



Schweizerische Gesellschaft
für Phytomedizin
Société suisse de phytiatrie
Società svizzera di fitoiatria
Swiss society for phytiatry



Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften
Société Suisse d'Agronomie
Società Svizzera di Agronomia
Swiss Society of Agronomy

Bulletin 26

Gemeinsame Jahrestagung SGP/SGPW
Journée annuelle commune SSP/SSA

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL
Länggasse 85, 3052 Zollikofen
14. März 2013

**Bedeutung der Fruchtfolge aus
phytomedizinischer, pflanzenbaulicher
und ökonomischer Sicht**
***Signification de la rotation des cultures
des points de vue phytosanitaire,
agronomique et économique***

Zusammenfassungen der Vorträge
Résumés des conférences

Was will die Schweizerische Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)?

Mit dieser Gesellschaft soll der Gedankenaustausch zwischen Personen, die an der pflanzenbaulichen Forschung und an der Entwicklung des Pflanzenbaus im weitesten Sinne (also auch Spezialkulturen) interessiert sind, gefördert werden. Gleichzeitig soll diese Vereinigung die Zusammenarbeit zwischen Disziplinen und Institutionen stimulieren (z.B. mit der Gesellschaft für Phytomedizin, mit der Gesellschaft für Bodenkunde, mit der Gesellschaft für Pflanzenphysiologie).

Mit der Gründung dieser Gesellschaft haben wir in der Schweiz eine Organisation, die den Kontakt zur Europäischen Gesellschaft für Pflanzenbau sicherstellt. Die Gesellschaft soll Personen in Forschung, Unterricht auf allen Stufen und Beratung ansprechen.

Was bringt die Gesellschaft den Mitgliedern ?

Die Mitglieder der SGPW erhalten regelmässig die "Mitteilungen der SGPW" sowie die Einladungen zu den Fachtagungen. In den "Mitteilungen der SGPW" werden u. a. die wichtigsten laufenden und abgeschlossenen wissenschaftlichen Arbeiten der Mitglieder aufgelistet. Mitglieder der SGPW sind eingeladen, die SGPW laufend darüber zu orientieren.

Jahresbeitrag:

- Ord. Mitglieder:	Fr. 30.--
- Kollektivmitglieder:	Fr. 150.--
- Studenten (inkl. Doktoranden):	Fr. 15.--

Que veut la Société Suisse d'Agronomie (SSA)?

Cette société a pour but de favoriser les échanges d'idées entre les personnes dont l'activité professionnelle s'exerce dans la recherche et le développement des cultures végétales (y compris les cultures spéciales). Simultanément, cette association entend stimuler la collaboration entre différentes disciplines et institutions (par ex. avec la Société de phytomédecine, avec la Société de pédologie, avec la Société de physiologie végétale).

Avec la fondation de cette Société, la Suisse dispose d'une organisation qui assure les contacts avec la Société Européenne d'Agronomie. La SSA s'adresse aux chercheurs, aux enseignants des différents niveaux, ainsi qu'aux vulgarisateurs.

Qu'apporte cette Société à ses membres?

Les membres de la SSA reçoivent régulièrement les "Communications de la SSA" ainsi que les invitations aux journées d'étude. Les "Communications de la SSA" contiendront, entre autres, la liste des principaux travaux scientifiques terminés ou en voie de réalisation. Les membres sont invités à orienter régulièrement la SSA sur leurs activités

Cotisation annuelle

- Membres ordinaires :	Fr. 30.--
- Membres collectifs :	Fr. 150.--
- Etudiants et Doctorants :	Fr. 15.--

Anmeldung an:/ *Inscription:*

SGPW / SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz

Rütti; 3052 Zollikofen

michel.gygax@vol.be.ch

www.sgpw.scnatweb.ch

Vorstand der SGPW / *Comité de la SSA*: 2012 - 2014

Präsident:

Dr. Andreas Keiser, Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittel (HAFL), 3052 Zollikofen (Tel. 031 910 21 50, Fax 031 910 22 99; e-mail: andreas.keiser@bfh.ch)

Vizepräsident:

Dr. Christoph Carlen, Agroscope Changins-Wädenswil, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey (Tel. 027 345 35 13, Fax 027 346 30 17; e-mail: christoph.carlen@acw.admin.ch)

Beisitzer:

Dr. Beat Boller, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Postfach, 8046 Zürich (Tel. 044 377 73 63, Fax 044 377 73 45; e-mail: beat.boller@art.admin.ch)

Sekretärin (Protokoll):

Dr. Astrid Oberson, ETHZ Plant Nutrition, Eschikon 33, 8315 Lindau (Tel: 052 354 91 32, Fax 052 354 91 19; e-mail: astrid.oberson@usys.ethz.ch)

Geschäftsführer:

Dr. Michel Gyga, Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen (Tel. 031 910 51 53, Fax 031 910 53 49; e-mail: michel.gygax@vol.be.ch)

Rechnungsrevisoren:

Dr. Raphaël Charles, Agroscope Changins-Wädenswil ACW (Tel. 022 363 46 59, Fax 022 363 13 25)

Dr. Jürg Hiltbrunner, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Postfach, 8046 Zürich (Tel. 044 377 73 57, Fax 044 377 72 01)

Postadresse:

SGPW / SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz; Rütli, CH-3052 Zollikofen
e-mail: michel.gygax@vol.be.ch www.sgpw.scnatweb.ch

Adressberichtigung bitte nach A1 Nr.552 melden

P.P.

3052 Zollikofen

SGPW / SSA
c/o Fachstelle für Pflanzenschutz
Rütti
CH 3052 Zollikofen

**21. Jahrestagung der
Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)
21^{ème} assemblée annuelle de la Société Suisse d'Agronomie (SSA)**

**Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Läng-
gasse 85, CH-3052 Zollikofen, 14. März 2013**

Gemeinsame Frühjahrestagung SGP/SGPW - *Journée annuelle commune SSP/SSA*

Bedeutung der Fruchtfolge aus phytomedizinischer, pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht

Signification de la rotation des cultures des points de vue phytosanitaire, agronomique et économique

Vorträge / Exposés

Hinweis:

Beiträge in ausschliesslicher wissenschaftlicher Verantwortung der jeweiligen Autoren.

Les auteurs portent la responsabilité scientifique de leur contribution.

VORTRÄGE

V-1	BEDEUTUNG DER FRUCHTFOLGE AUS PHYTOMEDIZINISCHER, PFLANZENBAULICHER UND BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHER SICHT. Ulrich Köpke.....	2
V-2	FRUCHTWECHSEL UND BODENMIKROFLORA. Marcel van der Heijden.....	4
V-3	COMPRENDRE LES SOLS RÉSISTANTS AUX MALADIES. Juliana Almario.....	6
V-4	GRÜNDÜNGUNG? JA GERNE! ABER WOMIT? Werner Heller.....	8
V-5	FRUCHTFOLGEGESTALTUNG IN THÜRINGER ACKERBAUBETRIEBEN AUS ÖKONOMISCHER SICHT. Joachim Degner	9
V-6	DER MAISWURZELBOHRER IN DER SCHWEIZ – EIN FRUCHTFOLGESCHÄDLING? Mario Bertossa.....	11
V-7	EINFLUSS DER FRUCHTFOLGE AUF FUSARIENBEFALL UND MYKOTOXINBELASTUNG IN GETREIDE UND MAIS. Susanne Vogelgsang.....	13
V-8	DIE BEDEUTUNG DER FRUCHTFOLGE HINSICHTLICH DER UNKRAUTBEKÄMPFUNG. Christian Bohren.....	15
V-9	FRUCHTFOLGEN IN KONSERVIERENDEN ANBAUSYSTEMEN. Bernhard Streit.....	17
V-10	ROTATION, TRAVAIL DU SOL, VARIÉTÉ ET PROTECTION FONGICIDE EN PRODUCTION CÉRÉALIÈRE. ENSEIGNEMENTS D'UN ESSAI DE LONGUE DURÉE. Raphaël Charles.....	18

V-1 BEDEUTUNG DER FRUCHTFOLGE AUS PHYTOMEDIZINISCHER, PFLANZENBAULICHER UND BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHER SICHT

Ulrich Köpke

Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, D-53115 Bonn

E-Mail: ukiol@uni-bonn.de

Fruchtfolgegestaltung gilt immer noch als Kernstück der landwirtschaftlichen Betriebsorganisation. Gleichwohl wurden in der Vergangenheit standortangepasste vielfeldrige Fruchtfolgen mit diversen Leistungen in den Bereichen Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffmanagement, Unkrautregulation, Prävention und Regulation von Krankheiten und Schaderregern, Biodiversität sowie Arbeitsverteilung sukzessive aufgegeben.

Simplifizierte Fruchtfolgen sind Folge der Aufgabe der Betriebsorganisation als landwirtschaftlicher Gemischtbetrieb – der räumlichen und organisatorischen Trennung von Feldwirtschaft und Viehwirtschaft – und wurden durch gesteigerten Betriebsmitteleinsatz mit z. T. hoher spezieller Intensität möglich. Tradierte Fruchtfolgegrundsätze, die bei Jahre und Dekaden übergreifender weitsichtiger Planung noch galten, werden sukzessive – selbst im Ökologischen Landbau – durch ein *'opportunistic cropping'* ersetzt. Diese Entwicklung wird durch Klimaänderung, Witterungsextreme, Bioenergie und hohe Volatilität bei den Erzeugerpreisen der verschiedenen Feldfrüchte weiter gefördert.

Phytoparasitäre/ -medizinische Aspekte treten (wie auch der Titel dieses eingeladenen Beitrages zeigt) als bestimmende Größen vor klassische pflanzenbauliche Nutzensaspekte.

Durch Fruchtfolgegestaltung können spezifische standortgebundene, d.h. bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge (z.B. Zystenematoden, Maiswurzelbohrer, Rhizoctonia) reguliert/kontrolliert werden. Eine geringe Anbaukonzentration gefährdeter Kulturpflanzen ist in der Regel hinreichend, wenn mit resistenten und toleranten Sorten gearbeitet wird. Nicht spezifische und nicht mobile bodenbürtige Schaderreger und Krankheiten wie Sklerotinia und Wurzelnekrosen sind eingrenzbare, wenn zudem Sortenwahl, Saatzeitpunkt und andere agronomische Faktoren optimiert werden. Bei spezifischen mobilen Krankheiten wie Phytophthora oder nicht spezifischen mobilen Krankheiten und Schaderregern wie Botrytis, Maiszünsler oder Aphiden versagt die Fruchtfolgegestaltung als regulierende Massnahme.

Es dominieren die *grande cultures* (Weizen, Mais, Zuckerrüben, Raps - im Weltmaßstab dazu noch Sojabohnen und Reis). Für die großen Kulturen ist die Verfügbarkeit an generellen Informationen hoch. Sie erlauben – entsprechendes Preisniveau vorausgesetzt – gestützt durch gesteigerten Betriebsmitteleinsatz die Überschreitung der klassischen Anbauobergrenzen einzelner Kulturen vor allem in Gunstlagen. Humusmehrende, Resilienz fördernde Kulturen sind vordergründig nicht profitabel; für den steuernden Einsatz mineralischer Düngemittel sind sie effizienzmindernde Störgrößen, ebenso wie hoch mit Organischer Substanz versorgte Standorte – einst Beispiele für erfolgreich gesteigerte Bodenfruchtbarkeit. Geplante Diversität wurde in den letzten vier Dekaden allenfalls durch sukzessive verstärkten Zwischenfruchtanbau gestützt, der aber von nur wenigen Brassicaceen in Strategien zur Minderung von Nitratverlusten, Erosion und Zystenälchen dominiert wird.

Für die sogenannten 'kleinen Kulturen' als Hauptfrüchte, deren umfänglicher Anbau zu höherer geplanter Diversität im Produktionsbiotop beitragen würde, sind hinreichende und Betriebserfolgsichernde Datengrundlage, Information und Beratung ebenso wie spezifische Herbizide und Fungizide nur sehr eingeschränkt verfügbar. Gezielte Förderung wird nötig, wie beispielsweise (zum wiederholten Male) bei Futter- und Leguminosen in Deutschland. Das Rest-Risiko bleibt für den im Anbau dieser Kulturen mit hoher Ertragsvarianz ungeübten Praktiker gleichwohl vergleichsweise hoch.

Ob den symbiotisch Stickstoff fixierenden Kulturen angesichts zu erwartender weiterer Preissteigerungen für fossile Energieträger und damit verbundenen höheren Mineraldüngerpreisen wieder eine größere Rolle auch in der Gestaltung konventioneller Fruchtfolgen zukommt, muss skeptisch gesehen werden. In hoch mit Stickstoff angereicherten Produktionsbiotopen ist ihre Vorfruchtwirkung – bspw. ausgedrückt mit Stickstoffdüngeräquivalenten – vergleichsweise gering. Im Ökologischen Landbau wird Leguminosenmüdigkeit zunehmend zum Problem. Ihre mittelfristige und langfristige Rolle bei der Schaffung assoziierter Diversität ist bei ausblühenden Kulturen für Insekten, Spinnen und Niederwild relativ sicher abschätzbar, ihr Einfluss auf die kulturpflanzliche Umwelt im Boden – abseits der Förderung der Tauwurmpopulation – betreffend veränderte Mikroorganismenpopulationen und deren funktionalen Zusammenhang nahezu unbekannt.

Mehr als je zuvor ist Fruchtfolgegestaltung primär ökonomiegetrieben. Dabei ist die Anwendung der klassischen Deckungsbeitragsrechnung ungeeignet. Vergleichende Bewertungen von Fruchtfolgen/Bodennutzungssystemen lassen sich nur durch Einbezug der Festkosten/Stückkosten der jeweiligen Produktionslinie vornehmen. Langfristige Investitionsentscheidungen insbesondere bei der Planung der Mechanisierung in Abwägung mit möglichem Einsatz von Lohnunternehmer oder Leihmaschine sind nur bei hinreichend verlässlicher Berechnung der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistung möglich.

Der landwirtschaftliche Arbeitsplatz gehört immer noch zu den kostenträchtigsten. Bei der Fruchtfolgeplanung werden die Brechung von Arbeitsspitzen und die Optimierung der Arbeitszeitverteilung selten berücksichtigt. Ein hohes Potenzial der Einsparung von Arbeit und Diesel ist bei Einsatz reduzierter Bodenbearbeitung/Direktsaat gegeben. Dauerhafter Einsatz dieser Techniken wurde ökonomisch bedingt mit einseitiger Ausrichtung der Maschineninvestitionen begründet. Neu entstehende kulturpflanzliche Umwelten, mit manchmal negativen Auswirkungen auf Bodengefüge und Unkrautbesatz machen dann wieder den Einsatz klassischer wendender/ lockernder Bodenbearbeitung nötig – ein Sachverhalt der in der Regel in die ursprüngliche Kostenkalkulation einseitiger Ausrichtung auf reduzierte Bodenbearbeitung und deren spezifische Technik nicht einbezogen wird. Bei temporärer Direktsaat sind selbst unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus Einsparpotentiale bei Arbeitseinsatz und Diesel bis zu 80 % möglich. Natürliche phytotoxische Wirkstoffe (NPW) könnten bei sensorgesteuerter Ausbringung auch perennierende Unkräuter kostengünstig im Wuchs hemmen. Ihr flächenmässiger Einsatz – auch als Ersatz für Glyphosate und die Überwindung der durch dieses in seiner verbreiteten Anwendung den Zielen eines Integrierten Landbaus widersprechenden Herbizides, verlangt die Zulassung der NPW in Europa.

Für eine treffgenaue mehrere Jahre umfassende Berechnung der Arbeitserledigungskosten fehlt immer noch die Unterstützung durch leistungsfähige geeignete Rechnerprogramme, die zudem die spezifischen Verhältnisse der Standorte/Betriebe und der optionalen Preisentwicklung bei (Lohn)Arbeit, Investitionsgütern und Erzeugerpreisen mit einbeziehen müssten. Berechnungen mit Standardwerten können die einzelbetriebliche spezifische Situation nicht hinreichend genau abbilden. Ebenso ist unser quantitativer Kenntnisstand betreffend die Emission von Treibhausgasen in den verschiedensten Fruchtfolgen und Bodennutzungssystemen immer noch dürftig. CO₂ Emissionen lassen sich vergleichsweise einfach berechnen, Emissionen von N₂O sind äußerst unsicher zu bestimmen, die mögliche Rückbindung von CH₄ beruht im Wesentlichen auf Vermutungen.

In dieser Situation des schwer durchschaubaren ‘Alles geht – und: Nichts geht mehr’ gebührt in einem Umfeld zunehmender Unsicherheit für existenzielle Entscheidungen den unverdrossenen landwirtschaftlichen Praktikern, oft versagte hohe Anerkennung.

V-2 FRUCHTWECHSEL UND BODENMIKROFLORA

Marcel van der Heijden

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich

E-Mail: marcel.vanderheijden@art.admin.ch

Die Fruchtfolge ist ein essentielles Element für eine nachhaltige Landwirtschaft. Mit der Abwechslung der Ackerkulturen in einer Fruchtfolge kann man verschiedene Schaderreger bekämpfen. In der biologischen Landwirtschaft ist Fruchtfolge auch essentiell für Unkrautunterdrückung und Stickstofffixierung. In dieser Präsentation werde ich zeigen, dass der Fruchtwechsel auch Effekte auf Bodennützlinge hat. Das bekannteste Beispiel sind natürlich die stickstofffixierenden Bakterien, welche mit Leguminosen in einer Symbiose leben. Bis zu 300 kg Stickstoff können pro Jahr und Hektar durch Leguminosen fixiert werden (Nyfeler et al. 2009). Aus diesem Grund gehört der Anbau von Gras-Klee Mischungen zur Standard-Praxis in der Fruchtfolge auf Biobetrieben. Um 300 kg Stickstoff industriell zu produzieren braucht man circa 660 Liter Diesel. Mit steigenden Ölpreisen wird der Anbau von Leguminosen und Gras-Klee Mischungen deshalb auch ausserhalb der Schweiz und ohne Förderung wahrscheinlich bald zunehmen. Ausserdem eignen sich Gras-Klee Mischungen nicht nur für die Stickstofffixierung; im Biolandbau sind sie auch ein wichtiges Instrument für die Unkrautunterdrückung, sowie für die Förderung der Bodenstruktur und des Bodenlebens. Unsere Experimente in Holland zeigten, dass sich der Anbau von Gras-Klee Mischungen positiv auf Mykorrhiza-Pilze auswirkt. Mykorrhiza-Pilze sind nützliche Bodenpilze, welche eine Symbiose mit Pflanzen bilden und Nährstoffe für diese aufnehmen. Wir fanden, dass die Artenvielfalt von Mykorrhiza-Pilzen auf Biobetrieben fast zwei Mal so hoch war wie auf konventionellen Betrieben (siehe Verbruggen et al. 2010). Diese positiven Effekte unter biologischen Bedingungen kann man zum Teil durch Fruchtfolge-Effekte erklären (Verbruggen et al. 2012). Eine höhere Mykorrhiza-Pilz Diversität im Boden kann sich positiv auf Erträge auswirken und, zum Beispiel die Erträge von Leguminosen erhöhen (Wagg et al. 2011).

Ein weiteres Element der Fruchtfolge sind Zwischenkulturen, welche nach Anbau der Hauptkultur (z.B. Erbsen oder Winterweizen) für einige Monate angebaut werden. In der Schweiz wird oft Gelbsenf angebaut, da das Saatgut relative billig ist. In unserer Forschungsgruppe haben wir untersucht, ob Zwischenkulturen agronomisch, ökologisch und ökonomisch nützlich sind, und momentan untersuchen wir, ob Zwischenkulturen Nützlinge fördern können. Unsere ersten Ergebnisse zeigen, dass sich Zwischenkulturen, vor allem im Bioackerbau, ertragserhöhend auf die Nachfolgekultur auswirken können. Die Erträge von biologisch angebautem Mais stiegen bis zu 40%, wenn eine stickstofffixierende Zwischenkultur angebaut wurde (Wittwer et al. 2013). In anderen Experimenten fanden wir keine signifikante Ertragserhöhung der Nachfolgekultur, jedoch wurde das Unkraut signifikant unterdrückt, was langfristige Vorteile geben kann. In Experimenten mit reduzierter Bodenbearbeitung sahen wir, dass Zwischenkulturen die Unkrautmenge deutlich reduzierten und damit ertragserhöhend wirken konnten. Der Erfolg von reduzierter Bodenbearbeitung unter Bio-Bedingungen hängt somit auch teilweise vom erfolgreichen Einsatz von Zwischenkulturen ab. Zwischenkulturen können sich auch positiv auf Mykorrhiza-Pilze auswirken. Unsere Experimente zeigten, dass der Anbau von Gelbsenf als Zwischenkultur die Menge der Mykorrhiza-Pilze im Boden reduzierte. Im Gegensatz dazu, hat Wikke eine positive Wirkung auf Mykorrhiza-Pilze. Experimente aus Japan (Karasaw & Takebe 2012) zeigten, dass man den Anbau von Zwischenkulturen nutzen kann um die Menge von Mykorrhiza-Pilzen nach dem Anbau von nicht mykorrhizierten Ackerkulturen (z.B. Kohl oder Raps) zu steigern. Ackerkulturen, welche von Mykorrhiza-Pilzen profitieren können (z.B. Weizen in der japanischen Studie) profitierten vom Anbau von Zwischenkulturen, da diese die Menge von Mykorrhiza-Pilzen erhöhten. Im EU Projekt "OSCAR" untersuchen wir, ob diese Effekte in der Schweiz und in anderen europäischen Ländern auch zu erreichen sind.

Zusammenfassend zeigen diese Ergebnisse, dass man die Fruchtfolge nicht nur nutzen kann um Schaderreger oder Unkraut zu bekämpfen, auch die Menge von nützlichen Bodenorganismen kann durch die Fruchtfolgewahl gezielt gefördert werden.

Literatur:

Karasaw, T., Takebe, M., (2012) Temporal or spatial arrangements of cover crops to promote arbuscular mycorrhizal colonization and P uptake of upland crops grown after nonmycorrhizal crops. *Plant Soil* (2012) 353:355–366.

Nyfeler, D., O. Hunguenin-Elie, M. Suter, E. Frossard, J. Connolly, Lüscher, A. (2009). Strong mixture effects among four species in fertilized grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology* 46:683–691.

Verbruggen, E., Rölting, W.F.M., Gamper, H., Kowalchuk, G.A., Verhoef, H.A., van der Heijden, M.G.A. (2010). Positive effects of organic farming on belowground mutualists – large scale comparison of mycorrhizal communities in agricultural soils. *New Phytologist* 186: 968-979.

Verbruggen, E., van der Heijden, M.G.A., Weedon, J.T., Kowalchuk, G.A., Rölting, W.F.M. (2012). Community assembly, species richness and nestedness of arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural soils. *Molecular Ecology*, 21: 2341-2353.

Wagg, C., Jansa, J., Stadler, M., Schmid, B., van der Heijden, M.G.A. (2011). Below ground fungal diversity drives above ground productivity. *Ecology Letters* 14: 1001-1009.

Wittwer, R., Dorn, B., Jossi W., Zihlmann U., van der Heijden M.G.A. (2013) Zwischenkulturen für einen Bioackerbau ohne Pflug. *Organic E-Prints* (in press).

V-3 COMPRENDRE LES SOLS RÉSISTANTS AUX MALADIES

Juliana Almario

**Equipe Rhizosphère, UMR CNRS 5557 Ecologie Microbienne, Université Lyon 1,
43 Bd du 11 Novembre 1918, F-69622 Villeurbanne cedex**

E-Mail: julianaalmario@hotmail.com

Les sols renferment de nombreux phytoparasites, notamment fongiques, qui infectent les végétaux au niveau des racines. Ces phytoparasites colonisent la rhizosphère, c'est-à-dire le sol au contact immédiat des racines et la surface racinaire, avant d'infecter la plante. Néanmoins, leurs effets délétères peuvent être limités par l'action de certains microorganismes rhizosphériques. Il s'agit de champignons et plus généralement de bactéries, qui protègent la plante en inhibant ces pathogènes dans la rhizosphère ou en induisant, lors de la colonisation de la surface racinaire, une réaction de défense systémique chez la plante (Couillerot *et al.* 2009). Dans la majorité des sols, l'activité de ces microorganismes phytoprotecteurs est insuffisante pour permettre un contrôle efficace du pathogène. Par contre, dans certains sols, dits résistants aux maladies, leur activité est suffisante pour permettre le développement de plantes saines, alors même que le pathogène virulent est présent dans le sol et que les conditions environnementales sont favorables au développement de la maladie. Le phénomène de résistance des sols a été observé dans différentes régions du monde, et vis-à-vis de différents phytoparasites. Des microorganismes phytoprotecteurs appartenant à des phyla microbiens contrastés peuvent être impliqués dans ce phénomène. La résistance est attribuée à une (ou quelques) populations microbiennes (de champignons et/ou bactéries) qui inhibent spécifiquement le pathogène par compétition, antagonisme ou parasitisme.

La résistance à la maladie est une propriété qui émerge des interactions complexes entre la plante, les microorganismes et le sol, et son origine n'est pas toujours comprise. On distingue deux types de résistances. Dans le cas de la « résistance induite », la monoculture de la plante favorise certaines populations de microorganismes phytoprotecteurs, enrichissant leurs effectifs à chaque cycle cultural (Sanguin *et al.* 2009). L'exemple le plus connu est le déclin de la maladie du piétin-échaudage causée par *Gaeumannomyces graminis* sur différentes céréales. La monoculture de la céréale en présence du pathogène se traduit par une première phase de maladie où le pathogène infecte les racines. L'infection conduit au relargage de composés favorisant l'accumulation de populations microbiennes phytoprotectrices (Chapon *et al.* 2002), qui finissent par atteindre des effectifs suffisants pour inhiber le pathogène (Sarniguet et Lucas 1992). Ceci conduit à la diminution progressive de la maladie et à l'établissement de la résistance. Ce type de résistance est perdu si la monoculture est arrêtée, et ne s'établit pas de manière systématique dans tous les sols, laissant supposer l'influence de certains facteurs du sol (Raaijmakers *et al.* 1998).

Au contraire, la « résistance naturelle » (ou « durable ») ne dépend pas du cycle cultural et est donc supposée être davantage associée à un effet du sol sur les microorganismes phytoprotecteurs (Hornby 1983). Dans les sols de Châteaurenard (France) naturellement résistants à la Fusariose du melon causée par *Fusarium oxysporum*, la résistance a été attribuée à l'action conjointe *Pseudomonas* et de *Fusarium oxysporum* (non pathogènes) inhibant le pathogène par compétition pour le fer, par compétition pour des ressources carbonées, et par antibiose (Lemanceau 1992 ; Mazurier *et al.* 2009). Un autre exemple, sont les sols de la région de Morens (Suisse) résistants à la maladie de la pourriture noire des racines de tabac (et d'autres plantes) causée par *Thielaviopsis basicola*, où la résistance a été attribuée aux *Pseudomonas* produisant le composé antimicrobien 2,4-diacétylphloroglucinol (DAPG ; Almario *et al.* 2013a). Même si on ne comprend pas bien les mécanismes de résistance de ces sols, on sait qu'ils impliquent une interaction entre les *Pseudomonas* et les argiles du sol (Keel *et al.* 1989). Il semblerait qu'en

influençant la biodisponibilité du fer dans la rhizosphère, les argiles du sol modulent l'expression des gènes de synthèse du composé antimicrobien DAPG chez les *Pseudomonas* (Almario *et al.* 2013b).

L'étude des sols résistants a comme intérêt appliqué de permettre la découverte de plusieurs microorganismes intéressants pour la lutte biologique (Haas et Défago 2005 ; Mendes *et al.* 2011). Plus important, ils sont des modèles permettant d'étudier l'activité des microorganismes phytoprotecteurs *in situ* et comprendre les facteurs favorisant leur activité, particulièrement haute dans ces sols.

V-4 GRÜNDÜNGUNG? JA GERNE! ABER WOMIT?

Werner Heller

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil

E-Mail: werner.heller@acw.admin.ch

Zur Gründüngung werden in den gemässigten Zonen hauptsächlich folgende Pflanzenarten einzeln oder in Mischungen verwendet: Kreuzblütler wie Weißer Senf, Raps oder Ölrettich, Leguminosen wie Lupinen, Wicken oder Klee, Gräser wie beispielsweise Welsches Weidelgras oder Hafer und sonstige Arten wie *Phacelia*. Bei der Auswahl der Gründüngungspflanzen ist die vorgesehene Fruchtfolge zu beachten, die Saat von Kreuzblütlern etwa vor dem Anbau von Kohl ist wegen der Förderung der Ausbreitung typischer Krankheiten wie Kohlhernie nicht angezeigt.

Auch in der Schweiz werden häufig und gerne Leguminosen und Raps als Gründüngung eingesetzt. Der Anbau dieser Kulturen birgt gewisse Risiken: bodenbürtige Krankheiten können durch regelmässige Gründüngung unbeabsichtigt so stark gefördert werden, dass anfällige Kulturen nicht mehr angebaut werden können, weil entweder die Qualität der Ernteprodukte oder der Ernte-Ertrag nicht mehr akzeptabel ist.

Chalara elegans (Thielaviopsis basicola)* und *C. thielavioides

Die kalkhaltigen Böden im Jura, Mittelland und in den Voralpen sind grundsätzlich förderlich oder conducive für die *Chalara*-Pilze. In grossen Teilen des Mittellandes wie etwa im Grossen Moos ist inzwischen die Qualität der Karottenernte oder der Ertrag von Buschbohnen durch die hohen Populationen von *Chalara*-Pilzen im Boden gefährdet. Die Gründüngung mit Leguminosen oder mit Buchweizen erhöht die Populationsdichte der *Chalara*-Pilze im Boden mit jedem Anbau. Wenn wir so unbesorgt weiterfahren wie bisher, werden wir bei der grossen Anzahl von Wirtspflanzen dieser Pilze mit ernsthaften Problemen konfrontiert werden.

***Plasmodiophora brassicae* (Kohlhernie)**

Grundsätzlich sind die hohen pH-Werte der gemüsebaulich genutzten Böden der Kohlhernie nicht speziell förderlich. Dies trifft auch für den Agroscope-Versuchs-betrieb Sandhof in Wädenswil zu. Nach 40 Jahren Gemüsebau haben allerdings gewisse Parzellen eine dermassen hohe Population von *Plasmodiophora brassicae* erreicht, dass der weitere Anbau von Kreuzblütlern nicht mehr möglich ist. Wenn mit dem massiven Anbau von Gründüngungs-Raps so weitergefahren wird wie bisher, werden möglicherweise in naher Zukunft grosse Flächen im Mittelland für den Anbau von wertvolleren Kulturen wie Gemüse-Kreuzblütler als ungeeignet eingestuft werden müssen.

Zu guter Letzt bleibt aus der ganzen Palette von möglichen Gründüngungskulturen eigentlich nur die *Phacelia* übrig, über die bisher nichts negatives bekannt geworden ist.

V-5 FRUCHTFOLGEGESTALTUNG IN THÜRINGER ACKERBAUBETRIEBEN AUS ÖKONOMISCHER SICHT

Joachim Degner

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, D-07743 Jena

E-Mail: joachim.degner@tll.thueringen.de

Die Thüringer Landwirte bewirtschaften rund 600.000 ha Ackerland und damit 5% der Fläche von Deutschland.

Der Ackerflächenanteil ist innerhalb von Thüringen sehr differenziert. Die Spannweite reicht von über 95% auf den guten Ackerbaustandorten bis unter 50% in Vorgebirgs-lagen.

Die Untersuchungen zum Einfluß der ökonomischen Rahmenbedingungen auf das Ackerflächenverhältnis stützen sich vorwiegend auf Ergebnisse aus den Thüringer Kreisen, deren Landbewirtschaftung wegen ihrer Bodenbonität (Ackerzahlen >50) deutlich durch den Ackerbau geprägt ist.

Historisch bedingt sind die Betriebe in Thüringen wesentlich größer als im Mittel von Deutschland und werden auf zwei Drittel der Fläche in der Rechtsform juristischer Personen geführt, während die restliche Fläche vor allem im Haupterwerb von natürlichen Personen und Personengesellschaften bewirtschaftet wird.

Durch drastische Anpassungsmaßnahmen nach der Wende hat sich der Tierbesatz in Thüringen um mehr als die Hälfte auf einen sehr niedrigen Wert von knapp 50 GV/100 ha LF reduziert. Von dieser Entwicklung sind die Ackerbaubetriebe, die in der Mehrzahl Vieh halten, in überdurchschnittlich hohem Maß betroffen. Wegen des geringen Besatzes von weniger als 20 RGV/100 ha LF ist aber der Einfluß auf das Ackerflächenverhältnis begrenzt.

Die relative Vorzüglichkeit der Hauptfruchtarten als wesentliches betriebswirtschaftliches Entscheidungskriterium für das Anbauprogramm wird mit Hilfe von Leistungs- Kostenrechnungen und Betriebszweigabrechnungen in Referenzbetrieben ermittelt. Neben dem Ertragspotenzial des Standortes hängt der Deckungs- bzw. Gewinnbeitrag einer Marktfrucht vom Niveau der Erzeuger- und Betriebsmittelpreise sowie von ausgewählten agrarpolitischen Förder- und Marktordnungsmaßnahmen ab.

Eine wesentliche Einkommenswirkung geht von den Direktzahlungen der ersten Säule der EU-Agrarförderung aus. Die Flächenzahlungen haben seit ihrer Einführung im Jahr 1993 für die Druschfrucht- und Stilllegungsfläche (Grandes Cultures) bis zur einheitlichen Flächenprämie im Jahr 2014 zwar wechselnde Bezugsgrößen und differenzierte Beträge aber durch die Größenordnung eine herausragende Bedeutung.

Thüringer Agrar- Umweltmaßnahmen mit der Lenkungsabsicht, die Produktionsintensität zu senken (Programmteil A 7 in der zurückliegenden Förderperiode) oder die Fruchtartenvielfalt zu erhöhen (Programmteil L 2 aktuell) fanden wegen drastischer Restriktionen für den Weizenanbau ihre Hauptinteressenten außerhalb der intensiven Ackerbaustandorte.

Der Anbau von Winterraps wurde trotz überdurchschnittlicher Deckungsbeiträge und seiner tragenden Rolle als Vorfrucht für den Winterweizen ausgehend von einem relativ hohen Ausgangsniveau in den neunziger Jahren (einschließlich NaWaRo) nicht wesentlich ausgedehnt. Als Gründe sind arbeitswirtschaftliche und technologische Grenzen in der eng bemessenen Bestellzeitspanne sowie die Konkurrenz zum Zuckerrübenanbau in der Fruchtfolge anzusehen.

Die ackerbaulichen Vorzüge der Körnerleguminosen wiegen ihre Nachteile der schwachen Deckungsbeiträge trotz zeitweiliger Besserstellung bei den Flächenzahlungen und Berücksichtigung in Agrar- Umweltmaßnahmen nicht auf.

Die Zuckerrübe mit ihrem lukrativen aber mengenregulierten Anbauverfahren hat sich wegen der geringen Quotenausstattung und des sehr positiven Ertragsfortschrittes zu einer „Sonderkultur“ auch auf den prädestinierten Standorten entwickelt.

Das Niveau des Silomaisanbaus wurde durch den Kosubstratbedarf von Biogas-anlagen trotz leistungsbedingt schrumpfender Milchkuhbestände (Wirkung der Milchquote) gehalten. Der vor allem in westdeutschen Veredlungsregionen zu Recht beklagte Trend zu überhöhten Maisanbaukonzentrationen stellt in Thüringen nur eine punktuelle Ausnahmeerscheinung dar.

Durch den insgesamt rückläufigen Blattfruchtanteil erhöhte sich die ackerbaulich unerwünschte Getreidekonzentration weiter. Zu den damit einher gehenden Risiken zählen das verstärkte Auftreten von Pilzkrankheiten und Ungräsern (Ackerfuchsschwanz und Trespen). Die Zunahme von Resistenzen bei Schaderregern und -gräsern gegenüber Fungiziden bzw. Graminiziden verstärkt das Problem noch.

Infolge der guten Winterweizenerträge, Absatzchancen und Preise nahm dessen Anteil dennoch überproportional zu. Wegen des unzureichenden Preisbonus für Sommerbraugerste weist diese Getreideart eine stark rückläufige Tendenz auf. Damit verschärfen sich Arbeitsspitzen in der Herbstbestellung sowie Getreideernte und der Vorteil einer geringeren Pflanzenschutzintensität der Sommerung entfällt.

Die Ausdehnung des Winterweizens geht zwangsläufig mit einem erhöhten Stoppelweizenanbau (Winterweizen nach Winterweizen) einher. Trotz eines größeren Aufwandes insbesondere im Pflanzenschutz und in der Bodenbearbeitung lassen sich Ertragsverluste gegenüber Blattfruchtweizen nicht verhindern. Bei kritischer Bewertung des Anbauverfahrens erscheint umfangreicher Stoppelweizenanbau mittelfristig nicht nur ackerbaulich sondern auch betriebswirtschaftlich bedenklich. Im Interesse einer nachhaltigen Marktfruchtproduktion sollte einer Verarmung der Fruchtfolgen durch einzelbetriebliche Maßnahmen und die Gestaltung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen entgegen gesteuert werden.

V-6 DER MAISWURZELBOHRER IN DER SCHWEIZ – EIN FRUCHTFOLGESCHÄDLING?

Mario Bertossa¹, Romina Morisoli¹, Luigi Colombi²

¹ Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-6593 Cadenazzo

² Pflanzenschutzamt des Kanton Tessin, CH-6500 Bellinzona

E-Mail: mario.bertossa@acw.admin.ch

Einleitung

Der Maiswurzelbohrer (MWB), *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), ist weltweit als wichtigster Mais-Schädling schon seit vielen Jahrzehnten anerkannt. Die verursachten Schäden und Kosten für die Bekämpfung überschreiten jährlich in den USA deutlich die Milliardengrenze. Die Europäische Pflanzenschutz-Organisation EPPO führt den Käfer in der A2-Liste der Quarantäne-Organismen. Der Maiswurzelbohrer verdankt seine Eigenschaft als Schädling ausschliesslich dem Menschen, denn die Voraussetzung für seine Massenvermehrung ist das Vorhandensein von Maismonokulturen, trotzdem ist seine Einordnung als Fruchtfolgeschädling v.a. in den USA umstritten.

In Europa wurde der Maiswurzelbohrer in der Gegend von Belgrad 1992 auf Grund von Pflanzenschäden entdeckt. Weil dazu eine genügend grosse Population aufgebaut werden muss, wird angenommen, dass der Schädling bereits in den frühen 80er Jahren über den Luftweg eingeführt worden ist.

Genetische Untersuchungen haben fünf verschiedene, voneinander unabhängige Einwanderungen in Europa identifiziert, diese haben zu etablierten Populationen geführt, z. B. Balkan, Lombardei etc. Innerhalb der letzten zwanzig Jahre hat sich der Käfer in 22 Ländern Europas weiterverbreitet. Wo sich grosse Populationen etablieren konnten, kam es in Vergangenheit schon zu wirtschaftlichen Schäden in Millionenhöhe (Ungarn, Rumänien, Lombardei).

In der Schweiz wurde der Maiswurzelbohrer das erste Mal im Jahr 2000 in der Nähe des Flughafens Lugano-Agno TI vorgefunden. Im Jahr darauf wurde der Hauptherd in der Grenzstadt Chiasso identifiziert. Da die Populationen in den ersten Jahren z.T. exponentielle Wachstumsraten aufwiesen, wurde das Fallennetz ab 2003 auf nationaler Ebene ausgeweitet.

Im Folgenden wird die Entwicklung des MWB in der Schweiz dargestellt, die Massnahmen die zu seiner Bekämpfung ergriffen wurden und die wissenschaftliche Validierung dieser Massnahmen veranschaulicht.

Die Entwicklung in der Schweiz

Der MWB kommt bis anhin praktisch nur im Tessin vor, auf der Alpennordseite sind bis jetzt nur sporadisch einzelne Käfer v.a. entlang der Nord-Süd Achse entdeckt worden. Eine lokale Population hat sich dort noch nicht etabliert.

Im Tessin ist der MWB seit dem Jahr 2000 mittels spezifischen Pheromon Fallen nachweisbar. Die jährlichen Populationen schwanken beträchtlich, in ca. 30 Fallen werden je nach Jahr von 500 – 5000 Käfer gefangen, zu wirtschaftlichen Schäden, ist es in der Praxis noch nicht gekommen. Einerseits ist das seit 2004 kantonsweit erlassene Fruchtwechsel Obligatorium dafür massgebend, andererseits senken natürliche Mortalitäten der Ei- und Larvenpopulationen durch v.a. abiotische Faktoren die Ausgangspopulation. Durch die Verteilung der Fangzahlen und dem zeitlichen Auftreten der Käfer im Kanton, nimmt man an, dass die im Tessin vorkommenden Käfer, zum grossen Teil aus der Lombardei jährlich migrieren, der MWB gilt als guter Flieger mit ausgesprochenem Kolonisationsverhalten. Abb. 1 beschreibt die geografische Verteilung der Käfer im 10-jährigen Durchschnitt, 92% der gefangenen Käfer entstammt Fallen im Sottoceneri.

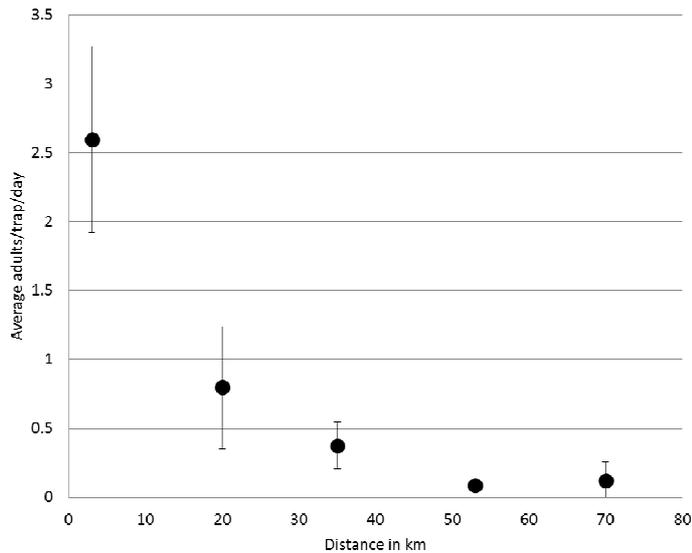


Abb. 1: Käferfangzahlen in Abhängigkeit von der Distanz zur Landesgrenze

Offizielle Massnahmen zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers

Seit seinem ersten Auftreten wird der MWB mit einem strengen Fruchtwechsel nach Mais bekämpft. Die Larven sind ausgesprochen monophag und ernähren sich an den Maiswurzeln des Nachfolgemais. Sind keine Maiswurzeln vorhanden stirbt die Population praktisch gänzlich ab. Diese Massnahme gilt für einen Umkreis von 10 km um den Fangpunkt. Im Tessin gilt dies auf Grund der Fangsituation auf dem ganzen Kantonsgebiet. Begleitend sind noch weitere Massnahmen vorgegeben, die aber nicht so einschneidend sind, wie die Entfernung von Maisdurchwuchs in der Folgekultur, Transportverbote aus den Fanggebieten und Maschinenreinigung.

Wirksamkeit der Fruchtfolgemassnahmen

Die Folgen eines einjährigen Maisanbau-Stopp für eine MWB Population wurde von Agroscope in einem 6-jährigen Versuch in Mezzana untersucht. Es wurden die Populationen einer Monokulturparzelle mit 4 Fruchtfolgeparzellen in unmittelbarer Nachbarschaft verglichen.

Die Population im Monokultursystem wuchs in den ersten Jahren exponentiell an und im 4. Jahr kam es zu den ersten sichtbaren Symptomen: Deutliche Wurzelschäden und Lagerpflanzen, die Fruchtwechsellpopulation blieb konstant weit unter der Schadschwelle, da die Versuche in Grenznähe stattfanden, konnte man annehmen dass es sich im Fruchtfolgesystem um migrierte Käfer handelte. Ein Maisanbaustopp im Monokultursystem im 7. Jahr, brachte die Monokultur Population auf die gleiche Stufe, wie die Fruchtfolgepopulationen. Dies heisst, dass es unter unseren Verhältnissen möglich ist eine verseuchte Parzelle mit einem einjährigen Fruchtwechsel zu sanieren. Die Strategie erweist sich auch nach 12 Jahren als Erfolg, ohne ein Gramm Insektizid Einsatz werden im Tessin Schäden vermieden und auf der Alpennordseite (bis anhin) das Etablieren von Lokalpopulationen verunmöglicht.

V-7 EINFLUSS DER FRUCHTFOLGE AUF FUSARIENBEFALL UND MYKOTOXINBELASTUNG IN GETREIDE UND MAIS

Susanne Vogelgsang, Irene Bänziger, Sonja Eckard, Tomke Musa, Andreas Hecker[†], Eveline Jenny, Thomas D. Bucheli, Felix E. Wettstein, Hans-Rudolf Forrer, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich

E-Mail: susanne.vogelgsang@art.admin.ch

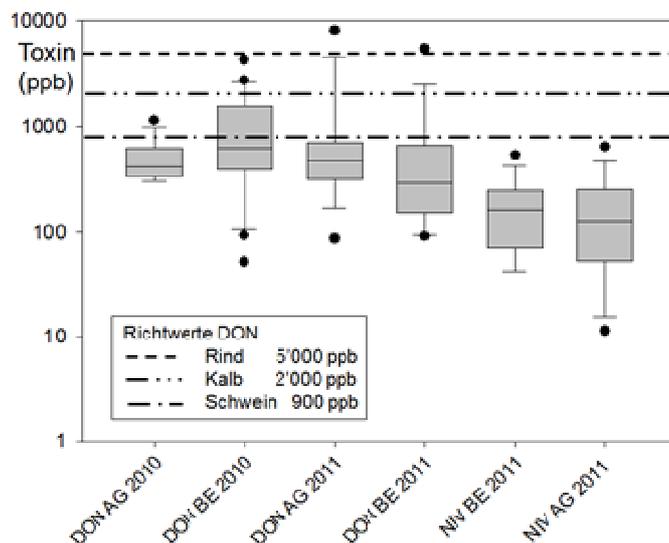
Fusarienpilze führen in Getreide und Mais zu grossen Ernteverlusten und gehören durch die Bildung von gefährlichen Mykotoxinen zu den gefürchtetsten Krankheiten im Ackerbau. Bei unverarbeitetem Getreide liegt der EU- und Schweizer Grenzwert des immunschwächenden Toxins Deoxynivalenol (DON) bei 1250 ppb, derjenige für das östrogen wirkende Zearalenon (ZEA) bei 100 ppb. Bei Mais als Futtermittel schwanken die Richtwerte je nach Tier und Nutzungsart zwischen 900 ppb (Schweine) bis zu 5'000 ppb (Milchkühe) für DON und zwischen 250 (Sauen und Mastschweine) bis zu 500 ppb (Milchkühe und andere) für ZEA. Das Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Strategien, mit denen das Risiko von Befall und Toxinbelastung verringert werden kann. Eine Kombination von Befall reduzierenden Anbaufaktoren wäre eine wirkungsvolle und nachhaltige Strategie. Die Fruchtfolge ist dabei eine der wichtigsten Faktoren.

Zwischen 2007 und 2010 erhielten wir 527 Weizenproben aus 16 Kantonen und erhoben dazu die Angaben zu den jeweiligen Anbaufaktoren. Die Körnerproben wurden mit einem Gesundheitstest bezüglich Befall durch verschiedene *Fusarium*-Arten untersucht und die Mykotoxin-Gehalte (Trichothecene wie DON und Nivalenol (NIV) sowie ZEA) wurden mittels LC-MS/MS gemessen (Schenzel et al. 2012). Zudem wurde mittels einer quantitativen PCR die *F. graminearum* DNA-Menge ermittelt (modifiziert nach Brandfass & Karlovsky 2008). Drei *Fusarium*-Arten waren dominant: *F. graminearum* (64% aller Arten), gefolgt von *F. poae* (19%) und *F. avenaceum* (10%). Der durchschnittliche DON-Gehalt lag bei 650 ppb und 12% aller Proben übertrafen den Grenzwert von 1250 ppb. Der jährliche mittlere Gehalt schwankte zwischen 260 ppb im 2009 und 970 ppb im 2008. Es wurden enge Beziehungen zwischen *F. graminearum*-Befall, der DNA-Menge und dem DON-Gehalt gefunden. Bei der Analyse der Anbaufaktoren stellte sich heraus, dass die Kombination Vorfrucht Mais und reduzierte Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflugeinsatz zu einem mittleren DON-Gehalt von 2200 bzw. 370 ppb führte. Der Anbau anderer Vorfrüchte anstelle von Mais reduzierte den Gehalt weiter auf 240 ppb. Dieses klare Ergebnis bestätigten unsere Versuche auf Praxisbetrieben, die zeigten, dass der Anbau von Weizen nach Mais bei reduzierter Bodenbearbeitung häufig zu kritisch hohen DON-Werten führt (Vogelgsang et al. 2011). Auch die Weizensorten hatten einen grossen Einfluss und ein Vergleich zwischen der am stärksten und am wenigsten mit DON belasteten Sorte zeigte einen Faktor 10. Nach den Vorfrüchten Mais, Getreide, Zuckerrüben, Wiese oder „andere Vorfrüchte“ lagen die mittleren DON-Gehalte bei 950, 620, 500, 420 bzw. 260 ppb. Die ZEA-Gehalte folgten auf tieferem Niveau einem ähnlichen Muster mit dem höchsten Durchschnittsgehalt von 78 ppb nach Vorfrucht Mais bzw. dem tiefsten Gehalt von 15 ppb nach „andere Vorfrüchte“. Das gleiche Bild wurde bei dem hoch giftigen Toxin Nivalenol (NIV) beobachtet, für welches kein Grenzwert existiert.

Ein ähnlich strukturiertes Fusarien-Monitoring wurde zwischen 2008 und 2010 bei Körnermais mit insgesamt 288 Proben aus 14 Kantonen durchgeführt. Neben Trichothecenen und ZEA wurden auch die kanzerogenen Fumonisine (FUM) erfasst. Der Fusarienbefall der einzelnen Proben schwankte sehr stark zwischen 0 und 100% und die Artenvielfalt war wie schon früher beobachtet (z.B. Dorn et al. 2009) mit bis zu 16 *Fusarium*-Arten viel grösser als bei Weizen. Dies ist von hoher Bedeutung, da jede Art verschiedene Mykotoxine bildet und die Pilze sich im Wachstum und ihrer Toxinbildung gegenseitig beeinflussen. Vier Arten waren dominant: die DON- und ZEA-produzierende Art *F. graminearum* sowie die FUM-produzierenden Arten *F. subglutinans*, *F. verticillioides* und *F. proliferatum*. Der Anteil der

Proben mit einem DON-Gehalt über dem Richtwert von 900 ppb schwankte in den Jahren zwischen 30 und 70% (!); derjenige von Proben mit einem ZEA-Gehalt über dem Richtwert von 250 ppb zwischen 4 und 32% (Musa et al. 2011). Die FUM-Belastung war in allen drei Jahren tief. Neben dem starken Jahreseffekt wurde die DON- und ZEA-Belastung durch Bodenbearbeitung beeinflusst (höher bei reduzierter Bodenbearbeitung). Ein deutlicher Einfluss der Sorten oder der Vorfrüchte wurde bisher nicht beobachtet.

In kleinerem Rahmen mit ca. 20 Proben pro Kanton und Jahr untersuchen wir seit 2010 Silomais-Ernteproben aus den Kantonen Aargau und Bern. Im Kt. AG führten wir zusätzlich vor der Ernte eine Bonitur auf Fusariensymptome durch. Ebenso wie beim Körnermais ist das Artenspektrum in Silomais sehr gross und es wurden bezüglich Artenauftreten und Toxinbelastung starke Jahresschwankungen beobachtet. Die dominanten Arten waren je nach Jahr *F. equiseti* (bildet Trichothecene und ZEA), *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. poae* sowie *F. sporotrichioides*. Trotz kaum sichtbarer Symptome im Feld waren 2/3 der Silomais-Häckselgutproben aus dem Kt. AG zum Teil erheblich (25-75% der untersuchten Häckselgutpartikel) mit Fusarien befallen (Eckard et al. 2011). DON war das



Deoxynivalenol (DON) und Nivalenol (NIV) in Silomaisproben der Kantone Aargau und Bern 2010 und 2011

am häufigsten nachgewiesene Toxin, gefolgt von ZEA. Umgerechnet auf das Frischgewicht wurde im Kt. BE im 2010 der DON-Richtwert für die Schweinefütterung bei einem Drittel aller Proben überschritten und 12% der Proben aus dem Jahr 2011 überschritten den ZEA-Richtwert für die Fütterung von Milchkühen. Zudem wurden NIV, die A-Trichothecene T-2, HT-2 sowie acetyliertes DON und FUMs detektiert. Die Analyse der Anbaufaktoren zeigte, dass ein früher Saat- und Erntezeitpunkt die Bildung von Toxinen reduzieren kann. Hingegen wurde kein ausgeprägter Effekt der Maissorte oder der Vorfrüchte beobachtet. Dafür konnte gezeigt werden, dass die Vorfrucht Wiese gegenüber Getreide, Mais und anderen Vorfrüchten tendenziell zu einem höheren Befall durch *F. verticillioides* führt.

Im Vergleich zu Weizen ist der Einfluss der Fruchtfolge auf den Befall und die Toxinbelastung von Körner- und Silomais noch weitgehend unklar. Dies ist vermutlich auf die grosse Artenvielfalt, den vergleichsweise kleinen Datensatz und die starke Variabilität bei den Praxisernteproben zurückzuführen. Daher untersuchen wir seit zwei Jahren Körnermaisproben aus Agroscope Sortenversuchen (Kantone GE, TG, TI, ZH) mit enger gefassten Anbaufaktoren inklusive Vorfrüchten und Sorten. Da die bisher untersuchten Silomais-Proben relativ hohe Belastungen aufwiesen und Silomais meist direkt auf dem Betrieb verfüttert wird, wäre es wichtig, über weitere Jahre hinweg das Artenspektrum und die Toxinbelastung in Häckselgutproben zu untersuchen. Mit einem grösseren Datensatz sollte es möglich sein, den Einfluss der Fruchtfolge und weitere Anbaufaktoren abzuklären und Empfehlungen zur Risikovermeidung zu erarbeiten.

Brandfass, C., & Karlovsky, P. (2008). *International Journal of Molecular Sciences*, 9, 2306-2321.

Dorn, B., Forrer, H. R., Schürch, S., & Vogelgsang, S. (2009). *European Journal of Plant Pathology*, 125, 51-61.

Eckard, S., Wettstein, F. E., Forrer, H. R., & Vogelgsang, S. (2011). *Toxins*, 3, 949-967.

Musa, T., Jenny, E., Forrer, H. R., & Vogelgsang, S. (2011). *Agrarforschung*, 2, 520-525.

Schenzel, J., Forrer, H. R., Vogelgsang, S., & Bucheli, T. (2012). *Mycotoxin Research*, 28, 135-147.

Vogelgsang, S., Hecker, A., Musa, T., Dorn, B., & Forrer, H. R. (2011). *Mycotoxin Research*, 27, 81-96.

V-8 DIE BEDEUTUNG DER FRUCHTFOLGE HINSICHTLICH DER UNKRAUTBEKÄMPFUNG

Bohren Christian und Wirth Judith

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1260 Nyon

E-mail: christian.bohren@acw.admin.ch

Frankenerträge, Exposition des Betriebes, Bestimmungen der Direktzahlungsverordnung und Neigungen des Betriebsleiters bestimmen die Gestaltung der Fruchtfolge. Die Fruchtfolge erlaubt über einen längeren Zeitraum (5 – 8 Jahre) den Boden übers Jahr zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu bearbeiten und damit die Unkräuter und deren Keimung auf demselben Feld zu unterschiedlichen Stadien und Zeitpunkten zu stören.

Ausdauernde Unkräuter (Quecken, Winden, Disteln, etc.) treiben meist aus Wurzelementen aus und produzieren zusätzlich keimfähige Samen (=schwer bekämpfbar). Zweijährige Unkräuter bilden im ersten Jahr Reservewurzeln (= erschwerte Bekämpfung) und blühen im zweiten Jahr (= Samen). Das macht sie stärker als die Einjährigen, d.h. die Bekämpfung ist vergleichsweise aufwändig. Die einjährigen Unkräuter haben je nach Art unterschiedliche Keimzeiten. Es gibt sog. Ganzjahreskeimer (z.B. Rote Taubnessel, Vogelmiere, Einjähriges Rispengras, Ackerkratzdistel, Quecke, Acker-Winde); es gibt Arten, die ausser in der Sommerhitze übers ganze Jahr keimen (z.B. Windhalm, Ackerfuchsschwanz); Klettenlabkraut keimt ausser im Herbst auch das ganze Jahr über. Darüber hinaus haben viele Unkräuter saisonale Haupt-Keimperioden. Flughafer und Ackersenf keimen vom frühen Frühjahr bis in den Herbst; Weisser Gänsefuss, Gemeine Melde, Ampferknöterich, Franzosenkraut, Hühnerhirse und Bluthirse keimen vom späteren Frühjahr bis zum Herbst; schwarzer Nachtschatten, Dachtrespe und Sophienkraut keimen hauptsächlich im Frühjahr und im Herbst. Wetterkapriolen können immer wieder zu Verschiebungen der angegebenen Keimzeiten führen.

Die Ganzjahreskeimer unter den Einjährigen kommen mit den verschiedensten Anbauperioden (= Störaktionen gegen Unkräuter) gut zurecht und sind in allen Kulturen zu finden. Frühjahreskeimer wie Hirsen und Melden sind bestens an den Anbau von Frühjahrskulturen angepasst und dort häufig zu finden.

Im Rahmen einer abwechslungsreichen Fruchtfolge finden folglich immer andere Unkräuter günstige Entwicklungsbedingungen. Die Wahrscheinlichkeit einer Massenvermehrung sinkt. Die Unkräuter können zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit verschiedenen Herbiziden mit unterschiedlichen Wirkmechanismen bekämpft werden.

In einer einseitigen Fruchtfolge erhalten die am besten an die häufigste Kultur angepassten Unkräuter Vorteile. Die Zahl der Unkrautarten sinkt. Massnahmen zu Bekämpfung der Unkräuter finden jährlich zur gleichen Zeit statt. Die Unkräuter „lernen“ auf die immer gleiche Bedrohung zu reagieren. Die Entstehung von kultur-typischer Unkrautflora und herbizid-resistenter Unkräuter wird entscheidend beschleunigt.

In Dauerkulturen bleibt beim regelmässigen Einsatz von Bodenherbiziden eine verarmte Flora zurück, die häufig aus Problempflanzen besteht. Hingegen bildet sich auch dort eine vielfältige Flora, wenn die Bodenbedeckung durch Einsaaten und durch selektive Einzelpflanzenbehandlung von Problemunkräutern gezielt gesteuert wird.

Langzeitversuche in der Schweiz (z.B. Grangeneuve) zeigten, dass mit unterschiedlichen Anbaumethoden in derselben Fruchtfolge erhebliche Unterschiede beim Samenvorrat im Boden erzielt werden können. Eine einseitige Fruchtfolge kann innert weniger Jahre zu einer deutlichen Verschiebung der Artenzahl und damit zu einer Akzentuierung der Unkrautprobleme führen (z.B. Chaiblen-Tänikon). Die Intensität der Bodenbearbeitung beeinflusst die Unkrautgesellschaften. In einer Fruchtfolge wurde eine Verschiebung der Unkrautarten von mehrheitlich breitblättrigen Lichtkeimern zu mehrheitlich Gräsern im festgestellt (= Oberacker, Rütli, Zollikofen). Geringere

Intensität führt zum vermehrten Auftreten von zwei- und mehrjährigen Unkräutern, während hohe Intensität der Bodenbearbeitung allein die Vorkommen von herkömmlichen Problemunkräutern (Quecke, Disteln, Blacken, Winden) nicht verhindern kann.

Das Zusammenspiel von Fruchtfolge und Unkräutern ist wie ein Puzzle mit festen und variablen Teilen.

Feste Bestandteile sind:

- Anbauzeiten für die Hauptkulturen
- Selektivität der Bekämpfungsmassnahmen: Effizienz der verschiedenen Hackgeräte-Typen
- Wirkungsspektrum der Herbizide; die Auswahl der Herbizide ist fest mit der Hauptkultur verbunden
- Hauptkeimzeiten der Unkräuter
- Entwicklungsstadium der Unkräuter zur Zeit der Unkrautbekämpfung
- Einflüsse der klimatischen Schwankungen während der Jahre sowie der kurzfristigen Wetterkapriolen (wie es beispielsweise gute Kirschenjahre gibt, gibt es vermutlich gute und schlechte Jahre für einzelne Unkrautarten)
- Unkrautgesellschaften auf dem einzelnen Feld; diese ändern sich nur langsam

Variable Bestandteile sind:

- Auswahl der Hauptkultur
- Intensität der Bodenbearbeitung
- Integration einer Zwischenkultur
- Auswahl der Methode zur Unkrautbekämpfung; Hacken/Striegeln/Häufeln/Herbizid
- Wirkstoffgruppen der Herbizide
- Auswahl Vor- oder Nachauflauf- Herbizid

Die festen Bestandteile kann der Landwirt gar nicht oder nur ganz gering (z.B. Saat/Pflanzzeitpunkt) beeinflussen. Einzig mit den variablen Bestandteilen kann der Landwirt mehr oder weniger frei jonglieren d.h. sie so gut wie möglich an seine feldeigene Unkrautflora anpassen.

Referenzen und Literatur: Ausführliche Lieteratur beim Autor erhältlich.

V-9 FRUCHTFOLGE IN KONSERVIERENDEN ANBAUSYSTEMEN

Bernhard Streit

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen

E-mail: bernhard.streit@bfh.ch

Die ökologischen und ökonomischen Vorteile von Anbausystemen mit reduzierter Bodenbearbeitung sind in der Schweiz schon oft beschrieben worden. Ebenso sind die Grenzen und Herausforderungen dieser ressourcenschonenden Anbausysteme erkennbar. Die wendende Bodenbearbeitung mit Pflug macht den traditionellen Anbau weniger anfällig auf Bewirtschaftungsfehler, da durch die regelmässige Durchmischung der obersten 20-30 cm beispielsweise Bodenverdichtungen im Oberboden gelockert oder Erntereste von der Bodenoberfläche entfernt werden konnten. Die reine Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität und –tiefe erhöht innert kurzer Zeit das Risiko für Strukturschäden im Oberboden oder für die Vermehrung von unerwünschten Organismen. Deshalb wird seit einiger Zeit anstelle des Ausdrucks 'reduzierte Bodenbearbeitung' das System der konservierenden Anbausystemen postuliert. Dabei werden als Erfolgsfaktoren nicht nur die Direktsaat als angestrebte Zielvariante, sondern auch die permanente Bodenbedeckung durch Pflanzenreste sowie vielseitige Fruchtfolgen definiert. Gründüngungen als Teil der Fruchtfolgegestaltung spielen in diesem Konzept eine zentrale Rolle, da sie den Boden optimal auf die Entwicklung der Hauptkulturen vorbereiten und so die positiven Effekte der wendenden Bodenbearbeitung teilweise ersetzen können: Sie unterstützen die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, vermindern Verdichtungen im Oberboden und unterdrücken Unkräuter.

Gründüngungen werden traditionellerweise vor der Ansaat einer Hauptkultur durch die Bodenbearbeitung zerstört. Auf diese Weise können deren positive Einflüsse auf den Bodenschutz und die Unterdrückung von Unkräutern in der Folgekultur nicht mehr genutzt werden. In Direktsaatsystemen hingegen bleiben die Schicht aus Pflanzenmaterial und die durch das Wurzelwerk stabilisierte Bodenstruktur auch nach der Ansaat erhalten. In der Regel sind die Gründüngungen aber vor der Saat bereits durch Frost abgestorben oder werden mit einem nicht-selektiven Herbizid abgespritzt. Damit die positive Wirkung der Gründüngungen nach der Ansaat der Folgekultur noch besser genutzt werden kann, werden die Pflanzenbestände vermehrt mit Messerwalzen gewalzt. Dabei werden die Stängel nicht mehr zerkleinert, sondern nur gequetscht. In der Folge sterben die Gründüngungen verzögert ab und decken den Boden länger als bei chemischer Kontrolle oder beim Mulchen. Erfolgt der Durchgang mit der Messerwalze auf abgeblühte Bestände, treiben die Pflanzen normalerweise nicht mehr aus. Neuste Untersuchungen mit dieser Anbautechnik bestätigen deren Potential zur Kontrolle von Unkräutern und Verbesserung der Nährstoffdynamik. Allerdings hat sich auch gezeigt, dass die Wahl der Gründüngungsart den Erfolg signifikant beeinflusst. Im Rahmen von akuten Forschungsprojekten werden deshalb die Interaktionen zwischen Gründüngungen, Kulturpflanzen und Bodenparametern untersucht und so die Grundlage für Verbesserungen von Fruchtfolgen in konservierenden Anbausystemen geschaffen.

V-10 ROTATION, TRAVAIL DU SOL, VARIÉTÉ ET PROTECTION FONGICIDE EN PRODUCTION CÉRÉALIÈRE. ENSEIGNEMENTS D'UN ESSAI DE LONGUE DURÉE

Charles Raphaël, Frei Peter et Mascher Fabio

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1260 Nyon

E-mail: raphael.charles@acw.admin.ch

Une rotation des cultures diversifiée et équilibrée constitue l'un des principes de l'Agriculture de Conservation en interaction avec un travail minimum du sol et une couverture végétale permanente (FAO, 2012). Depuis 1967 à Changins, un essai explore la rotation et le travail du sol en production céréalière. Jusqu'en 2004, le blé en rotation produisait en moyenne 56 q/ha, alors que le rendement d'une monoculture de blé atteignait moins de 50 q/ha. Les tests de différents modes de gestion des résidus de récolte et de la fumure azotée n'avaient pas pu atténuer les effets négatifs de la monoculture. Pour mieux cerner le rôle des problèmes phytosanitaires, les facteurs variété et protection fongicide ont été ajoutés au dispositif durant trois années (2006, 2008 et 2010), élargissant ainsi les possibilités d'interactions entre facteurs.

La monoculture a pénalisé le rendement de 8 à 22 q/ha, affectant essentiellement le nombre grains produits, et non leur poids. Deux années sur trois, l'effet du travail du sol était significatif, avec un écart moyen de 8 q/ha en faveur du labour; l'écart était plus prononcé en monoculture (interaction). L'écart entre variétés a atteint 8 à 15 q/ha, correspondant à des différences connues; la productivité supérieure de Tapidor par rapport à Arina était plus manifeste en rotation (interaction). Le gain de rendement par la protection fongicide variait entre 4 et 7 q/ha, invariablement de la charge en céréales. La variance du rendement était distribuée à raison de 43% pour la rotation, 27% pour la variété, 12% pour le travail du sol, 9% pour les fongicides et 8% en interactions.

L'effet préventif de mesures telles que la rotation et le labour a été relevé pour le piétin-verse (*Oculimacula yallundae*, *O. acuformis*), la septoriose (*Septoria nodorum* et *S. tritici confondus*) sur feuilles et la fusariose sur épi (*Fusarium spp.*). Ces mesures phytosanitaires préventives ont parfois été insuffisantes en raison de conditions environnementales (sol, climat) particulièrement favorables aux maladies. L'oïdium (*Erysiphe graminis*) et la rouille brune (*Puccinia triticina*) n'ont été que très peu influencés par le système de culture. Toutefois en 2010, la sévérité de la rouille brune était significativement plus faible en monoculture malgré une forte pression de la maladie. Ceci interroge sur une influence de la microflore du sol, bactéries ou autres, sur la santé des plantes dans les parcelles non-perturbées (monoculture, TCS). Des études plus approfondies seront réalisées dans le cadre du Programme National de Recherches 68 (Utilisation durable de la ressource sol). La concentration en mycotoxines produites par la fusariose reposait sur la présence d'un antécédent maïs plutôt que d'un blé d'automne en monoculture. L'importance du labour ou d'une variété tolérante comme Arina a pu être soulignée. La tolérance variétale constituait un facteur essentiel et stable pour le contrôle des maladies.

L'intérêt d'une rotation équilibrée est particulièrement évident, ainsi qu'un choix variétal adapté. Avérée mais plus modeste, la contribution du labour reste supérieure à celle des fongicides qui ne pallient en rien les manquements des systèmes de culture.

Charles R., Cholley E., Frei P., 2011. Assolement, travail du sol, variété et protection fongicide en production céréalière. Recherche Agronomique Suisse 2(5), 212-219.

Charles R., Cholley E., Frei P., Mascher F., 2011. Maladies et rendement du blé d'automne: influence du système de culture. Recherche Agronomique Suisse 2(6), 264-271.

ZUSÄTZLICHE EXEMPLARE DER BULLETINS KÖNNEN SOLANGE VORRAT BESTELLT WERDEN

(Preis incl. Versand: Fr. 10.--)

Bulletin der SGPW / SSA

- Nummer 5: Les métabolites secondaires des plantes et leur importance en agriculture (1995)
- Nummer 6: Les nouvelles technologies dans l'agriculture / Neue Technologien für den Pflanzenbau (1996)
- Nummer 7: Wheat (proceedings of the workshop „Wheat“, March 1996)
- Nummer 8: The molecular basis of agronomically important traits in crop plants: consequences for plant production (1997)
- Nummer 9: Ernährungssicherung und Nachhaltigkeit weltweit: Beitrag der Pflanzenbauwissenschaften (1998)
- Nummer 10: Le pâturage boisé: quel avenir? (Die Waldweide von Morgen) (1998)
- Nummer 11: Medizinalpflanzen (Zusammenfassungen der Vorträge) (1998)
- Nummer 12: Nutrition des plantes et qualité des produits / Pflanzenernährung und Qualität der Produkte (1999)
- Nummer 13: Welche Zukunft hat die pflanzenbauliche Forschung in der Schweiz? (2000)
- Nummer 14: Mycorrhiza and root research in Switzerland (2000)
- Nummer 15: Die Pflanzenbauwissenschaften an der Schwelle des 21. Jahrhunderts / Les sciences des plantes au seuil du 21ème siècle (2001)
- Nummer 16: Pflanzenbauliche Forschung für den Biolandbau / Recherche en production végétale pour l'agriculture biologique (2002)
- Nummer 17: Stickstoff im Pflanzenbau: Effizienz, Umweltauswirkungen, Proteinversorgung / L'azote en production végétale: efficacité, effet sur l'environnement, approvisionnement en protéines (2003)
- Nummer 18: Anpassung der Pflanzen an die Umwelt / Adaptation des plantes à leur environnement (2004)
- Nummer 19: Qualität landwirtschaftlicher Produkte und Ernährung / Qualité des produits agricoles et alimentation (2005)
- Nummer 20: Beitrag des Pflanzenbaus zur Diversität und Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft / Contribution de la production végétale à la diversité et à la flexibilité de l'agriculture (2006)
- Nummer 21: Forschung für die Landwirtschaft / Agriculture et recherche (2007)
- Nummer 22: Wasser für die Landwirtschaft / L'eau pour l'agriculture (2009)
- Nummer 23: Innovation im Pflanzenbau: von der Idee zur Umsetzung / *L'innovation en production végétale: de l'idée à sa réalisation* (2010)
- Nummer 24: Phenomics: Innovative Methoden zur Erfassung von Pflanzeigenschaften für Züchtung und Anbau / *Phenomics: nouvelles méthodes d'évaluation des propriétés des plantes pour la sélection et la production* (2011)
- Nummer 25: Energieeffiziente Pflanzenproduktion / *Production végétale et efficacité énergétique* (2012)

Anmeldung als Mitglied der Schweizerischen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)

Herr Frau Institution/Organisation/Firma

Name: Vorname:

Beruf/Titel:

Institution/Abteilung:

Arbeitsgebiet:

Postadresse:

PLZ: Ort:

E-mail:

Student oder Doktorand
Universität/Institut/IFachhochschule:

Datum: Unterschrift:

Anmeldung bitte an folgende Adresse zustellen:
SGPW/SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen
E-Mail: michel.gygax@vol.be.ch