mit GVP befassen, beschäftigt sich mit Aspekten der Biosicherheit, z.B. mit Fragen der Auskreuzung und möglichen Auswirkungen von GVP auf die Umwelt, z.B. auf die Populationen nützlicher Insekten. Diese Forschungskomponenten sind zudem integraler Bestandteil von angewandten Gentechnologieprojekten, die eine Evaluation von GVP im Freiland erfordern.

Entwicklung und Anwendung der Gentechnologie in Modellsystemen

Eine Reihe von Problemen, die Pflanzenkrankheiten, Ertrags- oder Qualitätsparameter betreffen, können nur in den entsprechenden Nutzpflanzen gelöst werden. Aber ähnlich wie in der medizinischen Forschung wird in der Schweiz im Bereich der grünen Gentechnik auch viel Grundlagenforschung an Modellsystemen durchgeführt. In der Medizin dienen die Maus und die Fruchtfliege als Modellsystem, in der Pflanzenforschung die Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*). Landwirtschaftlich relevante Fragen können somit an einer gut charakterisierten Modellpflanze untersucht werden. Zum Beispiel wird ihre Lichtwahrnehmung von mehreren Schweizer Forschungsgruppen untersucht, da sie einen wichtigen Zusammenhang zwischen Photosynthese und dem Blühzeitpunkt herstellt. Apomixis (Jungfrauengeburt) und andere Mechanismen bei der Samen und Fruchtbildung sind von fundamentaler Bedeutung für Fragen des Ertrags und der genetischen Stabilität. Die Erforschung der Kontrolle der Zellteilung ist ein weiteres Beispiel der Pflanzengrundlagenforschung, die über die Entwicklung der Pflanzen hinaus auch eine grosse Bedeutung für die Bekämpfung von Viruskrankheiten und Tumorbildung in der Medizin hat. In den oben genannten Beispielen wird die Gentechnologie als ein wichtiges Werkzeug eingesetzt, um die Funktion von Genen und regulatorischen Mechanismen zu erforschen. Die Weiterentwicklung der Gentechnologie auf höchstem Niveau ist für den Fortschritt in der Aufklärung von zentralen Pflanzenprozessen unabdingbar ge-

worden und erfordert die vermehrte Ausbildung von hoch trainierten Nachwuchswissenschaftlern.

Die Pflanzenforschung ist nicht nur innerhalb der Schweiz ausgezeichnet vernetzt, sondern auch mit Forschergruppen in anderen europäischen Ländern und der internationalen Forschungsgemeinde. Diese Vernetzung kann gut am Beispiel der Forschung mit Chloroplasten gezeigt werden. Chloroplasten sind pflanzliche Organellen, in denen die Photosynthese stattfindet. Dieser fundamentale und lebenswichtige Prozess wird in komplementären Projekten von Forschergruppen der ETH Zürich, der Universitäten Genf, Neuenburg und Bern sowie an der EAWAG untersucht. Aus solchen sich ergänzenden Projekten ergibt sich ein synergetisches Erkenntnispotential, das in praktische Anwendungen umgesetzt werden kann.

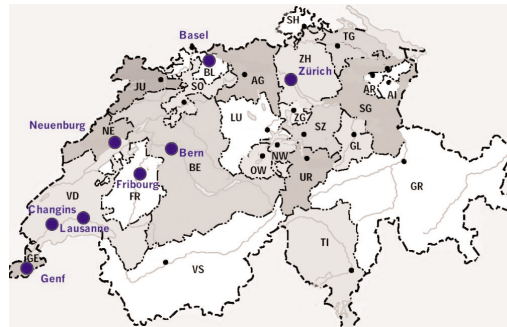
Auch in der Zukunft wird die Pflanzenforschung, interregional, international, kooperativ und zunehmend auch interdisziplinär durchgeführt werden. Das Zusammenspiel von Gentechnologie, Biotechnologie und Computer unterstützter Modellierung wird auch im Bereich der Pflanzenbiotechnologie und der Entwicklung von GVP zu wichtigen Fortschritten führen.

Die Position der Schweizer grünen Gentechnologie

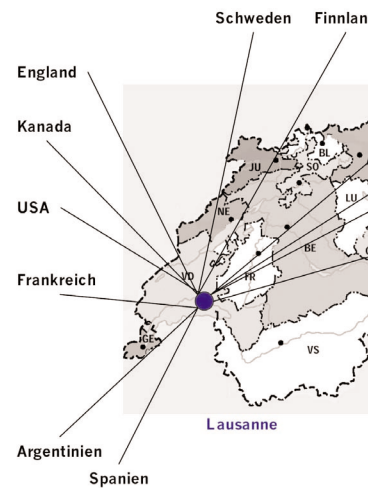
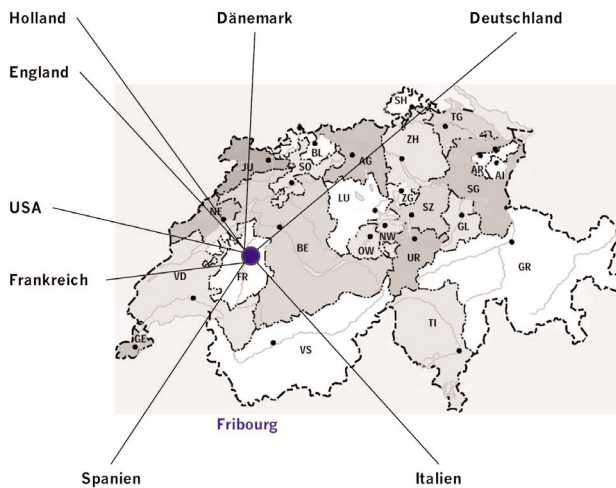
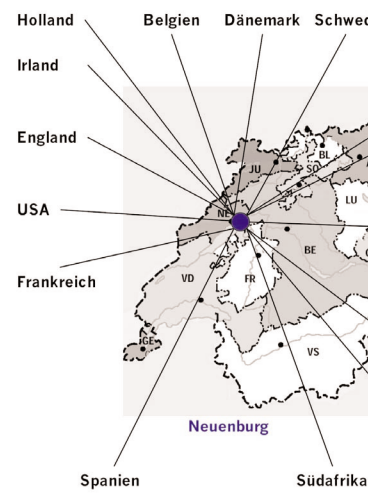
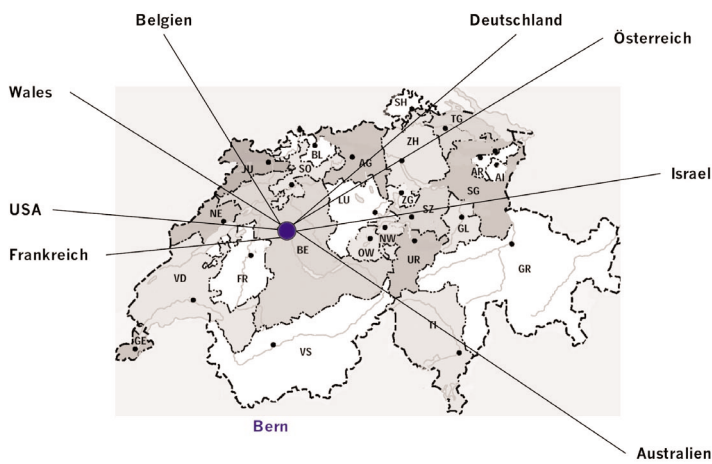
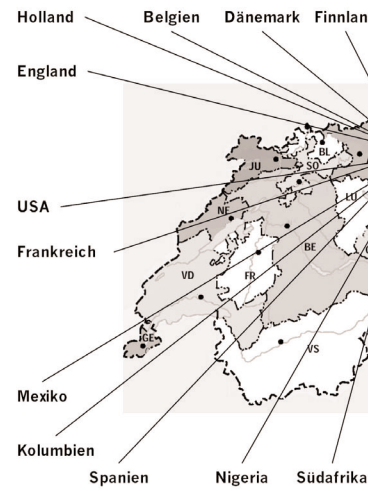
Die Schweiz beteiligt sich aktiv an der Entwicklung und dem Einsatz der Gentechnologie in der Pflanzenforschung und der grünen Gentechnik. Im internationalen Zitationsvergleich von wissenschaftlichen Pflanzenarbeiten liegt die Schweiz an der beachtlichen fünften Stelle. Die meistzitierte Arbeit im deutschsprachigen Raum für den Zeitraum 2000–2003 ist eine Publikation mit GVP aus der Schweiz (Golden Rice, Ye et al., 2000, Science 287: 303–305). Mit diesem hohen Ansehen hat die Schweizer Pflanzenforschung neben nationalen Finanzierungen zu einem guten Teil finanzielle Forschungsmittel aus der EU zurück geworben, an welche die Schweiz Beiträge leistet.

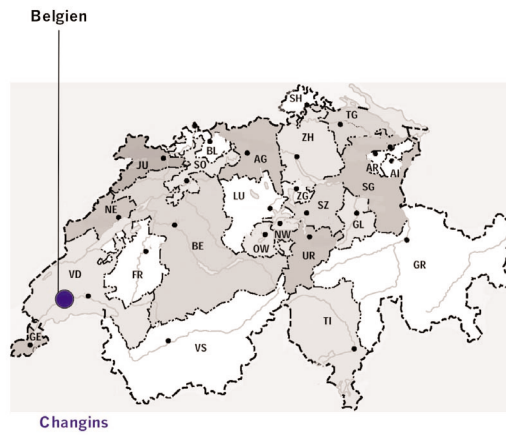
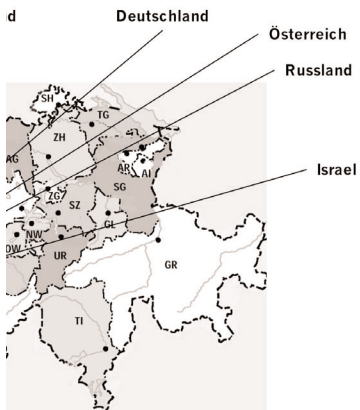
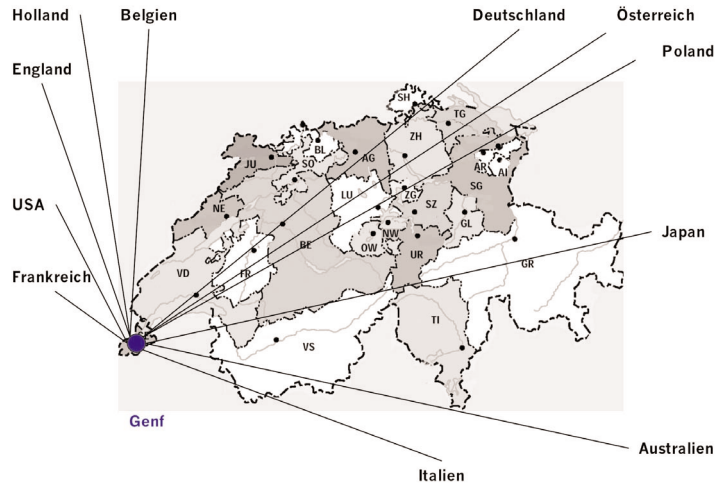
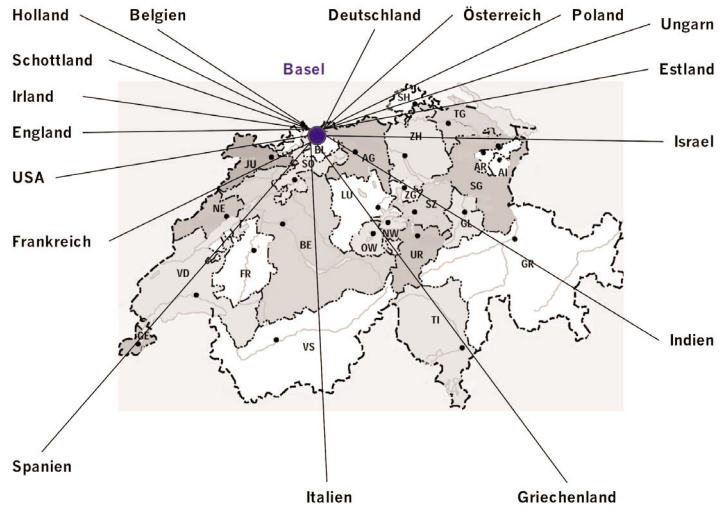
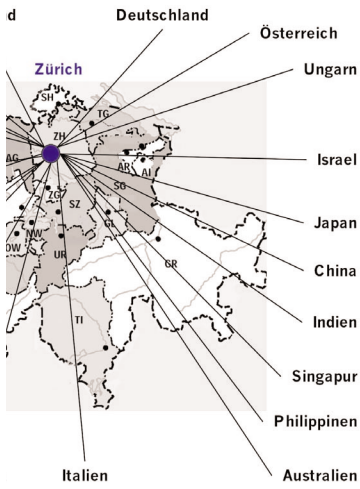
Die folgende Untersuchung gibt einen Überblick der Vernetzung der Schweizer Pflanzenforschung und den Einsatz der Gentechnologie in der Grundlagenforschung als auch der Forschung im angewandten Bereich. Die Ergebnisse zeigen, dass grüne Gentechnik in der Schweiz eine wichtige Stellung hat und die internationale Spitzenforschung erfolgreich unterstützt.

Internationale Vernetzung der Forschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen



Forschungsstandorte grüner Gentechnik in der Schweiz





Forschungsprojekte mit transgenen Pflanzen in der Schweiz

Institution	Fach	Projekt	Thema	Stellen-%	Dauer	Finanzierung	Projektleiter / Kontakt	Nr.
UNIVERSITÄT ZÜRICH	Plant Molecular Biology	1U	Analyse eines Gens für Mehltau-Resistenz in Weizen und Verfolgung des Effektes dieses Gens über mehrere Generationen	300	1998–2007	SNF Uni. ZH	Dr. Nabila Yahiaoui / Susanne Brunner	01
		2U	Entwicklung von Hybrid-Triticale Getreide mit höherem Ertrag für Bauern und Saatgutproduzenten (Zürich u. Changins)	150 u. 160	1999–2005	KTI DSP AG	Prof. Beat Keller / Dr. Stéphane Bieri, Dr. Pia Malnoë	02
		3U	Isolierung eines Gens aus Gerste: Resistenz gegen die Pilzkrankheit Braunrost	100	1998–2005	SNF Uni. ZH	Dr. Catherine Feuillet / Beatrice Scherrer	03
		4U	Studie eines dauerhaft und nicht rassenspezifisch gegen die Pilzkrankheit Braunrost resistent-machenden Gens aus Weizen	100	2003–offen	SNF <i>Indoswiss Collaboration</i>	Prof. Beat Keller / Eligio Bossolini	04
		5U	Auswirkung der Behandlung mit Agrochemikalien auf die Weizen-Genaktivität und den pflanzlichen Stoffwechsel im Gewächshaus und im Freien	150	2001–2005	Bundesamt für Gesundheit	Prof. Beat Keller / Frédérique Pasquer	05
		6U	Abwehr von Krankheitserregern durch Pflanzen: Studien zur Pflanzen-Pathogen-Wechselwirkung und Verteidigung gegen Pathogenattacken	250	2003–2006	SNF	Prof. Robert Dudler	06
	Molecular Plant Physiology	7U	Funktion von Transportproteinen bei der Entgiftung von Substanzen in Pflanzen	150	1997–2006	SNF Uni. ZH EU	Prof. E. Martinoia / Markus Klein	07
		8U	Untersuchung zur Steuerung der Öffnung und Schliessung der Spaltöffnungen auf der Blattoberfläche	250	2000–2007	SNF Uni. ZH	Prof. E. Martinoia / Markus Klein	08
		9U	Untersuchung zum Transport des Phytohormons Auxin, das für die Pflanzenentwicklung eine zentrale Rolle spielt	300	1999–2006	SNF Uni. ZH EU	Prof. E. Martinoia / Markus Geisler	09
		10U	Verwendung eines "Proteomic" Ansatz, um die Gesamtheit der Transportproteine in der vakuolären Membran zu bestimmen	200	2001–2006	Uni. ZH EU <i>Plant Science Center Syngenta</i>	Prof. E. Martinoia / Ulrike Schmidt	10
	Plant Developmental Genetics	11U	Regulation der genetischen Prägung am <i>MEDEA</i> Locus in <i>Arabidopsis thaliana</i> : Analyse von cis- und trans-Faktoren	300	2001–2006	SNF Uni. ZH EU	Prof. U. Grossniklaus / Dr. H-P. Schöb	11
		12U	Charakterisierung von <i>Polycomb</i> und <i>trithorax</i> Komplexen und ihrer Funktion in der Pflanzen-Entwicklung	300	2001–2006	SNF EU Novartis	Prof. U. Grossniklaus / Dr. S. Pien	12
		13U	Entwicklung und Funktion des Embryosack von <i>Arabidopsis thaliana</i>	350	2001–2006	SNF Uni. ZH <i>NL-Genome Initiative</i>	Prof. U. Grossniklaus / Dr. K. Vijverberg	13
		14U	Studie der Funktion des Proteasomes in der Embryogenese von <i>Arabidopsis thaliana</i>	100	2003–2005	Uni. ZH	Prof. U. Grossniklaus / Dr. V. Brukhin	14
		15U	Vergleichende Analyse von sexueller und asexueller, apomiktischer Pflanzen-Fortpflanzung	100	2001–2005	EU Uni. ZH	Prof. U. Grossniklaus	15
		16U	Identifikation von sporophytischen Maternaleffektmutanten in <i>Arabidopsis thaliana</i>	100	2003–2005	NSF-USA	Prof. U. Grossniklaus / Dr. S. Schauer	16
		17U	Molekulare Mechanismen der Samen- und Fruchtbildung in <i>Arabidopsis thaliana</i>	200	2004–2007	SNF Uni. ZH <i>Plant Science Center</i>	Dr. C. Köhler / Prof. U. Grossniklaus	17
		18U	Entwicklung von Apomixis Technologie	200	2003–2006	SNF Uni. ZH	Dr. M. Curtis / Prof. U. Grossniklaus	18
		19U	Funktion des <i>Arabidopsis</i> ORC Komplexes in Replikation, «Gene Silencing» und Chromosomenintegrität	100	2003–2006	SNF Uni. ZH	Dr. M. Collinge / Prof. U. Grossniklaus	19
ETH ZÜRICH	Biotechnologie der Pflanzen	1E	Studium des Verhaltens von Resistenzgenen aus Viren bei der Abwehr von Weizen-Stinkbrand als Modell für Brandkrankheiten	100	1996–2005	SNF ETHZ BUWAL	PD Dr. Christof Sautter	20
		2E	Biofortifikation von Reis: Erkundung biotechnologischer Strategien	50	1996–offen	Rockefeller	PD Dr. Christof Sautter	21
		3E	Veränderung von Maniok: Resistenz gegen Insekten, Resistenz gegen einen Virus und Verbesserung der Ernährungseigenschaften	300	1994–ca.2009	SNF ETHZ ZIL	Dr. Zhang Peng / Johannes Fütterer	22

Abkürzungen: **BBW** Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, **BUWAL** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, **COST** European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research, **DEZA** Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit, **DSP** Delley Samen und Pflanzen, **EAWAG** Eidg. Anstalt für Wasserversorgung Abwasserreinigung und Gewässerschutz, **EFBS** Eidg. Fachkommission für biologische Sicherheit, **EMBO** Europäische Organisation für Molekularbiologie, **ESI** Essential Science Indicators, **FAL** Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Land-

bau, **Fenaco** Unternehmensgruppe der Schweiz. Agrarwirtschaft, **FMI** Friedrich Miescher Institut, **HFSP** Human Frontier Science Program, **KTI/CTI** Förderagentur für Innovation, **NCCT** National Centre of Competence in Research, **NSF** National Science Foundation USA, **RAC** Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, **SECMA** Biotechnologies Marines, **SNF** Schweiz. Nationalfonds, **Swissem** Schweiz. Saatgutproduzentenverband, **Velux** Stiftung Velux, **WSL** Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee u. Landschaft, **ZIL** Zentrum für Internationale Landwirtschaft

		4E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Bestimmung möglichst aller Proteine, die in Plastiden unterschiedlicher Herkunft aufzufinden sind	600	2000 –offen	ETHZ Velux	Prof. W. Gruissem / Sacha Baginski	23
		5E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Analyse der Stoffwechselwege im Cytoplasma und in Plastiden sowie ihre Interaktion	100	2000 –offen	ETHZ	Prof. W. Gruissem / Eva Vranova	24
		6E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Aufklärung der Rolle des Retinoblastoma Proteins (RbR) in der Kontrolle der Zellteilung und Differenzierung	400	2000 –offen	SNF ETHZ	Prof. W. Gruissem	25
		7E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Aufklärung der Rolle von RbR interagierenden Proteinen auf die Chromatinstruktur und ihr Einfluss auf die Pflanzenentwicklung	400	2000 –offen	SNF ETHZ Roche	Prof. W. Gruissem / Lars Hennig	26
		8E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Entwicklung von Programmen für die Analyse von Transcriptom-Daten	200	2002 –offen	ETHZ	Prof. W. Gruissem / Philip Zimmermann	27
		9E	Grundlagenforschung mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : Analyse von Histon-Modifikationen und ihrer Effekte auf die Chromatinstruktur	100	2004 –offen	ETHZ EU	Prof. W. Gruissem / Eveline Bergmüller	28
	Phytopathologie	10E	Modifikation von Äpfeln, Entwicklung von transgenen Gala-Äpfel: Resistenz gegen Apfelschorf	300	2005 –2008	SNF ETHZ	Prof. Cesare Gessler	29
	Angewandte Entomologie	11E	Studien des Einflusses von transgenen Äpfeln auf multitrophische Interaktionen	100	2005 –2008	BUWAL	Prof. Silvia Dorn	30
	Pflanzenbau	12E	Studien zur Koexistenz: Bedingungen zur Festlegung von notwendigen Anbauabständen (Simulation des Pollenfluges bei Mais)	200	2002 –2008	BUWAL BBW Fenaco Swissem	Prof. Peter Stamp	31
	Biochemie u. Physiologie der Pflanzen	13E	Aufklärung eines neuen Biosynthesewegs für das Vitamin B6 in Pflanzen	300	2003 –2008	ETHZ EU	Dr. Teresa Fitzpatrick und Prof. N. Amrhein	32
ETHZ Hönggerberg	Biotechnologie	14E	Analyse der Expression eines bakteriellen Hemoglobins in Tabak, hybrider Espe und haarigen Wurzeln	20	1998 –offen	ETH <i>Academy of Finland</i>	PD Dr. Pauli T. Kallio	33
ETHZ Lindau	Pflanzenwissenschaften	15E	Mechanismen der Phosphataufnahme in Pflanzen: a) Genomik einiger Phosphattransporter in Nachtschattengewächsen b) Regulation des Promotors eines Phosphattransporters und der beteiligten Signaltransduktion c) Phosphattransport in der Pappel d) Wurzelexudation und deren Einfluss auf die Phosphataufnahme e) Aufklärung der chemischen Struktur des Signalstoffes, welcher die molekularen Mechanismen der Phosphataufnahme einschaltet f) Identifizierung von für den Nährstofftransport bedeutenden Genen	500	2001 –2008	SNF ETH COST <i>Plant Science Center</i>	Dr. Marcel Bucher	34 35 36 37 38 39
EAWAG Dübendorf	Umwelttoxikologie	1D	Analyse der genomischen Antworten von Grünalgen auf den durch Kombinationen von Chemikalien und Licht verursachten Stress	300	2004– ca.2009	EAWAG	Prof. Rik I. L. Eggen	40
WSL Birmensdorf	Bodenökologie	1W	<i>In-situ</i> -Nachweis der erhöhten Wurzel Ausscheidung von transgenen Kartoffeln im Boden	20	2005 –2007	WSL	Dr. Jörg Luster	41
		2W	Untersuchung der Einflüsse von Wurzel Ausscheidungen auf die Bakterien im Wurzelraum von transgenen Kartoffeln.	20	2005 –2007	WLS BBW	Dr. Beat Frey / Dr. Jörg Luster	42
AGROSCOPE FAL Reckenholz	Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau	1FA	Studie der Auswirkungen transgener Pflanzen (insektenresistenter Raps) auf solitäre Bienen	100	2005 –2008	BUWAL	Dr. Dirk Babendreier	43
		2FA	Abschätzung der Auswirkungen transgener Pflanzen auf Nützlinge die Honigtau als Nahrungsquelle nutzen	100	2002 –2006	SNF EU	Dr. Jörg Romeis	44
		3FA	Koexistenzkonzept für den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen	100	2004 –2005	FAL	Dr. Franz Bigler / Olivier Sanvido	45
		4FA	Auswirkungen von Zünsler-resistentem Bt-Mais auf Nicht-Zielorganismen: eine Risikoanalyse	150	2001 –2005	SNF (NCCR)	Dr. Franz Bigler	46

		5FA	Etablierung eines Halb-Freilandsystems für die Anbau transgener Pflanzen unter naturnahen Umweltbedingungen	wechselnd	2000 –offen	FAL	Dr. Jörg Romeis	47
		6FA	Abklärung der potentiellen Risiken für Nicht-Zielorganismen von gentechnisch veränderten, Maiswurzelbohrer-resistentem Mais	200	2005 –2009	SNF (NCCR) KTI	Dr. Jörg Romeis	48
		7FA	Sicherheits- und Begleitforschung zur Gentechnik für die Erhöhung der Insektenresistenz von Hülsenfrüchten in Indien	200	2003 –2007	Indoswiss Collaboration (DEZA)	Dr. Jörg Romeis	49
		8FA	Einfluss der Gentechnologie auf Nichtzielorganismen, auf das Bodenökosystem, auf die Biodiversität, Auskreuzung auf wilde verwandte Pflanzen	100	2005 –2006	EFBS	Dr. Franz Bigler	50
		9FA	Wissenschaftliche und technische Voraussetzungen für ein Umweltmonitoring gentechnisch veränderter Pflanzen, Vorarbeiten für ein Monitoringprogramm	100	2003 –2005	BUWAL	Dr. Franz Bigler / Olivier Sanvido	51
UNIVERSITÄT BASEL	Plant Physiology	1BA	a) Bedeutung des RNA Transports für die Infektion der Pflanze durch RNA Viren: Untersuchung von viralen Funktionen b) Untersuchung von «RNA silencing» als Verteidigungsreaktion der Pflanze gegen Viren	400	1997 –2006	SNF EU	Prof. Manfred Heinlein	52 53
		2BA	Untersuchung der in Ethylenbildung verwickelten Gene zum Verständnis der Ethylenproduktion und -Wirkung in pflanzlichen Stresssituationen	100	1998 –offen	Öffentliche Mittel Treubelfonds	Dr. J. Oetiker	54
		3BA	Studien zum besseren Verständnis von Phytophthora-Infektionen und deren Bekämpfung	100	2004 –offen	Öffentliche Mittel	PD Dr. A. Binder / Dr. J. Oetiker	55
		4BA	Untersuchung diverser Rezeptoren in der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> zum besseren Verständnis pflanzlicher Abwehrmechanismen	500	1998 –offen	Öffentliche Mittel SNF	Prof. Dr. T. Boller / Dr. J. Oetiker	56
		5BA	Isolierung und Untersuchung der betreffenden Gene zum Verständnis der Funktion pflanzlicher Fruktane	500	1987 –offen	Öffentliche Mittel SNF	Prof. Dr. A. Wiemken / Dr. J. Oetiker	57
	Molecular Plant Virology	6BA	Verbesserung von Hülsenfrüchten: Resistenz von Urbohnen (<i>Vigna mungo</i>) gegen den Geminivirus «Mungbean yellow mosaic virus» (MYMV)	100	2001 –2007	Indoswiss Collaboration	Prof. Thomas Hohn und R. Veluthambi	58
FMI Basel	Bio-medical Research	7BA	Studie der epigenetischen Regulation und des «RNA Silencing» in Pflanzen: Experimente mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i>	1000	1990 –2007	Novartis EU <i>Plant Science Center</i>	Prof. Frederick Meins	59
GOETHE-ANUM	Landwirtschaftliche Abteilung	8BA	Dokumentation nicht beabsichtigter Effekte von gentechnisch veränderten Kartoffeln, Tomaten und Weizen	165	2000 –2009	Stiftungen	Dr. Johannes Wirz	60
UNIVERSITÄT BERN	Pflanzenwissenschaften	1BE	Transport von Peptiden und kompatiblen Substanzen in der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> : a) Rolle des Peptidtransports bei der Remobilisierung von Stickstoff b) Bedeutung des Transports kompatibler Substanzen für die Stressresistenz	300	1996 –offen	SNF Uni. Bern	Prof. Doris Rentsch	61 62
		2BE	Optimierung der Qualität von Nutzpflanzen: Veränderung der Zusammensetzung der Aminosäuren in Samen, Körnern bzw. Knollen von <i>Arabidopsis</i> , Mais und Kartoffel	100	2001 –2005	EU	Prof. Doris Rentsch	63
		3BE	Entschlüsselung der einzelnen Schritte, die am Abbau von Chlorophyll beteiligt sind	250	2001 –2007	SNF	PD Dr. Stefan Hörtensteiner	64
	Botanischer Garten	4BE	Studie des Genflusses und der Koexistenz (Transgen und Nicht-transgen) bei einem zukünftigen Gentech-Maisanbau in der Schweiz	150	2005 –offen	EU	Prof. Klaus Ammann	65
	Zoologisches Institut	5BE	Streuabbau von verschiedenen transgenen und nicht-transgenen Maissorten im Boden und Auswirkungen auf Bodenlebewesen	200	2005 –2007	BUWAL NCCR	Prof. Dr. Wolfgang Nentwig	66
	Immunologie	6BE	Vorhersage der Allergenizität in transgenen Organismen mittels bioinformatischer Algorithmen	100	2004 –2007	SNF Uni. Bern	Prof. Beda Stadler	67
UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL	Laboratoire de Physiologie Végétale	1N	Biogenese der Chloroplasten: Studie diverser Aspekte des Ergrünung der Pflanzen	1000	1997 –offen	SNF Uni. Neuenburg NCCR	Prof. Felix Kessler	68
	Laboratoire de Botanique Évolutive	2N	Studien über den Umfang von Risiken des Flusses von Transgenen in Wildpflanzen	200	2004 –2008	BUWAL	Dr. Roberto Guadagnuolo / Dr. François Felber	69
		3N	Analyse vom Genfluss von Nutzpflanzen in Wildformen von Kopfsalat und Chicorée	180	2001 –2005	EU	Dr. François Felber	70

		4N	Folgen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen: Genfluss zwischen Nutzpflanzen und den mit ihnen verwandten Wildpflanzen und mögliche Folgen	150	2001–2009	NCCR	Dr. François Felber	71
	Laboratoire de Biochimie	5N	Mechanismus der Sortierung und des Transports von Pflanzen-Proteinen in verschiedene Kompartimente des sekretorischen Systems	1100	1995–ca.2010	SNF Uni. Neuenburg EU	Prof. Jean-Marc Neuhaus	72
		6N	Produktion von Impfstoffen und Antikörpern in Pflanzen. Optimierung der intrazellulären Speicherung und der Modifizierungen.	100	2005–2009	EU	Prof. Jean-Marc Neuhaus	73
		7N	Identifikation von Pflanzengenen, welche an der durch die Aminosäure BABA erhöhte Stresstoleranz (induzierte Resistenz) beteiligt sind	700	1997–offen	SNF EU Syngenta	Dr. Brigitte Mauch-Mani	74
UNIVERSITÉ DE FRIBOURG	Biologie Végétale	1F	Genetische und molekulare Analyse des Resistenz-Mechanismus der Pflanze gegen Phytophthora: Entwicklung eines Pathosystem-Modells mit <i>Arabidopsis</i> als Wirts-Pflanze	500	1997–offen	SNF Novartis Syngenta	Prof. Felix Mauch	75
		2F	Genetische Analysen bei Mykorrhizen	100	2004–2007	SNF	PD Dr. Didier Reinhardt	76
		3F	a) Erläuterung der Signalübertragung für Resistenzen der Pflanzen b) Biochemische Studien des Metabolismus eines endogenen Signals für Resistenz c) Biokontrolle einer Pilzkrankheit mit Bakterien, welche die Pathogenizitäts-Faktoren degradieren d) Rolle der Zellhaut als Barriere gegen Pathogene e) Phytoremediation von Cadmium in Pflanzen	1300	1999–2007	SNF COST Industrie	Prof. Jean-Pierre Métraux	77 78 79 80 81
UNIVERSITÉ DE LAUSANNE	Gene Expression Laboratory	1L	Der Abwehrmechanismus von Pflanzen gegen Krankheiten und Insektenattacken: Aktivierung der Signalübertragung und Kontrolle von hunderten von Abwehr-Genen	1200	1997–2018	SNF Uni. Lausanne	Prof. Edward Farmer	82
	Center for Integrative Genomics	2L	Studien mit der Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> zur Lichtwahrnehmung und der dadurch ausgelösten molekularen Prozesse	800	2000–offen	SNF EMBO HFSP Kanton Genf	Christian Fankhauser	83
	Plant Molecular Biology	3L	Analyse der Interaktionen zwischen Modellpflanze <i>Arabidopsis thaliana</i> und pflanzenfressenden Insekten: Verständnis der Erkennung, der Signalübertragung und der Abwehr von Schädlingen	300	2002–offen	Uni. Lausanne EU	Dr. Philippe Reymond	84
		4L	Molekulargenetische Grundlagen der morphologischen Variation in Pflanzen, Manipulation der Morphologie von Modell- und Nutzpflanzen durch Transgene	430	2004–offen	Kanton Vaud	Prof. Christian Hardtke	85
	Biotechnologie Végétale	5L	Analyse und Charakterisierung einer im Phosphat-transport beteiligten Proteinfamilie: Rolle im Phosphat-transfer von den Wurzeln bis zum Schoss	500	1995–offen	SNF EU	Prof. Yves Poirier	86
AGROSCOPE RAC, Changins	Station fédérale de recherches agro-nomiques	1C	Erhöhung der Nematodenresistenz bei Pflanzen mittels gentechnischer Methoden	175	2004–offen	RAC	Dr. Pia Malnoë	87
		2C	Entwicklung von Alternativen zu Antibiotika-Markergenen bei transgenen Kartoffeln	140	2004–2007	Öffentliche Mittel	Santiago Schaerer	88
UNIVERSITÉ DE GENÈVE	Molecular Biology	1G	Studie der Anpassung der Pflanzen an Licht-Veränderungen und die Biogenese des photosynthetischen Apparats	400	2002–offen	SNF EMBO HFSP Roche	Prof. Jean-David Rochaix	89
	Laboratory of Plant Genetics	2G	Dekodierung des molekularen Mechanismus der epigenetischen Regulation und des «Gen-Silencing»	1500	1990–2010	SNF Uni. Genf Roche Novartis EU	Prof. Jerzy Paszkowski	90
	Génétique Moléculaire Végétale	3G	Studie molekularer und genetischer Kontroll-Mechanismen beim Keimen der Pflanzen	500	2004–2008	SNF Uni. Genf Schmidheiny	Luis Lopez-Molina	91
	Physiologie Végétale	4G	Studie einer Enzyme-Familie, welche für Wachstum, Entwicklung und Abwehr gegen pathogene Organismen und Stress entscheidend ist	700	1990–2007	SNF Uni. Genf BBW	Prof. Claude Penel	92
	Biologie Végétale	5G	Untersuchung der symbiotischen Interaktionen zwischen Pflanzen und Bakterien	500	2004–2007	SNF Uni. Genf	Prof. William J. Broughton	93

Summe Stellenprozente: ca. 25'360 %
– d.h. ca. 254 Vollzeitstellen