

Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau

Prof. Dr. Maria R. Finckh

Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen. e-mail: mfinckh@wiz.uni-kassel.de, Fax: 05542-981564

Einleitung

Obwohl die Landwirtschaft auf eine längere Geschichte zurückblicken kann als die meisten anderen Berufe, ist sie bis auf den heutigen Tag mit Problemen in Grössenordnungen konfrontiert, die anderen praktischen Berufen in solchem Ausmass nicht bekannt sind.

Neben der Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz stehen vor allem Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im Vordergrund.

Im 20. Jahrhundert war die Landwirtschaft durch die gezielte Einführung der Resistenzzucht, immer wirksamerer (u. oft weniger giftiger) Pestizide und anorganischer Düngemittel gekennzeichnet. Gleichzeitig wurden uns aber auch die Grenzen dieser Neueinführungen immer wieder dramatisch vor Augen geführt (Umwelt und Rückstandsproblematik, Resistenz-Zusammenbrüche). So basiert die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz auf der Integration von

- Resistenzzucht
- kulturellen Massnahmen
- Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- z.T. Warnsystemen

Das immer detailliertere Wissen über die Beziehungen zwischen Umweltbedingungen und Krankheiten und Schädlingen wurde in immer bessere Warnsysteme eingearbeitet, die für einige wichtige Krankheiten (z.B. Kraut und Knollenfäule, Apfelschorf, Getreiderost und Mehltau) inzwischen bedeutend auch zur Reduktion von Pestizideinsatz geführt haben.

Trotz grosser Anstrengungen kommt es immer wieder zu katastrophalen Epidemien und einige Krankheiten sind selbst mit massivem Pestizideinsatz nicht kontrollierbar (z.B. Kraut u. Knollenfäule). Viele Landwirte und Wissenschaftler haben sich deshalb mit diesem Konzept auch nicht zufrieden gegeben.

Obwohl im Ökologischen Landbau einige Pflanzenschutzprobleme durch erweiterte Fruchtfolgen und geringeres Düngungsniveau tendenziell verringert wurden, sind noch viele Probleme ungelöst und durch den Wegfall der chemisch-synthetischen Pestizide müssen verstärkt Alternativen gesucht werden. Einen wichtigen Beitrag zum Pflanzenschutz kann die gezielte Nutzung biologischer Vielfalt leisten, der im Folgenden genauer skizziert werden soll.

Die Nutzung von biologischer Vielfalt für den Ökologischen Pflanzenschutz

Landwirtschaftliche Aktivitäten stellen einen massiven Eingriff in die Natur dar und Agrar-ökosysteme unterscheiden sich stark von natürlichen Ökosystemen. Vor allem drei Hauptunterschiede tragen wesentlich zu einer Erhöhung der Gefahr von Krankheits- und Schädlings-epidemien bei:

1. Die **Grossflächigkeit**: Aus der Sicht eines Krankheitserregers, vor allem, wenn er windverbreitet ist, wie z. B. der Getreidemehltau oder Rost, sind die Veränderungen zur einheitlichen Grossflächigkeit ideal. Immer weniger Sorten mit entsprechend wenigen Unterschieden in ihren Resistenzen werden auf immer grösseren Flächen angebaut. Die Verringerung oder gar Eliminierung der Abstände zwischen "Inseln" von anfälligen Sorten, die vorher oft nur schwer zu überwinden waren, hat dazu geführt, dass die Krankheiten sich nun nicht nur regional sondern häufig europaweit rasant ausbreiten können. Obwohl Pflanzenzüchter ständig neue Resistenzen einführen, werden diese meist in viele Sorten eingekreuzt und weiträumig eingeführt. Damit bieten sie den Krankheitserregern optimale Bedingungen, sich auszubreiten, sobald die neue Resistenz durchbrochen ist. So gehen neue Resistenzen oft sehr schnell verloren. Die nun anfällige Sorte muss entweder mit Pestiziden geschützt oder durch andere Sorten ersetzt werden. Solch ein Sorten-, und damit auch Resistenzgen-Verbrauch ist offensichtlich nicht nachhaltig, sowohl in Bezug auf die Umwelt als auch auf den Verbrauch der nur begrenzt verfügbaren Resistenzgene.
2. Die **zeitliche und räumliche Einheitlichkeit**: Wenn alle Pflanzen im gleichen Wuchsstadium sind, werden Erreger, die spezifische Stadien bevorzugen auch gefördert. Schädlinge sind meist durch die Fähigkeit sich extrem schnell zu vermehren gekennzeichnet, während ihre natürlichen Gegenspieler in ihrer Entwicklung meist hinterher hängen, da sie ja die Schädlinge als Nahrungsgrundlage nutzen. Wenn aber Nahrung für die Gegenspieler (in Form von Schädlingen oder anderen Quellen) vor dem Ausbruch einer Epidemie vorhanden ist, haben die Gegenspieler eine Chance sich zu entwickeln und dann auf die Schädlingsvermehrung besser zu reagieren.
3. Die häufige **Nutzung von gebietsfremden Kulturpflanzen, die nicht natürlich in einem Gebiet vorkommen** (Weizen, Gerste, Kartoffeln, Sonnenblumen etc. sind z.B. alle aus anderen Regionen eingeführt worden): Viele spezifische Schädlinge werden mit den Kulturpflanzen verschleppt in Gegenden, wo häufig dann die natürlichen Gegenspieler fehlen.

Ganz sicher ist es keine Option, unsere wichtigsten Nutzpflanzen nicht mehr anzubauen, weil sie ursprünglich von woanders herkommen. Aber es ist möglich, die ersten beiden Faktoren wesentlich zu beeinflussen, um damit Einfluss auf die Krankheits- und Schädlingsentwicklung zu nehmen und dies ist der Inhalt meiner eigenen Forschungsarbeit:

Biologische oder genetische Vielfalt kann sich sowohl auf eine Vielfalt von Arten aber auch auf eine Vielfalt innerhalb von Arten beziehen und Vielfalt kann sowohl räumlich als auch zeitlich sein.

Ein Beispiel zeitlicher Vielfalt sind natürlich die **Fruchtfolgen**, die eines der wichtigsten Standbeine des Pflanzenschutzes sind. Sie können oft die Lebenszyklen von Schädlingen unterbrechen und somit die Überdauerung im Feld reduzieren. Die Effektivität der Fruchtfolgen zur Krankheitskontrolle und Ertragsstabilisierung kann auch nicht durch den verstärkten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ersetzt werden, da sie gleichzeitig natürlich auch dem Aufbau und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit dienen.

Räumliche Vielfalt kann durch den Anbau verschiedener Arten und Sorten in benachbarten Feldern oder im selben Feld (Sorten u. Artenmischungen) hergestellt werden. Der Nutzen verschiedener Arten ist im Biologischen Landbau in Bezug auf die Förderung nützlicher Insekten gut bekannt. So können blühende Kräuter als Nektar und Pollen-quelle alternative Nahrung bieten oder Schadinsekten durch Gerüche und falsche Sichtsignale (Farben/ Formen) die Wirtsfindung erschweren.

In Bezug auf Krankheiten spielen andere Faktoren eine Rolle. Z.B. kann man in einer Sortenmischung Sorten mit derselben Qualität (Weizenklasse, etc.), die agronomisch zusammenpassen (Erntetermin, etc.) aber verschiedene Resistenzen in Bezug auf die am Ort wichtigen Krankheiten (und Schädlinge) besitzen, gemischt anbauen. In solch einer Mischung wird ein Krankheitserreger, der eine der verwendeten Sorten anfallen kann an der schnellen Verbreitung gehindert, da die andere Sorte wie eine Barriere wirkt und viele Sporen auf eine resistente Sorte fallen.

In letzter Zeit ist von verschiedenen Forschungsteams nachgewiesen worden, dass Pflanzen, die avirulenten Krankheitserregern ausgesetzt werden, häufig dann später eine **“induzierte” (=ausgelöste) Resistenz** gegen eigentlich virulente Erreger aufweisen, analog einer Impfung bei Mensch und Tier, nur dass bei Pflanzen die Wirkungszeit und der -Ort kurz und lokal begrenzt sind. Induzierte Resistenzen könnten u.U. auch mit anderen Stoffen ausgelöst werden, wie z.B. Salicylsäure (Aspirin) und anderen Substanzen, welche bereits getestet werden.

Eine wichtige Eigenschaft der induzierten Resistenz ist, dass sie nur dann hervorgerufen werden kann und wirksam ist, wenn verschiedene Erreger oder Erregerrassen gleichzeitig auf verschiedenen resistenten Pflanzen auftreten. Das heisst, dass induzierte Resistenz direkt durch biologische Vielfalt gefördert wird. Ein eindrückliches Beispiel geben Daten aus einem Feldversuch mit Weizen und Gelbrost (Tabelle 1). Hier wurde eine Sorte 1, die gegen Rasse 1 anfällig war entweder mit Sorte 2, die gegen Rasse 2 anfällig war oder mit Sorte 3, die gegen

Tabelle 1. Gelbrostbefall (% befallene Blattfläche F-1 Blatt) von Weizen Sorte 1 in Mischungen mit Sorte 2 oder Sorte 3 bei Befall mit Rasse 1 und 2. Der Befallsunterschied zwischen den beiden Varianten war signifikant in allen drei Fällen.

Sorte 1 gemischt mit	Rassen, die sich vermehren können	% Befall auf Sorte 1
Sorte 2	1 und 2	32
Sorte 3	1	62
Sorte 2	1 und 2	56
Sorte 3	1	87
Sorte 2	1 und 2	19
Sorte 3	1	63

Rasse 1 und 2 resistent war gemischt. Beimpft wurde mit Rasse 1 und 2 gemeinsam. Wenn Sorte 1 und 2 gemischt waren, konnten sich Rasse 1 und 2 vermehren, d.h. Rasse 2 Sporen fielen auch auf Sorte 1 und Rasse 1 Sporen auf Sorte 2. Wenn Sorte 1 und 3 gemischt wurden, konnte sich nur Rasse 1 vermehren und nur Rasse 1 fiel auf Sorte 1. Jedes Mal, wenn sowohl Rasse 1 als auch Rasse 2 sich vermehren konnten, war die Krankheit auf Sorte 1 signifikant geringer als wenn nur Rasse 1 sich vermehren konnte. Von Kollegen in Frankreich wurden ähnliche Versuche durchgeführt, die diese Ergebnisse bestätigen.

Sortenmischungen haben in der Praxis bereits bewiesen, dass sie massiv zur Reduktion des notwendigen Fungizideinsatzes beitragen können. So wurde in der ehemaligen DDR zwischen 1984 und 1990 praktisch der gesamte Sommergerstenanbau (Malzgerste) auf Mischungsanbau umgestellt und dabei konnten 80% der vorher benötigten Fungizide gegen Mehltau eingespart werden (Abb. 1). Leider ist der Mischungsanbau seit der Wiedervereinigung fast verschwunden, da keine Förderung der gemischten Saatgutproduktion mehr stattfindet (und auch keine raren Devisen mehr notwendig sind, um Fungizide zu kaufen). Aber Sortenmischungen werden in immer größerer Masse in vielen Ländern der Welt angebaut.

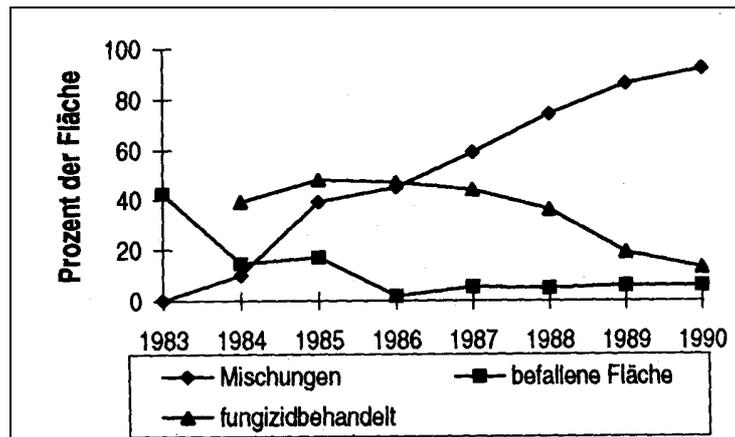


Abb. 1. Produktion von Sommergerstenmischungen in der ehemaligen DDR. Anteil der Felder mit mehr als 20% mit Mehltau befallener Blattfläche und der Anteil der Felder, die mit Fungizid behandelt wurden (Daten von Skadow 1990).

Obwohl Sortenmischungen die Vielfalt innerhalb der Kulturarten fördern, sind jedoch auch diese nicht vor allen Krankheiten sicher. Zum Beispiel kann die Schwarzbeinigkeit des Weizens so nicht bekämpft werden, da gegen diese keine Resistenzen bekannt sind und so keine Vielfalt der Resistenzen ausgenutzt werden kann. Hier hilft nur die Fruchtfolge. Andererseits können Sortenmischungen den Befall mit *Septoria nodorum* Blatt und Spelzenbräune verringern, obwohl keine spezifischen Resistenzen gegen diese Krankheit bekannt sind.

Aber auch wenn zum Mischen nutzbare Resistenzen vorhanden sind, z.B. Resistenz A und B, so besteht die Gefahr, dass sich die meisten Krankheitserreger über kurz oder lang an die neue Situation anpassen, indem sie die Doppelvirenz *ab* entwickeln und dann beide Resistenzen anfallen können. Dem kann durch eine regelmäßige Veränderung der Mischungszusammensetzung ("Fruchtfolge") entgegengewirkt werden. So kann in einem Jahr die Mischung A+B, im nächsten C+D und wieder im nächsten A+D etc. angebaut werden. Auch können in verschiedenen Feldern verschiedene Mischungen angebaut werden.

Noch wirksamer als diese Taktik ist aber die Verwendung von Artenmischungen. Krankheitserreger können sich zwar meist an neue Resistenzen innerhalb einer Art anpassen, es sind aber nur sehr wenige Fälle bekannt, in denen ein Erreger sich an eine neue Art angepasst hat (dies geschieht nur, wenn die beiden Wirtsarten sehr nah verwandt sind wie z.B. Weizen und Triticale).

Artenmischungen sind natürlich auch keine Neuheit in der Landwirtschaft und werden nicht nur wegen der Krankheitsbekämpfung genutzt. Futtergras und Kleemischungen werden u.a. aus Gründen des Ertrags, der Ertragsstabilität und der Ausgewogenheit der Nährstoffe für die Tiere angebaut. Getreidemischungen mit Ackerbohnen und anderen Leguminosen waren bis in die 50er Jahre in ganz Europa populär. Auch Futtergetreidemischungen wie Gerste/Hafer oder Gerste/Weizen/Hafer sind in der Landwirtschaft altbekannt. In Polen werden derzeit über 1.4 Mio. ha Futtergetreidemischungen angebaut mit zunehmender Tendenz. Für die polnischen Landwirte spielen Ertragsstabilität und Kontrolle des Gerstenmehltaus und anderer Krankheiten eine zentrale Rolle bei der Entscheidung, Artenmischungen anzubauen.

Neben diesen altbewährten Systemen von Artenmischungen sind in den letzten Jahren mehrere Feldbausysteme neu entwickelt worden oder wiederaufgenommen worden, die sich sowohl positiv auf die Artenvielfalt als auch auf Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter auswirken. Dazu gehören die Maiswiese, die Buntbrachestreifen im Getreidebau, Klee und Grasuntersaaten im Getreide und die Unkrautstreifen im Weinbau. Diese Anbausysteme sind im engeren Sinne nicht nur Artenmischungen sondern überlappende Fruchtfolgen. So wird in der Schweiz z.B. der Mais in die schon existierende Wiese gesät und die Wiese bleibt nach dem Mais bestehen. Neben stark reduzierten Erosionsproblemen wurden sowohl in den Maiswiesen als auch bei der Kleeuntersaat Reduktionen mehrerer Krankheiten, anderer Schädlinge (Schnecken, Blattläuse, andere Insekten) und Unkräuter festgestellt. Auch die Buntbrachestreifen tragen signifikant zur Vielfalt und Anzahl der natürlichen Gegenspieler im Feld bei.

Während Untersaaten erheblich die Verbreitung von bodenbürtigen und Wassertropfenverbreiteten Pathogenen vermindern können, müssen Untersaaten auch noch weitere Funktionen erfüllen, um rentabel zu sein, da sie häufig den Ertrag der Hauptfrucht im gegebenen Jahr reduzieren. Solche Funktionen liegen im Tierfutterbereich, Erosionsschutz und langfristiger Bodenfruchtbarkeit.

Vielfalt wirkt sich auch auf den Ertrag aus. Zwar gibt es in jedem Jahr und an jedem Ort eine Sorte, die Spitzenerträge erzielt. Es ist jedoch nicht möglich, vorauszusagen, welche Sorte dies jeweils sein wird. Im Gegensatz dazu schwanken die Erträge von Sortenmischungen meist weniger und tragen so zur Ertragsstabilität bei. Ein ganz wichtiges Phänomen, das zur Stabilität in Sortenmischungen beiträgt ist die **Kompensation**. Wenn in einem Bestand nicht alle Pflanzen gleich stark geschädigt sind, leiden weniger geschädigte Pflanzen weniger durch Konkurrenz von den geschädigten Pflanzen und können so durch höhere Einzelpflanzerträge oft Einbussen ausgleichen. So nimmt normalerweise in Reinbeständen mit zunehmendem Befall der Ertrag in gleichem Masse ab. Dagegen werden in Mischungen oft weniger starke Ertragseinbussen beobachtet. Dies gilt auch für Schäden, die durch Hitze, Kälte oder Trockenheit hervorgerufen wurden.

Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau, wo besteht Handlungsbedarf?

Im Ökologischen Landbau spielen zum Teil andere Krankheiten eine wichtigere Rolle als im konventionellen Landbau. Zum Beispiel werden Mehltau und Rostkrankheiten des Getreides durch die tendenziell geringere Stickstoffversorgung gehemmt. Allerdings fördern die vermehrten Düngergaben, die wegen erhöhter Qualitätsanforderung auch im Ökolandbau zunehmen, wieder den Befall. Da im Ökolandbau Fruchtfolgen generell weiter und vielfältiger sind, können bodenbürtige und andere Fruchtfolgekrankheiten normalerweise gut in Schach gehalten werden.

Im Gegensatz zu diesen positiven Effekten des Ökolandbaus auf die Pflanzengesundheit sind mit den neuen Vorschriften, die den Einsatz biologisch erzeugten Saatgutes vorschreiben, in Zukunft allerdings massive Probleme mit **samenbürtigen** Krankheiten zu erwarten. Auch für die Verhinderung von Insektenschäden in der Saatgutproduktion, wie z.B. durch den Erbsenwickler, müssen neue Wege gefunden werden (z.B. Einsatz von Pheromone).

Mit dem Verbot des Kupfereinsatzes wird im Ökologischen Landbau kein wirksames Fungizid mehr zur Verfügung stehen, ausser bedingt Schwefel.

So rücken neben der Resistenz und kulturellen Massnahmen

- Biologische Vielfalt und Management von Resistenzen
- Verstärkte Hygienemassnahmen
- und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenstärkungsmitteln (induzierte Resistenz)

vermehrt in den Mittelpunkt der Pflanzenschutzstrategien.

Schlussbemerkung

Auch wenn biologische Vielfalt ein wichtiger Faktor im Ökologischen Pflanzenschutz ist, so kann sie nur ein Standbein sein. Nicht alle Kulturen eignen sich zum Mischen aus qualitäts und praktischen Gründen. Allerdings können Vorzüge der Vielfalt durch eine Verbreiterung des Sortenspektrums im Betrieb, Verkleinerung der Schläge und das Zulassen von blühenden Kräutern in den Betrieb eingebracht werden.

Das 20. Jahrhundert und die heutige Zeit sind geprägt von Neuerfindungen und einzelnen Ansätzen, wie Pestiziden, Resistenzzucht und genetischen Manipulationen, in die man immer wieder die Hoffnung setzte, dass sie die Probleme nun endgültig in den Griff bekommen. Wir sollten dafür sorgen, dass in Zukunft Wege, die sich auf viele einzelne Komponenten stützen, diese Sichtweise der Einzellösungen ablösen und damit für eine grössere Nachhaltigkeit und Stabilität in der Landwirtschaft insbesondere aber im Pflanzenschutz sorgt. Solch ein Ansatz bezieht das ganze Ökosystem ein und kann so zu einer echten Gestaltung und Stabilisierung des Lebensraumes Kulturlandschaft beitragen.