



Peter Kunz

Gesunde

Kulturpflanzen -

eine Herausforderung

© 2002 Getreidezüchtung Peter Kunz
Verein für Kulturpflanzenentwicklung
Hof Breitlen 5
CH - 8634 Hombrechtikon
Tel+Fax +41 +55 264 1787
EM: getreidezuechtung@peter-kunz.ch
HP: www.peter-kunz.ch

1.1. Einleitung

Die Gesundheit der Pflanzen wird von verschiedener Seite und mit unterschiedlichsten Zielen zum Mythos erhoben. Da sind einmal die blauäugigen Verheissungen der Agrarchemie und der Bio- und Gentechnologie. Sie versprechen uns strotzend gesunde Pflanzen, die, geschützt durch hochwirksame Resistenzen und Fungizide beste Erträge bringen und damit die Probleme der Welternährung ein für allemal lösen sollen.

Aber auch von der Seite der der Biologischen Landwirtschaft wird mit "Gesundheit" häufig mehr gemeint, als für die Erzielung guter und qualitativ hochstehender Erträge wirklich notwendig ist. So ist beispielsweise die Forderung nach der Züchtung resistenter Sorten in vielen Fällen nichts als eine unbedachte Übertragung konventioneller Anschauungen.

Angesichts von zum Teil weltweit zunehmenden Problemen mit bestimmten Pilzkrankheiten und Schädlingen stellt sich aber nicht nur der konventionellen, sondern auch der biologischen und biologisch-dynamischen Landwirtschaft und ihrer Pflanzenzüchtung eine große Herausforderung. Die Probleme sollten keinesfalls verharmlost werden! Aufgrund ihrer unterschiedlichen Zielsetzungen und Perspektiven können die konventionellen Anschauungen über Pflanzenkrankheiten und Schädlinge jedoch nicht einfach übernommen werden, sondern sie müssen in vielen Teilen vollständig überarbeitet und neu bewertet werden.

Eine organische Anschauung der Pflanze ist mit vielen gängigen Vorstellungen der modernen Resistenzzüchtung nicht zu vereinbaren. Allein schon die Einstufung der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge als Feinde ist innerhalb des ökologischen Gesamtkonzeptes unangemessen, weshalb auch die Aufrüstung der Kulturpflanzen mit verschiedensten Abwehrmechanismen wie z. B. „eingebauten Pestiziden" kritisch zu beurteilen ist.

Ein eigenes "Leitbild Pflanzengesundheit"

Die biologische (ökologische) Landwirtschaft braucht ein eigenes, ganzheitliches Konzept, ein Leitbild zur Pflanzengesundheit, aus dem heraus dann die Beurteilung der einzelnen Krankheit bzw. des Schädlings zusammen mit den zu treffenden Massnahmen und Vorkehrungen abgeleitet werden können. Solche Konzepte sind zwar beispielsweise in der Ausführungen von R. Steiner (1924) angelegt, aber bis heute noch nicht so weit ausgearbeitet, dass sie in der Praxis bereits einen breiten Eingang finden könnten. - Als Züchter (auch als Landwirt und Gärtner) benutzt man deshalb teilweise ganz konventionelle, teilweise auch alternative Vorstellungen, um zu gesunden Pflanzen zu kommen, wie sie von der Praxis, d.h. von Verarbeitern, Händlern und Konsumenten, gefordert werden.

Mehr und mehr muss aber in Zukunft in all diesen Bereichen ein ganzheitliches Konzept zum tragen kommen. Dazu soll die vorliegende Broschüre einen Beitrag liefern. Es handelt sich keineswegs um ein fertig abgeschlossenes Programm, sondern um Beobachtungen und gedankliche Ansätze, welche die Diskussion beleben und zu eigenen Beobachtungen anregen sollen.

Zur Entstehung dieser Broschüre

Im Frühjahr 2001 ist aus den vielfältigen Erfahrungen und Beobachtungen im praktischen Getreidezüchtungsbetrieb eine kurze „Skizze einer biologisch-dynamischen Phytopathologie“ entstanden, deren Aspekte im Hinblick auf eine andere Publikation in verschiedenen Arbeitskreisen mit biologisch-dynamischen Landwirten und Züchtern diskutiert worden ist. Ausserdem ist vieles von dem hier Dargestellten an den alljährlichen Führungen durch die Zuchtgärten und Anbauversuche und in vielen Vorträgen ausgeführt und diskutiert worden. Als Fortsetzung soll diese Broschüre jetzt ein breiteres Gespräch anregen. Anregend kritische Rückmeldungen werden deshalb gerne entgegengenommen!

Das deutliche Übergewicht der Getreide und speziell des Weizens kommt von der besonders intensiven Beschäftigung mit dieser zu den wichtigsten Nahrungspflanzen gehörenden Kulturpflanze. Dennoch haben viele Aspekte, insbesondere die allgemeinen Gesichtspunkte zur Pflanzenentwicklung und zur Fruchtbildung auch für andere Pflanzen Gültigkeit.

Folgende Themen werden im ersten Teil angesprochen und anhand von typischen Beispielen dargestellt:

- Pflanzen als umweltoffene Lebewesen: woraus wachsen die Pflanzen?
- Wild- und Nahrungspflanze: was bedeutet „Fruchtbildung“?
- Was ist die Quelle der Pflanzengesundheit?
- Welche Aufgaben haben Pilzkrankheiten? Funktion der verschiedenen Krankheitstypen.
- Was für Aufgaben haben Pflanzenschädlinge?
- Was für Aufgaben haben „Unkräuter“?
- Überlegungen zur Schädlings- und Unkrautregulierung durch „Veraschung“.

Die Beschreibung der Zusammenhänge im ersten Teil ist bewusst in einer einfachen, „nichtwissenschaftlichen“ Sprache gehalten. Das soll nicht heißen, dass die Phänomene ungenau beschrieben werden sollen, aber es sollen Fachbegriffe möglichst vermieden werden, um niemandem den Zugang vorzuenthalten. Denn nur zu oft bildet die gängige wissenschaftliche Begriffsbildung ein echtes Hemmnis (Paradigma) für das Verständnis der Zusammenhänge und Phänomene und damit zu ihrer eigenen Weiterentwicklung.

Ziel ist es, den Problembereich "Pflanzenkrankheiten und Schädlinge" nicht isoliert zu betrachten, sondern ihn in einem weiten Bogen einzukreisen. Deshalb werden zuerst einige allgemeine Gesichtspunkte zum Pflanzenwachstum, zu den Unterschieden von Wild- und Kulturpflanzen sowie zur Qualitätsbildung entwickelt.

Der zweite Teil enthält mehr fachspezifische Fragen, dargestellt aus der Sicht der Biologischen Landwirtschaft und einer der Nachhaltigkeit verpflichteten Pflanzenzüchtung.

1.2. Was sind Pflanzen?

Die Pflanzen sind umweltoffene Lebewesen, die fortwährend ihrer Umgebung ausgesetzt sind, aus der sie sich aktiv selbst aufbauen und vermehren. Im Rhythmus von Tag und Nacht verlaufen die Licht-, Wärme- und Kohlen säureassimilation sowie die Umwandlung der gebildeten Substanzen in die sich aufbauende Pflanzengestalt. Im Verlauf der Jahreszeiten und eingebettet in die unmittelbare Abhängigkeit von den Licht-, Tageslänge- und Wärmerythmen vollziehen sie ihre Entwicklungsschritte: Keimen - Wachsen -

Aufrichten - Blühen - Reifen und Samen bilden. Meist setzen wir diese enge Einbindung unbewusst voraus und bemerken sie erst dann, wenn etwas "schiefgelaufen" ist: wenn der zu spät gesäte Salat aufstengelt oder wenn im Frühjahr gesäeter Winterweizen keine Ähren bildet, oder wenn Tomaten nicht wachsen und ausreifen, weil es zu kühl ist.

Aber nicht nur zur oberirdischen Umgebung sind die Pflanzen offen, sondern auch zu dem, was die Wurzeln im Boden antreffen, was sie mit ihrer eigenen Aktivität und im Zusammenwirken mit den Bodenmikroorganismen aufschliessen und aufnehmen. Ausserdem bekommen die Pflanzen von der Erde die Hauptrichtung ihres Wachstums: senkrecht vom Erdmittelpunkt aus wächst der Stengel in die Höhe.

Pflanzen wachsen aus dem, was ihnen die Umgebung entgegenbringt. Sie wachsen aus den Kräften der Erde und des Kosmos.

In ihrem Wachstum verbinden die Pflanzen aus dem Boden wirksame Kräfte und Stoffe organisch mit denjenigen über der Erde. So bildet sich - wo immer es von den Umweltbedingungen her möglich ist - eine die ganze Erdoberfläche überziehende Vegetationsdecke.

Während im Unorganischen der Kosmos (Wärme, Licht ...) nur eine zerstörende Wirkung auf die Erde ausüben kann, begegnen sie sich in den Wachstumszonen der Pflanzen so, dass neue Substanz gebildet wird. Die schon vorhandene Pflanzensubstanz bildet auf diese Weise eine Art erhöhte Erde - bei verholzten Pflanzen und Bäumen mit ihren Knospen ist das am deutlichsten sichtbar - aus der das folgende Wachstum wiederum neu hervorgehen kann.

Die Pflanzenentwicklung verläuft in zeitlichen Phasen von der Keimung über die vegetative Wachstumsentfaltung zum Höhepunkt der Blüte und konzentriert sich schlussendlich wieder in einer neuen Samenbildung. Mit dem Samen verbunden ist auf der einen Seite die „Lebensfähigkeit“, die Fähigkeit wieder eine neue vollständige Pflanze hervorzubringen (das ist ein „universelles Potential“), auf der anderen Seite wirkt im Wachstum auch die Vererbung mit (das ist die individuelle Vergangenheit jeder Einzelpflanze). In ihrem Wachstum, im Aufbau ihrer neuen Raum- und Zeitgestalt verbinden die Pflanzen das Vererbte mit den aktuellen Standortwirkungen sowie mit dem kosmischen Umkreis. Damit erweisen sich die Pflanzen mit ihren Wachstums- und Gestaltungskräften als unmittelbar zusammenhangbildend.

de Lebewesen.

Im Bereich der irdischen Umgebungsbedingungen gestaltet der Landwirt und der Gärtner mit seinen pflanzenbaulichen Massnahmen (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Humuspflge und Düngung) sowie mit den biologisch-dynamischen Präparaten die Empfänglichkeit des Standortes und der Pflanzen für die Umkreiswirkungen, soweit er die natürlichen Bedingungen (geologische Unterlage, Bodenart, Exposition) zu beeinflussen in der Lage ist. Dadurch werden sowohl der Standort als auch die die kosmischen Wirkungen individualisiert.

Das kurzfristige Ziel des Pflanzenbaus ist die Ausrichtung (Öffnung) des Standortes auf diejenigen Pflanzen und Früchte hin, die man ziehen will (eine Vegetationsperiode). Langfristig wird eine Steigerung der Fruchtbarkeitspotentials des Standortes angestrebt.

Direkt aus dem kosmischen Umkreis kommen den Pflanzen Licht, Luft und Wärme zu.

Der Pflanzenzüchter befasst sich mit der (genetischen) **Konstitution der Pflanzen**, die in der Entwicklungsdynamik mit den von den Landwirten und Gärtnern gestalteten Gegebenheiten der spezifischen Standorte in Einklang zu bringen ist, damit die Pflanzen das Potential des Standortes so gut (ökonomisch) wie möglich ausschöpfen und in die Fruchtbildung und Ausreifung überführen können.

Gelingt dies, so wachsen hohe Erträge von bester Qualität heran und es kann von einer "Vervollkommnung der Natur" im ursprünglichen alchymistischen Sinne (Paracelsus) gesprochen werden.

1.3. Was unterscheidet Wild- und Nahrungspflanzen?

Welchen Einfluss hat das auf unsere Auffassung von „Krankheit“?

Auf dem Zusammenwirken dieser drei Quellen (Same, Erde und Kosmos) beruhen nicht nur alle Evolutionsprozesse, die der Pflanzenzüchter mit seinen Methoden handhabt, sondern auch die Steigerung und die Veredlung des rein natürlichen Wachstums in der Fruchtsubstanzbildung für die mensch-

liche (und tierische) Ernährung. Die Wildpflanzen sind in erster Priorität darauf ausgerichtet, sich selber reproduzieren zu können. Bei den Nahrungspflanzen ist die Reproduktion zugunsten der Fruchtbildung vermindert, was tendenziell immer ein Herausfallen aus dem reinen Naturzusammenhang und eine Schwächung der Konkurrenzfähigkeit der Pflanze bedeutet. Daher sind sie auf vielfältige Kulturmassnahmen angewiesen, ohne die sie in der Natur nicht überleben könnten.

Jedes Organ der Pflanze kann Frucht werden. Fruchtbildung ist einerseits eine Vergrösserung und ein längeres Jugendlich-Bleiben der Fruchtorgane, gleichzeitig aber auch eine verfeinerte Durchgestaltung der gebildeten Substanz, wie sie sich unter anderem in fruchttypischer Färbung, im Aroma und im Geschmack äussert. Zur Fruchtbildung braucht es ein verstärktes vegetatives Wachstum bei gleichzeitig intensivierten Reifungsprozessen.

Pflanzengesundheit hat existenzielle Bedeutung

Bei Wildpflanzen interessiert sich nur selten jemand dafür, wenn sie von Krankheiten und Schädlingen befallen werden. Bei Nahrungspflanzen hat dies unter Umständen rasch existenzielle Folgen, weil wir uns von ihnen ernähren, von ihnen leben.

Der Umstand, dass Hungersnöte durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge ausgelöst werden, ist heute bei uns (in Entwicklungsländern sieht das anders aus!) vielleicht nicht mehr so aktuell wie vor noch nicht allzulanger Zeit. Was uns heute vielmehr beschäftigt, ist die Tatsache, dass der Befall mit gewissen Pilzkrankheiten eine massive Qualitätsverminderung bewirken und zum Teil aufgrund der Toxinbildung eine sehr ernste Gesundheitsgefährdung der Konsumenten nach sich ziehen kann.

Qualitätsbildung bei den Nahrungspflanzen

Über Geschmack braucht man nicht zu streiten! Obwohl jede Nahrungspflanzenart und jede Sorte ihren Fruchtbildungsprozess auf ihre spezifische Weise und zudem an jedem Standort in etwas anderer Art vollzieht, lassen sich typische Reifezustände ermitteln. Wer beispielsweise einmal Kopfsalat in verschiedenen Stadien probiert hat, kann genau sagen, wann eine bestimmte Reifequalität erreicht ist. Genauso lassen sich die Frucht- und Reifequalitäten der verschiedensten landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produkte mit Mitteln überprüfen, die grundsätzlich jedem Menschen direkt

zugänglich sind. Meistens ist der erste Eindruck, den wir von einer Frucht haben, ein Farb- und ein Gestalteindruck. Je nachdem, ob ein Apfel grün, gelb oder rot, das Rüebli spitz, beinig oder an der Spitze abgerundet ist, erwarten wir andere Duft- und Geschmacksnuancen. Während das Auge vor allem Erwartungen weckt, haben wir über die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung einen Zugang zur unmittelbaren Erfahrung der Frucht-bildungs- und Reifungsprozesse und mit einiger Übung lässt sich auf diesem Weg ein hochempfindliches, objektives Sensorium ausbilden.

Dieses Sensorium ist heute bei vielen Konsumenten - aber genauso bei vielen Produzenten völlig unterentwickelt oder von unreflektierten Erwartungen überdeckt. Man nehme sich jedoch ein Beispiel bei Weinkennern, die ausser der Rebsorte auch die Anbauregion, das Jahr und alle Fehler, die bei der Kelterung und bei der Lagerung gemacht worden sind, zuverlässig nennen können. Daraus könnte sich eine neue Perspektive für eine Qualitäts-Nahrungsmittelproduktion ergeben, die sich weniger an der Menge als an den sensorischen Eigenschaften orientiert. Denn in vielen Fällen (nicht immer!) bedeuten höhere Mengen - ähnlich wie beim Wein - unmittelbar eine "Verdünnung" der sensorischen Qualität.

1.4. Was ist die Quelle der Pflanzengesundheit?

Als Gärtner oder als Landwirt ist man häufig so stark auf Pflanzenkrankheiten und Schädlinge fixiert, dass man leicht die weitaus überwiegende Gesundheit der Pflanzen übersieht. Das fortwährende Bestreben aller Pflanzen, weiterzuwachsen und sich stets wieder neu in ein ausgewogenes Verhältnis zu ihrer kosmischen und irdischen Umwelt zu stellen, ist die unerschöpfliche Quelle ihrer Gesundheit. Deshalb kann man sagen:

Die Pflanzen wachsen sich fortwährend gesund.

Was für die grüne, wachsende Pflanze gilt, muss für die Früchte etwas relativiert werden, denn sie werden ja mit der Ernte vom pflanzlichen Entwicklungsprozess abgeschnitten und fallen danach einem mehr oder weniger schnellen Abbau anheim. Viele Untersuchungen zum Nachernteverhalten zeigen jedoch, dass sich ein ausgewogenes Wachstum und eine intensive

Ausreifung stets auch positiv auf die Nachreifung und die Haltbarkeit auswirken. In diesem Sinne ist auch bei den Früchten das Wachstums- und Reifungsvermögen der Pflanzen die Quelle ihrer Gesundheit.

Resistenz und/oder Gesundheit?

Ein weiterer Schritt zum Verständnis der Pflanzengesundheit ist die Relativierung dessen, was normalerweise unter "Resistenz" verstanden wird: Gerade aus dem ökologischen Land- und Gartenbau wird immer wieder die Forderung an die Züchtung herangetragen, resistenterer Pflanzen zu züchten, da keine Pestizide verwendet werden dürfen. Und gewisse Exponenten erhoffen sich von einer "Grünen Gentechnik" die Lösung der Probleme. Dabei wird nicht bemerkt, dass resistente Pflanzen meist nur vordergründig gesund erscheinen. Die Resistenz auch bei der klassischen Resistenzzüchtung (!) beruht nicht selten auf dem Prinzip eines "eingebauten Pestizids", d.h. auf der Bildung von Hemmstoffen in der Pflanze. Dadurch werden nur Symptome bekämpft und das Problem wird nicht am wirklichen Ursprung, bei der unausgewogenen Gesamtkonstitution der Pflanzen, gesucht.

Aus diesem Grunde gehen auch die besten Resistenzen früher oder später wieder verloren, weil die Natur stets neue Wege findet, um den vorherrschenden Einseitigkeiten Ausdruck zu verschaffen: sie bildet neue Pilzrassen, oder es treten andere Krankheiten oder neue Schädlinge umso stärker auf. Das liegt in der Umweltoffenheit der Pflanzen und an ihren Bestreben, wieder ein Gleichgewicht zu erreichen. Pflanzen sind auf gegenseitige Kooperation mit verschiedensten Mikroorganismen angelegt. Der Übergang vom kooperativen Verhältnis zum Schädling ist in den meisten Fällen fließend. Mit einer einseitigen Resistenzzüchtung kann die Offenheit der Pflanzen und damit ihre Kooperationsfähigkeit mit anderen Organismen empfindlich gestört werden.

Mit diesen Ausführungen soll deutlich werden, dass es nicht darum gehen kann, neue Wege zur Erzielung von vollresistenten Pflanzen oder absolut "sauberen" Pflanzenbeständen aufzuzeigen. Vielmehr geht es um subtile Zusammenhänge, auf die es mehr und mehr aufmerksam zu werden gilt, wenn die Krankheiten mit angemessenen und nachhaltigen Mitteln in Grenzen gehalten werden sollen. Das sind Massnahmen, die aus einem umfassenden Verständnis des Pflanzenwachstums selber zu gewinnen sind.

Alle Beteiligten (Landwirte, Gärtner, Züchter, Verarbeiter, Händler und Konsumenten) werden gleichermassen lernen müssen, aus einem wirklichen Verständnis dieser Zusammenhänge gesunde Nahrungsmittel heranwachsen und reifen zu lassen, zu verarbeiten und zu konsumieren.

Ein **gesunder Pflanzenorganismus** entwickelt sich so, das er mit allen seinen Substanzen ökonomisch umgeht. Nirgendwo entsteht Abfall, nichts wird sinnlos abgelagert, alles ist in die Ganzheit des Lebewesens integriert. Gesundheit ist daher bei den Pflanzen fast immer der Normalfall. Pflanzenkrankheiten erscheinen immer dann und nehmen überhand, wenn das Verhältnis zwischen kosmischen und irdischen Kräften aus dem Gleichgewicht geraten ist. Dann bildet sich im Pflanzenorganismus selber (physiologisch) oder in der unmittelbaren Umgebung (mikroklimatisch) ein Milieu, das für die Entwicklung verschiedenster Mikroorganismen förderlich sein kann. Bei der gesunden Pflanzenentwicklung ist das Verhältnis zur Mikroorganismen-Vielfalt in der Umgebung kooperativ, d.h. die Mikroorganismen sind dem höheren Organismus eingeordnet. So besiedelt eine Vielzahl von Pilzen die ganze Pflanze und lebt mit ihr in einer Symbiose, längst nicht nur im Bereich der Wurzeln, sondern auch auf den Blättern und in den Blüten. Erst wenn Ungleichgewichte auftreten, können sich die "Spezialisten" vermehren oder ansiedeln.

Das Auftreten von Krankheitssymptomen und Schädlingen auf den Pflanzen ist deshalb nicht die wirkliche Ursache, sondern sie zeigen einen beginnenden Heilungsprozess.

Durch die Krankheit strebt die Pflanze in ihrer Entwicklung wieder zum natürlichen Gleichgewicht. Natürliches und bei der Kulturpflanze angestrebtes Gleichgewicht ist jedoch nicht dasselbe! Nicht selten sind es gerade die Ziele der Anbauer, welche die Pflanzen - beispielsweise über einseitige Düngungsmassnahmen - aus dem Gleichgewicht bringen und krank werden lassen. Während sich der Krankheitsbefall bei einer Wildpflanze höchstens auf ihre Reproduktion auswirkt, muss bei den Kulturpflanzen ein Gleichgewicht auf wesentlich höherem Niveau angestrebt werden, um die Fruchtbildung zu gewährleisten. Dafür gibt es in der Natur kein Vorbild.

Es ist eine bis heute noch nicht hoch genug eingeschätzte Kulturleistung der

Landwirtschaft und des Gartenbaues, dieses Gleichgewicht auf höherem Niveau fortwährend zu pflegen und zu erhalten, um damit dem grossen Anteil der nichtlandwirtschaftlichen Bevölkerung ihre Ernährung zu sichern!

Alle Krankheitsverläufe beruhen bei den Pflanzen auf dem Prinzip der „Langsamkeit“. Genauso wie die Pflanzenentwicklung selbst, haben die Krankheits- und Schädlingsepidemien ihre eigene Zeitgestalt, d.h. einen organischen Entwicklungsverlauf. Daher gibt es in der Praxis der biologischen Landwirtschaft nur wenige Möglichkeiten, das Ungleichgewicht mit Feuerwehmassnahmen wieder ins Lot zu bringen, sondern vor allem durch Vorbeugung: angepasste Düngung, Saatzeit und Sortenwahl, Bodenbearbeitung (Durchlüftung), Pflegemassnahmen. Und um dies zu können, braucht es subtile Kenntnis: des Standortes, des Bodens, der Düngerwirkung, der Sorten.

Zu einem erweiterten Verständnis der vielen Krankheiten braucht es nicht in erster Linie eine detaillierte Kenntnis der Krankheitserreger mit ihren Lebenszyklen und ihren spezifischen Lebensbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit eine Krankheit auftreten und sich verbreiten kann. Vielmehr brauchen wir eine vertiefte Anschauung der Dynamik des pflanzlichen Wachstums in Relation zu den räumlichen und zeitlichen Umgebungsbedingungen. Erst wenn wir mit einem scharfen diagnostischen Blick die Einseitigkeiten einer Pflanze an einem Standort sehen, können wir verstehen, weshalb sie eine Krankheit oder einen Schädling braucht, um wieder ins Gleichgewicht zu kommen. Biologisch arbeitende Gärtner und Landwirte müssen deshalb beste Kenner der feinen Lebenszusammenhänge sein!

Deshalb soll vertieft auf die pflanzliche Entwicklung eingegangen werden, weil jedes Verständnis auf dieser Basis aufbaut. Wir verwenden hier als Beispiel die Entwicklung der Getreidepflanze; es kann jedoch genauso gut eine andere Pflanze sein. Einzelne Gesten werden dann ein anders Gewicht haben oder anders akzentuiert sein.

1. 5. Qualitative Stufen in der Pflanzenentwicklung

Die Tätigkeiten, welche die Pflanzen vollziehen, lassen sich in ihrer Qualität

herausarbeiten, indem man die Entwicklung zunächst bildhaft beschreibt. Später lässt sich das Bild verdichten, wodurch der spezifische Ausdruck der pflanzlichen Tätigkeit noch deutlicher werden kann.

Keimen

Aus dem scheinbar toten Korn heraus wird die Pflanze, in der Erde aktiv. Rasch orientiert sich der Keimling in die Vertikale und stellt damit eine neue Verbindung her zwischen dem, was aus der Erde heraus in die Pflanze hineinwirkt und dem, was über der Erde wirksam ist und von der Sonne kommt.

Bestocken

Die Getreidepflanzen bilden nach oben Blätter, die das Oberirdische assimilieren. Das gibt den Pflanzen die Kraft, sich verstärkt das, was aus der Erde aufgenommen wird, zu eigen zu machen und in eigene Substanz umzuwandeln. Zugleich wird ein grosser Teil der von oben hereingebildeten Substanz über die Wurzel ausgeschieden und damit das Bodenleben aktiviert. In dieser Entwicklungsphase kommt die reine, vegetative Produktivität der Pflanzenwelt am stärksten zum Ausdruck.

Könnten die Getreidepflanzen nicht über diese rein vegetative Entwicklungsphase herauskommen, würde lediglich Nahrung für Rauhfutterverwerter gebildet.

Schossen

Am Vegetationspunkt am Halmgrund, knapp über dem Erdboden, wurden bereits in der Bestockungsphase zusätzliche Blätter und Ährenanlagen vorgebildet. Nachdem sich die Pflanze aufgerichtet hat, erscheinen diese Blätter nach und nach in rascher Folge, während der ganze Bestand hochwächst. Am Ende dieser Entfaltungs-Phase ist die Ähre voll ständig herausgewachsen und beginnt aufzublühen.

Blüte

Mit der Blüte wird zugleich der Höhepunkt und der Abschluss der Gestaltbildung erreicht. Die Pflanze ist ganz in Erscheinung getreten, hat sich veräusserlicht und erstarrt gleichsam in der selber gebildeten Form.

Würde jetzt nicht eine vollständige Umwendung des Bildeprozesses voll-

zogen, wurde die Blüte zugleich auch den Tod der Pflanze bedeuten.

Fruchtbildung

Bei Wildpflanzen (z.B. bei Gräsern) geht die Entwicklung kaum zur Blüte hinaus: Nur ein ganz kleiner Teil der Masse, die vorher in den Blättern und in den Halmen gebildet und eingelagert worden ist, wird mitgenommen in die Samen hinein. Demgegenüber beginnt für das Getreide jetzt erst richtig derjenige Prozess, der es wirklich zum Getreide für die menschliche Ernährung macht: die Fruchtbildung und Ausreifung. Alle physiologischen Aktivitäten müssen dazu nach der Blüte neu geordnet werden. Die Pflanzen geraten an diesem Übergangspunkt in eine "Krise", deren Dramatik im Auftreten verschiedener Pilzkrankheiten sichtbar wird. In den Ähren wachsen innert wenigen Tagen die Körner zu einer Übergröße heran. Die ganze Aktivität wird neu auf diesen Punkt hin ausgerichtet. Assimilate wandern jetzt nicht mehr primär nach unten und in die Wurzel, sondern direkt zum Korn. Aus den Blättern und aus dem Halm werden Substanzen nach und nach wieder herausgelöst, umgewandelt und ebenfalls in die Körner gebracht.

Die Entwicklungsdynamik als Selektionskriterium

Der Züchter muss sich für seine Selektionsentscheidungen die Entwicklung seiner Pflanzen mit ihren vielfältig differenzierten physiologischen Prozessen vollständig zur inneren Anschauung bringen können.

In der Verdichtung dieser Anschauung ergibt sich als Extrakt ein Bewusstsein dessen, was die Gesundheit der Pflanzen ausmacht, und wie ihre Entwicklung verlaufen muss, damit sie gesund bleiben und eine hohe Nahrungsqualität bilden können.

Erst auf diesem Hintergrund erhalten die einzelnen Sorten und Zuchtstämme ihren ganz speziellen Charakter, aus dem sich die Qualitäten und die Möglichkeiten und zugleich auch die Grenzen für den Anbau und die Weiterentwicklung ergeben.

6. Krankheitstypen

Nach der Art und dem Zeitpunkt des Auftretens kann man verschiedene Krankheitstypen unterscheiden:

Beschleunigung der Blühprozesse

Getreidemehltau und Getreideroste treten dann auf, wenn die aus dem Boden zu Verfügung stehenden und aufgenommenen Nährstoffe (vor allem N und K) nicht genügend rasch in die pflanzlichen Aufbauprozesse hinübergeführt werden können. Denn mineralische Substanzen sind zunächst Fremdkörper in der Pflanze. Sie bewirken zwar eine starke Vitalisierung (bei Gülle- und Mineraldüngergaben sehr anschaulich), die jedoch von der Pflanze in organische Substanz verwandelt und in den Gestaltaufbauprozess geleitet werden muss. Unter Umständen bedeutet dies eine starke Belastung, die bis zur Reifung nicht mehr vollständig verarbeitet werden kann.

Eine Ansammlung unverarbeiteter Substanzen (es können auch unverarbeitete Stoffwechselprodukte der Pflanze selber sein) führt zunächst zu einem für die Pilzentwicklung günstigen Milieu. Welche spezifische Krankheit dann schliesslich auftritt, hängt erst sekundär von den üblicherweise betrachteten äusseren Bedingungen, wie Sporenflug, Infektionsbedingungen, usw. ab. Die auftretenden Pilzkrankheiten entlassen mit ihrem Auftreten die - unter Umständen nur punktuell oder nur während ganz kurzer Zeit vorhandene - überschüssige (vegetative) Vitalität aus der Pflanze. Damit nehmen sie jene Prozesse, die in der regulären Pflanzenentwicklung erst später folgen würden, voraus. Sie beschleunigen die Entwicklung, indem sie als eine Art von "Blühprozess" bereits im Blattbereich auftreten.

Interessant mag an dieser Stelle der Umstand erscheinen, dass der Getreidemehltau bereits vor 1900 botanisch beschrieben worden ist, ohne irgendeine Erwähnung seiner Schädlichkeit. Er ist erst mit dem erhöhten Nährstoffangebot aus dem Boden zunehmend zu einem Problem des intensiven Getreidebaus geworden. Im biologischen Anbau hat er nur lokale Bedeutung.

Eine vielfache Beobachtung von Weizenzüchtern ist die: Sorten, die gegenüber Mehltau, Rosten und anderen Blattkrankheiten vollständig resistent sind, können zwar sehr hohe Erträge bringen, sie schneiden jedoch in der Backqualität fast immer schlechter ab. Diese Tendenz zum Futterweizen zeigt, wie mit der Resistenz zwar die vegetative Vitalität für die Biomassbildung in der Pflanze erhalten werden kann, dass jedoch die Umlagerung

und die Ausreifung nicht genügend stark sind, um zu einer für die menschliche Ernährung ausgewogenen Qualität zu kommen.

Beschleunigung der Abbauprozesse

Nach dem Erreichen des Entwicklungshöhepunktes in der Blüte müssen sich alle pflanzlichen Bildungsprozesse neu auf die Samen- und/oder Fruchtbildung ausrichten. Statt um Aufbauprozesse, die in die Gestaltung neuer Organe einmünden, geht es jetzt darum, die Substanzen in Frucht- und Samenbildungen zu verfeinern. Weniger offensichtlich, aber nicht weniger bedeutsam findet eine ähnliche Umorientierung bereits auch in jedem Blatt statt, das die volle Ausgestaltung erreicht hat, wenn die Rosettenbildung zum Abschluss kommt oder wenn die Frucht ihre äussere Form erreicht hat.

Praktisch alle Kulturpflanzen zeigen bei beginnender Fruchtbildung zuerst eine Abdunklung und spätestens bei beginnender Reifung eine mehr oder weniger deutlich sichtbare Aufhellung im Stengel und Blattbereich. Kommt es bei dieser Umorientierung zu Verzögerungen, weil die Ausreifungsprozesse nicht richtig eingreifen oder ungenügend durchdringen, geht das vegetativ-jugendliche Wachstum in eine zu rasche Alterung über. So entsteht eine („sklerotische“) Tendenz zur Verhärtungen und es entsteht ein Milieu, das den Abbauprozessen organischer Substanz im Boden verwandt ist. In diesem Milieu finden dann jene Pilze, die auf derartige Abbauprozesse spezialisiert sind, ihre Aufgabe: Fusarien, Septoria, Alternaria, Phytophthora, Falscher Mehltau u.a.m.. Welcher Pilz die Pflanze dann befällt, hängt wiederum von den konkreten Umgebungsbedingungen und von den spezifischen Ansprüchen der Pilze ab. Die primäre Ursache ist jedoch auch hier das entstandene Milieu und nicht das Vorhandensein von Pilzsporen.

Solange in den Blättern und Spelzen vegetative Aufbauprozesse dominieren, sind die Pflanzen gegenüber solchen Pilzen weitgehend geschützt, erst wenn der Aufbau abgeschwächt wird und Umlagerungsprozesse einsetzen (was sich z.B. in einem sinkenden Proteingehalt in den Zellen äussert), werden sie anfällig. Deshalb ist es möglich, Pflanzen durch entsprechende Verjüngungsmassnahmen (Schnitt, Entfernen von Blättern, gezielte N-Düngung) gesund zu erhalten. Viele Fungizide wirken auch in dieser Weise (Kupfer, Strobilurine). (siehe auch: Chaboussou 1987). Entscheidend für den Befall ist somit der Grad des Ineinandergreifens von vegetativen Aufbauprozessen und

Reifungsvorgängen: die Reifung muss früh beginnen und der vegetative Aufbau muss möglichst lange erhalten bleiben.

Ein aufschlussreiches Beispiel hierzu ist *Septoria nodorum*, der Pilz der Spelzenbräune beim Getreide. Er hat seinen Namen "nodorum" von den Halmknoten, auf welchen er gefunden wurde (obwohl er auch Blätter und Spelzen befällt). Er ist ein Spezialist, der die extrem harten Knoten im abgestorbenen Stroh wieder aufzulösen imstande ist. Das ist seine Aufgabe, denn in den Knoten erhält sich die Getreidepflanze am längsten ihre jugendlich-vegetative Vitalität, ohne in irgendeine Differenzierungs- und Reifungsprozesse überzugehen. Dank der Erhaltung dieser undifferenzierten Vitalität können sich gelagerte Getreidehalme bis zur Gelbreife wieder aufrichten. Die Spelzenbräune war bis vor 50 Jahren nur bei zu starker Lagerung des Getreidebestandes ein Problem, weil dann die Kornausbildung empfindlich gestört wird. Mit der zunehmenden Stickstoffdüngung im Getreidebau und mit der Züchtung kurzhalmiger Sorten ist die Spelzenbräune vor allem in feuchteren Lagen zu einem sehr grossen Problem geworden.

Weiter können an dieser Stelle die wegen ihrer Toxinbildung sehr gefährlichen Fusarien genannt werden, die weltweit stark im Zunehmen begriffen sind: Je mehr die Getreidepflanzen genetisch oder mit Hilfe von Wachstumsregulatoren verkürzt und zusätzlich mit Stickstoff aus Kunst- oder Hofdünger gedüngt werden, umso stärker werden die eigentlichen Fruchtbildungs- und Ausreifungsprozesse bereits aus der grünen Pflanze verdrängt.

Samenbürtige Krankheiten

Mit dem Samen übertragbare Krankheiten (wie zB. Brand) haben gegenüber Blatt-, Ähren- und Keimlingskrankheiten einen deutlich anderen Charakter, denn sie besiedeln hauptsächlich meristematische Gewebe, d.h. sie entwickeln sich in den Wachstumszonen, im Vegetationskegel, in den Blüten- und Samenanlagen. An denjenigen Stellen, wo sich diese Pilze entwickeln, bildet die Pflanze stets ein günstiges Milieu mit extrem hoher vegetativer Vitalität. Im gesunden Zustand kann die Pflanze das Einwachsen der Pilze in diese Zonen weitgehend verhindern und damit die weitere Ausbreitung der Pilze verhindern oder in Grenzen halten.

Nach Aussagen von R. Steiner entwickeln sich diese Krankheiten verstärkt,

wenn die aus der Vergangenheit wirkenden vitalen Kräfte, das durch den Samen und durch das Irdische wirksame "Mondenhafte" stark zur Wirkung kommen. - In der Tat gibt es bedeutend höhere Vermehrungsraten, bzw. eine stärkere Ausprägung von Stinkbrand in lockeren, uneinheitlichen, lückigen Beständen, wo die Einzelpflanze gegenüber der Bestandesbildung stärker zur Geltung kommt (grössere Ähre, höhere Kornzahl pro Pflanze bzw. pro Ähre) und aufgrund der geringeren Bestandesdichte besser aus dem Boden versorgt wird. - In dichten Beständen werden brandige Pflanzen wegen ihrem verkürzten Halm viel stärker überwachsen, sie werden vom Bestand so stark konkurrenziert, dass die Brand-Vermehrung ein bedeutend geringeres Ausmass annimmt.

In einem gewissen Sinn zeigen die Brandkrankheiten in der Art ihrer Entwicklung (und in ihrem für die Pflanzenwelt völlig ungewöhnlichen Gestank nach faulen Fischen) einen deutlich tierischen Charakter. Sie erscheinen damit mehr den Schädlingen verwandt, die nicht nur ihre Eigendynamik, sondern auch grundsätzlich einen andersartigen Bezug zu ihren Wirtspflanzen haben als die Pilzkrankheiten.

Ackerschachtelhalm als Mittel zur Pilzregulierung

Equisetum arvense wird von R. Steiner (1924) als Mittel zur Regulierung des Befalls mit Pilzkrankheiten genannt. Im Ackerschachtelhalm finden wir diejenigen Prozesse besonders stark ausgeprägt, die bei den von Pilzen befallenen Pflanzen zu schwach sind oder zu spät einsetzen: die Differenzierungen im vegetativen Wachstum von Schachtelhalm sind so stark, dass sich die Pflanze mit einem vollkommen lichtdurchlässigen Kieselskelett umgibt und so zur "gläsernen", im innern jedoch vollkommen jugendlich-bildungsfähigen Pflanze wird.

Wenn es gelingt, diese Fähigkeit zu "präparieren" und in gefährdeten Situationen auf die Pflanzen zu übertragen, dann haben wir in der Equisetum-Pflanze eine echte Heilpflanze.

1.7. Schädlinge

Es soll hier einmal versucht werden, sich den Pflanzen-Schädlingen in ähnli-

cher Weise anzunähern wie den Pflanzenkrankheiten. Diese Betrachtung der Schädlinge aus der Sicht des Pflanzenwachstum ergibt selbstverständlich noch kein volles Bild ab, da sich die Entwicklung der Schädlinge oft viel stärker verselbständigt als diejenige der Pilzkrankheiten. Trotzdem lassen sich daraus anregende Gesichtspunkte gewinnen:

Die Getreidehalmfliege als Beispiel

Die Larve der Getreidehalmfliege beeinträchtigt mit ihrem Frass am obersten Internodium von Getreiden die vollständige Streckung des ährentragenden Internodiums. Bei starkem Befall bleibt die Ähre aufgrund des starken Frassschadens vollständig in der Blattscheide stecken. Der Befall tritt deutlich stärker auf bei kürzeren Sorten und bei Spätsaaten (sowohl bei Winter- als auch bei Sommerweizen und bei Dinkel), d.h. bei jenen Pflanzen, bei welchen aus ihrem Verhältnis zum kosmischen Jahreslauf die Streckung des obersten Halmgliedes ohnehin etwas gehemmt ist. Was also als Tendenz latent vorhanden (wirksam) und aus dem Verhältnis der Pflanze zum Jahreslauf erkennbar ist, wird durch die Tätigkeit des Insekts deutlich sichtbar gemacht.

Ähnliches kann auch für die Blattläuse gesagt werden. Sie sind zwar vollständig in einem System von natürlichen Feinden vernetzt, letztendlich hängt ihr Auftreten und ihre Vermehrung jedoch immer davon ab, ob ihnen die Kulturpflanzen etwas anzubieten haben oder nicht. Bei den auf der Ähre lebenden Getreideblattläusen ist eine Stauung der Assimilate die primäre Ursache für ihr verstärktes Auftreten.

Selbstverständlich gibt diese Art der Betrachtung nur einen Ausschnitt aus dem Leben des Insekts, aber es ist möglicherweise der entscheidende Aspekt, um einem zu starken Befall gezielt entgegenwirken zu können. Unter Umständen können Schädlinge mit minimalen Veränderungen der Anbauweise praktisch vollständig ausgeschlossen werden, oder es kann ihm umgekehrt ein völlig neuer Lebensraum eröffnet werden, wodurch er erst epidemieartig auftreten kann.

Tierisches Leben: Fortführung und Verwandlung des pflanzlichen Bildeprozesses?

Es kann für das Verständnis der Pflanzenschädlinge hilfreich sein, im tieri-

schen Leben eine Fortführung und Verwandlung bzw. eine Verselbständigung des pflanzlichen Bildeprozesses zu sehen. Das Tier greift das im Pflanzenwachstum veranlagte und gebildete auf und führt es weiter, indem es seine eigene spezifische seelische Konfiguration und Aktivität daran ausbildet und entfaltet. Alle Tiere leben auf der Basis der Pflanzen und konkurrenzieren sich gegenseitig (und auch den Menschen!) um die pflanzliche Substanz, damit sie ihre seelische Innerlichkeit entfalten können. Das tierische Leben führt die Pflanzenbildung real weiter, indem es eine seelische Komponente hinzubringt, derer das Pflanzenleben sowieso bedarf. Deshalb haben speziell die rauhfuttermessenden Tiere und ganz besonders das Rind in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft eine so zentrale Bedeutung: In dem alles auf einem Hof wachsende Rauhfutter von den Rindern wahrgenommen, verdaut und als Mist mit seelischer Innerlichkeit imprägniert wird, bildet sich auf der einen Seite ein Organ für die Wahrnehmung des gesamten Hoforganismus und auf der anderen Seite ein die Bodenfruchtbarkeit steigernder Dünger.

Alle Tierarten bringen mit ihren verschiedenen seelischen Einseitigkeiten ein bereicherndes und das Pflanzenwachstum befruchtendes, stabilisierendes Element in die Landwirtschaft. Deshalb kann man mit dem Herstellen von günstigen Voraussetzungen für die Anwesenheit vieler Tierarten ausgleichend auf die Entwicklung epidemisch sich verbreitender Schädlinge wirken. Hat sich aber einmal eine starke Schädlingspopulation aufgebaut, dann folgt sie ihrer eigenen Dynamik bis sie von anderen Arten oder durch veränderte Bedingungen wieder eingegrenzt wird.

Textauszug: R. Steiner: GA 312, 4.4.1920, Seite 287:

„Nun ist aber dieser Pflanzenbildungsprozeß wahrhaftig nicht dasjenige, was man nur ansehen darf von Seite des physischen Wirkens etwa von der Erde aus oder noch des Gegenwirkens vom Lichte aus, sondern so wahr es ist, daß die Pflanze in sich den physischen Leib und den Ätherleib birgt, so wahr ist es, daß oben, wo das Außerirdische gewissermaßen heranstößt an das Irdische, mit diesem ganzen im physischen Leib und Ätherleib aufgehenden Pflanzlichen ein Kosmisch-Astralisches zusammenhängt.

Man könnte sagen: die Pflanze wächst einem Tierbildungsprozeß entgegen,

den sie aber nicht erreicht. Die Erde ist, ich möchte sagen, in ihrem Innern durchtränkt von dem Pflanzenbildeprozeß, und sie ist da, wo auch die Atmosphäre ist, der die Pflanzen entgegenwachsen, durchtränkt von einem Tierbildeprozeß, der eben einfach nicht zum Austrag kommt, dem die Pflanze zuwächst, den sie aber nicht erreicht.

Dieser Prozeß, den wir sich abspielen sehen, ich möchte sagen, hinwehend über die blühende Pflanzenwelt, und der da der ganzen Erde gegenüber einen Kreis-Charakter hat, dieser ganze Prozeß ist überall zentralisiert in dem Tiere selbst; da ist er ins Innere verlegt. Die Tiere spalten sich gewissermaßen dasjenige heraus, was über den Pflanzen geschieht, verlegen es in ihr Inneres, und die Organe, die sie vor den Pflanzen voraus haben, die sind eigentlich nichts anderes als das, was sie für sich in Anspruch nehmen, dasjenige als Wirksamkeit zentral von einem Punkte aus zu entfalten, was sonst peripherisch von außen her auf die Pflanze gerichtet wird."

1.8. Schädlings- und Unkrautregulierung durch Veraschung

Durch das Tier erfährt die pflanzliche Substanz eine Verwandlung ins Seelische, während sich zugleich das Tier auf seine spezifische Art verwirklichen kann. Dieser Durchgang der Substanz durch das „Feuer“ einer spezifischen seelischen Konfiguration ist ein natürlicher "Sulfur-Prozess": das Tier kann sich betätigen und damit seine Innerlichkeit zur Offenbarung bringen. Aber es ist in seinem Entwicklungszyklus, in seinem Tier-Sein gefangen. Es erfährt zwar in seiner Betätigung eine seelische Befriedigung, aber es kann nicht aus seiner Konfiguration ausbrechen oder sie überwinden. Die Veraschung ist eine Umwendung des Sulfur-Prozesses und zugleich eine Steigerung, indem er auf seinen Ursprung zurückgeführt wird.

Damit kann das tierische Bestreben, sich zu verwirklichen, abgeschwächt werden und zwar nicht aufgrund einer Verhinderung, sondern wegen der gezielten Förderung, Befriedigung oder Befreiung des spezifischen Tierwesens, so dass die seelische Aktivität selbst eine Verwandlung erfährt und in anderer Weise wirksam neu werden kann.

In dieser Richtung wäre auf der Grundlage der Hinweise von R. Steiner im

"Landwirtschaftlichen Kurs" (1924) zur Unkraut- und Schädlingsregulierung weiterzuforschen.

Im Wesentlichen kann man das bei den Schädlingen Gesagte auch auf die Pflanzen übertragen: In der Keimung jedes (Unkraut-)Samens lebt sich ein (seelischer) Impuls aus, der die Verwandlung der Erdenstoffe zum Ziel hat. Wenn die Pflanzen wachsen und sich entfalten, vollziehen sie diese Verwandlung, und so erfahren auch sie eine Art von Befriedigung, die bei den Wildpflanzen allerdings auf die Erfüllung ihres Reproduktionszyklus beschränkt ist. (Nahrungspflanzen erfahren eine weitere Stufe der Verwandlung durch den sie aufnehmenden Menschen). Mit der Durchführung der Samen durch das Feuer besteht die Möglichkeit, diese Einschränkung zu lösen und damit die Keimfreudigkeit der Unkräuter zu vermindern.

Solange jedoch die realen Wachstumsbedingungen so sind, dass der Standort einer Heilung durch eine speziell angepasste Pflanze bedarf, also durch ein ganz spezifisches Organ, das die andauernde Einseitigkeit mit ebensolcher Ausdauer wieder ins Gleichgewicht zu bringen versucht, sollten wir den Unkräutern dankbar sein!

1.9. Unkrautregulierung

Unkräuter sind ökologisch genau gleich berechtigt wie die Kulturpflanzen. Ein ökologischer Zusammenhang ist dann ausgewogen, wenn die verschiedenen Lebewesen alle Ressourcen (das gesamte Potential) des Standortes für ihre Entwicklung ausnutzen. Sobald Ungleichgewichte entstehen, d.h. sobald irgendwo ungenutzte Ressourcen auftreten, finden sich früher oder später Organismen ein, um sie ihrer Entwicklung einzuverleiben, sie auszunutzen und damit zumindest der Tendenz nach ein Gleichgewicht wieder herzustellen.

Auch bei den Unkräutern tut man gut daran, die vielfältigen positiven Wirkungen nicht zu vergessen. Lange Zeit hat man diese positiven Einflüsse der Unkrautflora völlig unterschätzt: Ihr vielseitiges Blütenangebot bietet Nahrung für die Insektenwelt, durch die Bodenbedeckung verhindern sie Erosion und Strukturschäden und damit helfen sie, die Einseitigkeiten der Kulturpflanzen auszugleichen. So absorbiert beispielsweise die Vogelmiere vom Wintergetreide zeitweilig nicht benötigte Nährstoffe und bedeckt den Boden,

während die Taubnessel im Frühjahr eine sehr erwünschte Blüte in die sonst grasgrünen Getreidefelder bringt.

Bereits mit der Saatbettbereitung versucht man für die Kulturpflanzen günstige Voraussetzungen zu schaffen, aber diese „günstigen“ Bedingungen (unbewachsener Boden und hohes Nährstoffangebot) sind eben auch wiederum einseitig. So keimen dann nicht nur die ausgesäten Kulturpflanzen sondern auch die Unkräuter, die oft an den Standort besser angepasst sind als die Kulturpflanzen, denn sie haben sich ja vor Ort unter dem Einfluss der früheren Kulturbedingungen entwickelt. Deshalb sind sie längst nicht nur unmittelbarer Ausdruck für die Standortbedingungen, sondern auch ein Bild der "Sünden" und Nachlässigkeiten der Vorjahre, der Vorgänger und Vorfahren. Mit dem Unkraut-Samenvorrat jedes Ackers ist verbunden zu denken das Bestreben der vielfältigen oder in gewissen Fällen eben einseitig ausgeprägten Pflanzenwelt, das am Ort lebende Wachstumspotential zur Erscheinung zu bringen. Mit jedem einzelnen Samen ist dieses geistig reale Bestreben vorhanden.

Je besser sich daher die Kulturpflanzen (das gilt auch insgesamt für Fruchtfolgen und für Mischkulturen) entwickeln können, umso besser kann das Wachstumspotential des Ortes aufgegriffen und in die gewünschte Richtung geleitet werden. Die Förderung einer guten Kulturpflanzenentwicklung ist daher die beste Unkrautbekämpfungsmassnahme. Das beginnt bei der Planung der Saatzeit und der Saatbettvorbereitung. Je nach Kultur kann es vorteilhaft sein, das Saatbett mehrstufig vorzubereiten, damit die Unkrautsamen auskeimen und dann schon beim nächsten Durchgang entfernt werden können. ("Unkraut-Kur"). Vor allem auf warmen, wüchsigen Gemüsebaustandorten ist dies oft sinnvoll, weil der Samenvorrat im Boden sehr hoch ist. Bei Direktsaat hingegen sollen die Unkräuter gegenüber den Kulturpflanzen keinerlei Vorsprung erhalten.

Die mechanische Unkrautbekämpfung darf nicht für sich allein betrachtet werden. Vielfach gehört sie zu den ohnehin erforderlichen Pflegemassnahmen einer Kultur. Indem zugleich der Boden gelockert, die oberflächliche Kruste gebrochen und damit der Boden belüftet, bzw. die Wasserverdunstung vermindert und damit die Umsetzungsprozesse reguliert werden, gehört sie eigentlich schon fast zu den Düngungsmassnahmen.

Dennoch gibt es natürlich spezielle, hartnäckige Probleme, die nicht zu leugnen sind, auch wenn das Gesagte fast immer auch dort zutrifft.

Blacken - Ampfer

Ampfer entwickelt erfahrungsgemäss sich vorzüglich an jenen Orten, wo die tieferen Bodenschichten nährstoffreich sind und die Bodenoberfläche regelmässig freigestellt wird. Das sind vor allem Standorte in futterwüchsigen Gebieten mit Fruchtfolgen, in denen die tieferen Bodenschichten aufgrund der Kurzlebigkeit der Kulturen (auch bei häufigem Schnitt) nicht genügend durchwurzelt werden. Bei mehrjährigem Klee-grasanbau bleibt der Untergrund vom Herbst bis in den Frühsommer hinein und auch im Spätherbst unternutzt. Relativ massive Reserven an N und K verlagern sich in tiefere Bodenschichten und können dort nur noch von Tiefwurzlern wie eben z.B. vom Ampfer erreicht werden.

Solange dies regelmässig der Fall ist, wird Ampfer immer ein Problem auf dem Betrieb darstellen. Das erste Ziel muss es daher sein, den gesamten Betrieb so zu planen, dass das bisher ungenutzte Wachstumspotential besser in erwünschtes Wachstum umgewandelt werden kann. In der Fruchtfolge heisst dies: Ersatz oder Ergänzung der raschwachsenden, stark vegetativen Arten und Sorten durch mehrjährige Tiefwurzler. Mit einer Verbesserung der Bodenstruktur, eventuell verbunden mit einer Regulierung des Wasserhaushaltes (Drainage, Tieflockerung) kann die Durchwurzelbarkeit verbessert werden. Zurückhaltung mit "triebiger" Düngung (es sei denn, sie sei so gezielt, dass sie noch in derselben Vegetationsperiode vom Pflanzenbestand genutzt werden kann), Förderung der Mobilisierung in denjenigen Perioden, wo die Pflanzen wachsen und das mobilisierte Potential umsetzen können. Als direkte Bekämpfung muss man auf jedem Feld mindestens einmal jährlich eine Massnahme ergreifen (ausstechen, Wurzeln auseggen und vor der Saat auflesen, Versamung verhindern). Grasnarbe schonen, kein Weidegang bei Nässe.

2.1. Die drei "alten" Getreidekrankheiten:

Bis vor 100 Jahren gab es eigentlich nur drei wichtige Getreidekrankheiten, die sporadisch auftraten und Probleme bereiteten: das Mutterkorn, die Brande und die Roste.

Das Mutterkorn (*Claviceps purpurea*) tritt vor allem beim offen abblühenden Roggen, aber gelegentlich auch bei allen anderen Getreidearten und bei

Gräsern auf. Besonders gefährdet sind unregelmässige Pflanzenbestände, deren Blühen sich über einen längeren Zeitraum hinzieht. Weil für die Bestäubung der wenigen spätblühenden Ähren kaum noch Pollen fliegt, bleiben die Blüten manchmal über 4-5 Tage offen, was die Häufigkeit einer Infektion des Fruchtknotens mit dem Mutterkornpilz stark erhöht. Bei gewissen Hybridsorten wird aufgrund der Pollensterilität sehr wenig Pollen gebildet, was zu erhöhtem Mutterkornbefall führen kann.

Von der Pflanzenentwicklung her gesehen liegt die Ursache für den Mutterkornbefall weniger in den Pilzsporen als in der verhinderten Fruchtbildung. Wegen der fehlenden Bestäubung kann die vegetative Vitalität nicht in die Kornbildung übergeführt werden; es kommt zu einer Stauung. Der Mutterkornpilz fängt diese Vitalität ab und verwandelt sie in Alkaloide, die einerseits eine starke seelische Wirkung (LSD!) und andererseits eine ausgeprägte Wirkung auf Muskeln und Blutgefässe ("Antoniusfeuer") haben. Was die Pflanze selber nicht schafft, bringt der Pilz auf seine eigene Art zur Vollendung.

Die Roste sind ebenfalls alte Begleiter des Weizens, des Roggens und einiger anderen Gräserarten. Jede Rostart hat sich spezialisiert: Schwarzrost (*Puccinia graminis*) ist relativ stark an wärmere Klimate gebunden (Nordamerika, Indien, Gebirgstäler). Er überwintert auf der Berberitze und lebt im Sommer in zahlreichen Spezialformen und Rassen auf Gräsern. Braunrost (*Puccinia recondita*) kommt mehr in tieferen, warm-trockenen Lagen vor. Gelbrost (*Puccinia striiformis*) schliesslich ist in kühl-feuchten Klimaten vorherrschend und tritt in manchen Jahren epidemisch auf, um sich anschliessend wieder für einige Zeit zurückzuziehen.

Das unregelmässige und immer wieder unerwartet starke Auftreten der Roste, das immer wieder grosse Ernteverluste verursachte, liegt zum Teil an der weiträumigen Verfrachtung ihrer Sporen. Mit den Winden können sie bisweilen ganze Kontinente überqueren. Bekannt ist der Sporenflug von Mexico durch die USA bis nach Kanada, aber auch über Europa fliegen sie von Nordafrika und aus dem Balkan bzw. aus Südrussland bis zu den Britischen Inseln und nach Skandinavien.

Der Brand, insbesondere der Stinkbrand (*Tilletia caries*) war neben dem Mutterkorn seit je her die wichtigste Getreidekrankheit bis zur Einführung

der fungiziden Beizmittel, weil sie mit ihren schwarzen, nach faulen Fischen stinkenden Sporen die Ernte und das Saatgut verdorben hat, wie der folgende sumerische Spruch aus der Zeit von ca. 1800 v. Chr. besagt:

“Die Erde gebar den Schmutz,
der Schmutz gebar den Halm,
der Halm gebar die Ähre,
die Ähre gebar Mehru.

In dem Feld von Enlil (...)
mähte der Mondgott,
erntete der Sonnengott,
drang Mehru in die Frucht ein.

Tillet (1714-1791), von dem der Brand seinen lateinischen Namen hat, entdeckte als erster die infektiöse Natur dieser Pflanzenkrankheit und damit die Möglichkeit, sie durch Beizung zu bekämpfen. Im konventionellen Anbau ist der Stinkbrand dank der strengen Kontrolle bei der Saatgutproduktion und der regelmässigen Beizung mit hochwirksamen synthetischen Fungiziden nur selten anzutreffen.

In der biologischen Saatgutproduktion hingegen hat sie nach wie vor große Bedeutung. Zwar stehen heute Beizmittel aus Pflanzenextrakten zu Verfügung, aber sie sind bedeutend aufwendiger in der Anwendung als die konventionellen Mittel.

Trotz der Möglichkeit der Beizung muss man sich im Klaren sein, dass damit ein Symptom und nicht die Ursache behandelt wird.

2.2. Integrierter Pflanzenschutz und biologische Anbaubedingungen

Durch den integrierten Pflanzenschutz ist das Bewusstsein vieler Landwirte für die Pflanzenkrankheiten und Schädlinge geschärft worden. Einerseits werden die Krankheiten bei den regelmässigen Feldkontrollen besser erkannt, auf der anderen Seite stehen die zu erwartenden wirtschaftlichen Einbussen im Bewusstsein, wenn eine Epidemie die Schadschwelle überschreitet und keine Massnahmen zu deren Einschränkung getroffen werden.

Diese Blickrichtung nimmt auch bei biologisch arbeitenden Landwirten zu, obwohl über die Höhe der Schadschwellen im biologischen Anbau kaum exakte Untersuchungen existieren, und praktisch keine rasch wirkenden Mittel zur Bekämpfung verfügbar sind.

Bekannt ist aus der Praxis lediglich die langjährige Erfahrung, dass die Epidemien in der Regel im biologischen Anbau längst nicht so steil verlaufen, was die Situation wesentlich entschärft. Ein deutliches Beispiel ist der Getreidemehltau: Er ist nur im intensiven konventionellen Getreidebau ein grosses Problem. Um damit zurecht zu kommen braucht es dort entweder hochresistente Sorten oder gut wirksame Fungizide (oder beides).

Im biologischen Anbau tritt der Getreidemehltau auf leichteren, rascherwärmenden und entsprechend stark stickstoffnachliefernden Böden stärker auf. Er geht jedoch kaum auf die höheren Blattetagen und die Epidemie klingt aus, ohne irgendwelchen Schaden anzurichten.

Wieder im zunehmen: Gelb- und Braunrost

In den beiden letzten Jahren waren durch die milden Winter und die sich sehr früh entwickelnden Winteraussaaten günstige Voraussetzungen für die Entwicklung von stärkeren **Braunrost**-Epidemien gegeben. Es müssen aber auch noch andere Gründe für diese starke Zunahme der Aggressivität des Braunrostes (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) vorliegen.

In der Schweiz wurde während fast 20 Jahren die stark anfällige Sorte Arina angebaut (in Spitzenjahren auf über 90% der Weizenanbaufläche). Selbst ohne Fungizideinsatz hat sich diese Sorte im biologischen Anbau wegen ihrer hohen Ährgesundheit und stabilen, qualitativ guten Erträgen bewährt. Nun wird sie wahrscheinlich in den nächsten Jahren rasch von braunrostresistenten Sorten verdrängt. Möglicherweise liegt es gerade auch am verbreiteten Anbau der anfälligen Sorte Arina, dass der Braunrost nicht schon früher an Aggressivität stark zugenommen hat.

Auch bei Braunrost gibt es die Erfahrung, dass längere Sorten durchaus einen starken Befall ertragen können, ohne die für anfällige Sorten typische Ertragsdepression zu zeigen. Diese Ergebnisse müssen allerdings noch durch weitere Untersuchungen bestätigt werden. Leider gibt es kaum Forschungsaktivitäten in der Richtung von solchen Toleranzen.

Zum zweiten Mal ist im Jahr 2001 **Gelbrost** (*Puccinia striiformis*) wieder vermehrt auf Weizen, Dinkel und Triticale aufgetreten, nachdem er fast 30

Jahre lang nur vereinzelt gefunden wurde. An gewissen Standorten war der Befall derart stark, dass von anfälligen Zuchtstämmen kaum noch etwas geerntet werden konnte. Die Pflanzen sind in wenigen Tagen vollständig verdorrt. Das zeigt die hohe Aggressivität des Pilzes. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich eine neue Rasse (Yr 17) in ganz kurzer Zeit über große Teile von Europa verbreitet hat (Michel 2001), obwohl die meisten sich im Anbau befindenden Sorten nicht anfällig sind.

Sortenmischungen

Erst seit etwa einem Jahrhundert gibt es das, was im allgemeinen unter einer Sorte verstanden wird. Alle selbstbestäubenden Getreidsorten haben aus Gründen des Sortenschutzes und der Saatgutverkehrsregelung homogen und einheitlich zu sein. Das heisst, dass ein einziger Genotyp die Sorte bildet, sonst ist sie nicht einheitlich. Diese Einheitlichkeit ist nun aber gerade aus der Sicht der Krankheitsentwicklung ein grosser Nachteil, zumindest bei den windverbreiteten Pilzkrankheiten. Sobald die nebeneinanderstehenden Pflanzen eine unterschiedliche Anfälligkeit aufweisen, verlangsamt dies die Ausbreitung der Pilzkrankheit. Deshalb lassen sich mit Sortenmischungen bei Mehltau und bei Braunrost sehr positive Ergebnisse erzielen.

Bei den bodenbürtigen Pilzen, die mit dem Regen über die Blätteragen hochkommen sieht es etwas anders aus: eine stark anfällige Pflanze zwischen weniger anfälligen kann hier zu einem Zentrum der weiteren Ausbreitung des Pilzes werden. Bei Sortenmischungen in feuchteren Lagen, wo Spelzenbräune und Fusarien regelmässig auftreten, sollten deshalb mit Vorteil nur gering anfällige Sorten gemischt werden.

2.3. "Neuere" Pilzkrankheiten

Septoria - Blattflecken und Spelzenbräune

Die Pilzsporen überdauern auf oberflächlichen Pflanzenrückständen, von wo sie mit Staub und Regenspritzern auf höhere Blätteragen und auf die Ähren getragen werden. Bei genügend Feuchtigkeit keimen die Sporen aus und bringen mit Hilfe von Toxinen das Pflanzengewebe zum Absterben, was als Blattflecken und Spelzenverbräunung sichtbar wird.

Züchterisch kann man dem Septoriabefall mit folgender Pflanzenarchitektur

vorbeugen: Langer Halm, grosser Abstand zwischen oberstem Blatt und Ähre, lockere, schnell abtrocknende Ähre, eine hängende Ähre (z.B. bei Dinkel) vermindert zudem den Befall der Körner. Verbunden mit einer Prüfung an regenreichen Standorten lassen sich gering anfällige Sorten finden.

Gegen Septoria gibt es keine hochwirksamen Resistenzen, aber es gibt große Unterschiede zwischen der Sorten in der Anfälligkeit. In der konventionellen Züchtung wird häufig mit künstlicher Inokulation gearbeitet. Um einen sehr starken Befall zu erreichen wird eine Sporenlösung von oben auf die Blätter und die Ähren gesprüht, obwohl sich der Pilz natürlicherweise auf der Pflanze von unten nach oben ausbreitet. Trotz dem seit vielen Jahren betriebenen hohen Aufwand konnte man in der Septoria-Resistenzzüchtung nur bescheidene Fortschritte erzielen. Das liegt möglicherweise an der fehlenden ganzheitlichen Sicht auf die Beziehung zwischen der Getreidepflanze und dem Septoriapilz.

Fusarien

Fusarium-Arten sind Pilze, die normalerweise auf abgestorbenem Pflanzenmaterial leben und dieses in den natürlichen Umsetzungsprozess zurückführen. Sie befallen unspezifisch eine Vielzahl von Kulturpflanzen. Von etwa 20 Arten gibt es drei oder vier, die zur Bildung von sehr starken Toxinen befähigt sind.

Ähnlich wie bei Septoria erfolgt unter günstigen Bedingungen die Infektion über Sporen und Mycelteile stufenweise über die Blattstängel mithilfe von Wasserspritzern bis auf die Ähre. Die stärksten Infektionen erfolgen bei der Vollblüte. Über die (absterbenden) Filamente der Staubbeutel wächst der Pilz in die Samenanlage ein und bringt - sich über die Gefässbündel weiter ausbreitend - die Samenanlage und unter Umständen die ganze Ähre zum Absterben (deutlich sichtbar an der "Taubährigkeit" und an den weisslich-rosarot gefärbten Körnern). Während sich der Ertragsausfall in der Regel in Grenzen hält, verbleibt ein grosser Teil der Pilztoxine im Erntegut und kann deshalb für Mensch und Tier gefährlich werden.

Mit der Züchtung von ausreichend langen und standfesten Sorten mit intensiver Ausreifung kann nach unseren Untersuchungen selbst auf stark gefährdeten Standorten nahezu Befallsfreiheit erreicht werden. Die angestrebte

Pflanzen-Architektur ist dieselbe wie bei Septoria.

Fusarium - Resistenzzüchtung

Erst kürzlich ist die erste hochwirksame Resistenz gegen Fusarium bei Tomaten entdeckt worden. Ausserdem gibt es bei allen Getreidearten eine breite Palette unterschiedlicher Anfälligkeit. Mit hoher Intensität wird weltweit an der Züchtung genetisch resistenter Sorten gearbeitet. Dass längere Sorten mit günstiger Pflanzenarchitektur bedeutend weniger befallen werden, wird kaum berücksichtigt, weil - zumindest der konventionelle - Markt kurzstrohige Sortentypen mit extrem hoher Anzahl Körner pro Ähre verlangt.

Die Züchtung auf Fusariumresistenz beinhaltet noch zwei weitere Probleme, die hier kurz angesprochen und bedacht werden sollen:

Die Erhöhung der genetischen Resistenz führt zu einem dazu, dass befallene Körner nicht vollständig absterben. Solche Körner werden aufgrund ihrer Grösse und ihres Gewichtes beim Dreschen und bei der Reinigung nicht ausgeschieden und gelangen dadurch unerwünschterweise ins Brotgetreide. - Zum anderen wurde nachgewiesen, dass unter Stress gesetzte Fusarien (z.B. bei einer Fungizidbehandlung) wesentlich mehr Toxine bilden, wodurch sich trotz visuell geringerem Befall höhere Toxingehalte im Brotgetreide finden lassen. Dieselbe Gefahr besteht prinzipiell auch bei genetisch fusariumresistenten Sorten. Untersuchungen zu dieser Frage fehlen jedoch weitgehend.

Es soll damit darauf hingewiesen werden, dass möglicherweise durch die Resistenzzüchtung das Problem nicht gelöst, sondern sogar noch verschärft wird, weil die wirkliche Ursache nicht gesehen wird.

2.4. Was ist Resistenz?

"Unter **Resistenz** versteht man die genetisch bedingte Fähigkeit einer Wirtspflanze, die Schäden eines parasitären Befalls zu reduzieren. Zum Verständnis der Resistenz ist es unerlässlich, auch die Seite des Parasiten zu betrachten, da hier zwei genetische Systeme in einer Wechselwirkung miteinander stehen: Den verschiedenen Genotypen des Wirtes stehen verschiedene Genotypen (Rassen) des Parasiten gegenüber.

Wird durch züchterische Massnahmen die Krankheitsanfälligkeit des Wirtes verändert, kann der dadurch ausgelöste Selektionsdruck zu einer Änderung in der genetischen Zusammensetzung der Parasitenpopulation führen. (...)

Flor formulierte 1955 daher eine **Gen für Gen Hypothese**: jedem Resistenzgen des Wirtes entspricht ein Virulenzgen des Parasiten, das den Befall einer resistenten Wirtspflanze ermöglicht." (aus Becker 1993 s.75).

Aufgrund dieser Anschauung, dass im Wirt und im Schaderreger Paare von jeweils korrespondierenden Genen existieren und über die Gesundheit einer Sorte entscheiden, sprechen die Züchter von einem "Wettlauf mit dem Schaderreger", weil durch diese hochwirksamen Resistenzen ein Selektionsprozess beim Schaderreger ausgelöst wird, der eine starke Eigendynamik entwickelt. Im Klartext heisst dies aber: Der Prozess für die Bildung immer neuer - und aggressiverer (!) Rassen von Schaderregern wird durch die Züchtung selber ausgelöst und vorangetrieben! Das kann an vielen Beispielen aus der Resistenzzüchtung im letzten Jahrhundert aufgezeigt werden.

Züchtung auf hochwirksame Resistenz gibt vor, gesunde Pflanzen zu züchten. In Wirklichkeit wird aber dadurch die Beziehung zwischen Wirt und Pathogen noch enger geknüpft! Die Denkform der Gen für Gen - Hypothese verlangt nach einer neuen, die Resistenz durchbrechenden Rasse des Schaderregers.

Ursachen der Resistenz

Viele der monogen vererbten, hochwirksamen Resistenzen beruhen auf einer **Hypersensitivität**. Das ist im Prinzip eine extrem hohe Anfälligkeit. Nach dem Eindringen des Krankheitserregers kommt es innert weniger Stunden zu einem Absterben der Zellen in der Nähe des Infektionsortes. Es entsteht eine Nekrose, die so klein ist, dass die photosynthetisch aktive Blattfläche kaum reduziert wird.

Im Unterschied zu alten Landsorten zeigen viele der in den letzten 30 Jahren gezüchteten Sorten ein deutlich verändertes Blatt. Einerseits fällt auf die **Veränderung der Wachsschicht auf der Blattoberfläche**, die im intensiven Weizenanbau weniger auffällt, da sie von der blaugrünen Blattfarbe abgedunkelt wird. Im Biologischen und generell im extensiveren Anbau dominiert der stark graublaue Eindruck, der die Pflanzen oft schon vor der Blüte alt erscheinen lässt, während ältere Sorten und alte Landsorten ein wesentlich frischeres, grüneres Blatt aufweisen.

Hält man die Blätter von neueren Sorten gegen das Licht, so fallen die vielen gelben Punkte auf, von denen das ganze Blatt übersät ist. In einem späteren

Zeitpunkt und bei stärkerer Ausprägung nekrotisieren die gelben Punkte, sodass die Blätter schrotschussartig durchlöchert wird. Das Phänomen ist bei einigen Züchtern bekannt, aber bis heute konnte kein Phytopathologe etwas über die genaue Ursache dieser "yellow spots" sagen. Vor 15 Jahren mutmasste man, es seien Ozonschäden, wobei dann eigentlich alle Sorten die gelben Punkte und Nekrosen zeigen müssten.

Viel eher aber handelt es sich dabei um hypersensitive Reaktionen, welche bei den intensiven Anbaubedingungen, unter welchen die konventionelle Züchtung arbeitet, nicht auffallen und deshalb auch niemandem als Problem erscheinen. Unter biologischen Anbaubedingungen sehen diese Pflanzen jedoch krank und alt aus, selbst wenn sie von den Pilzen nicht befallen werden und damit vordergründig gesund aussehen.

Ausser der Hypersensitivität gibt es eine große Zahl weiterer **Resistenzmechanismen**: Ein Eindringen des Krankheitserregers kann durch eine starke Cuticula oder durch die Bildung eines Wundperiderms oder von Papillen verhindert werden. Viele Pflanzen enthalten Alkaloide oder andere Substanzen mit antimikrobieller Wirkung, und oft kommt es nach einer Infektion zur Bildung von niedermolekularen Abwehrstoffen, sogenannten Phytoalexinen. Viele Pflanzen bilden nach einem Pilzbefall Chitinasen. Da Chitin in höheren Pflanzen nicht vorkommt, aber Bestandteil pilzlicher Zellwände ist, wird auch darin ein Abwehrmechanismus vermutet. In sehr vielen Fällen ist aber heute unbekannt, worauf die Resistenz genau beruht.

Dauerhafte Resistenzen: Die Forschung geht andere Wege

In der Resistenzforschung wird beispielsweise bei Mehltau und bei den Rosten hauptsächlich mit Keimblatttests gearbeitet. Das ist praktisch und gibt für die Züchtung schnelle Ergebnisse. Innerhalb wenigen Tagen lässt sich auf diese Weise bei tausenden von Keimpflanzen eindeutig feststellen, ob eine Resistenz gegen spezifische Pilzrassen vorliegt oder nicht. Es gibt praktisch nur eine Ja/Nein Entscheidung: resistent oder anfällig. Resistente Keimlinge werden weitergezogen, die anfälligen verwirft man. Nur: Das sind zwar hochwirksame Resistenzen, aber gerade deshalb muss man damit rechnen, dass sie vom Pilz durch die Bildung neuer, und noch aggressiveren Rassen sehr schnell wieder überwunden werden.

Nachhaltige Resistenzen sind solche, die erst in einem späteren Entwick-

lungsstadium der Pflanzen, also erst beim Schossen oder erst bei der Ausbildung der obersten Blätter wirksam werden (Altersresistenz oder adult plant resistance). Bei dieser Art von Resistenz findet der Pilz zwar eine gewisse Verbreitung, die Pflanzen sind jedoch so robust, dass ein übermäßiger Befall nicht eintritt. Dieses Verhältnis von "Leben und leben lassen" zwischen Wirt und Pathogen führt nicht (oder wenn, dann nur sehr langsam) zur Bildung von neuen Pilzrassen.

Solche Resistenzen zu finden und in der Züchtung zu verwenden ist sehr viel aufwendiger, denn es braucht unbedingt einen Feldanbau und zudem sind diese Resistenzen oft nicht sicher festzustellen, da sie vielfach von hochwirksamen Resistenzen überdeckt (maskiert) werden. Abkürzungen durchs Labor bringen da nicht viel. Deshalb gibt es heute kaum Forschung auf diesem Gebiet und in der Züchtung wird darauf kein besonderes Gewicht gelegt. An den beiden Züchtertägungen in Gumpenstein (A) und Fulda (D) 2001 wurde unter mehreren Dutzend Beiträgen zum Thema Resistenzzüchtung keine einzige diesbezügliche Forschungsarbeit vorgestellt.

Das legt den Verdacht nahe, dass die Forschenden (und offensichtlich auch die Geldgeber) im heute sehr kurzlebigen und auf Erfolg bedachten Wissenschaftsbetrieb gar nicht an einer nachhaltigen Resistenzzüchtung interessiert sind. Für die Biologische Landwirtschaft jedoch wäre diese Forschungsrichtung von essentieller Bedeutung.

Auffallend übereinstimmend zeigen sich die dargestellte nachhaltige Altersresistenz mit dem erwünschten frühzeitigen Einsetzen der physiologischen Ausreifungs- und Umlagerungsvorgänge in der Getreidepflanze. Nachhaltig gesunde Pflanzen und hohe Qualität scheinen somit auf derselben Linie zu liegen.

Markergestützte Resistenzzüchtung

Seit 20 Jahren verspricht man sich in der Züchtungsforschung von der Anwendung genetischer Marker bedeutende Fortschritte in der Resistenzzüchtung, weil sich damit das Vorhandensein von bestimmten Resistenzen im Labor einwandfrei und sehr schnell feststellen lassen. Der Erfolg dieser Methoden und die Anwendbarkeit in der praktischen Züchtung ist allerdings bis heute sehr begrenzt. Man hat sich bisher vorwiegend auf Marker für hochwirksame Resistenzen beschränkt, welche der Züchter oft genauso

sicher mit Keimblatttests oder auf dem Feld mit einem einzigen Blick feststellen kann, wenn die Krankheit auftritt. Dadurch sind die Verfahren kaum wirtschaftlich, es sei denn sie würden zur "Pyramidisierung" mehrere Resistenzen gegen eine Krankheit verwendet.

Demgegenüber hat sich die Suche nach genetischen Markern für die wesentlich besseren nachhaltig wirksamen quantitativen Resistenzen als bedeutend schwieriger erwiesen als erwartet (Meinel et. al. 1999). Schon das Auffinden solcher Resistenzen ist sehr zeitaufwendig und bereitet aufgrund der viel grösseren Umweltabhängigkeit erhebliche Probleme. Die vom Züchter im Zuchtgarten visuell ermittelte "Feldresistenz" einer Sorte wird daher noch einige Zeit an Bedeutung nicht verlieren.

2.5. Koevolution von Wirt und Parasit

Evolution von Weizen und Rost

Man nimmt an, dass das ursprüngliche Verbreitungsgebiet des Rostpilzes (*Puccinia graminis*) in Zentralasien und in Ostafrika lag, wo er nur auf der Berberitze wuchs (Leppik 1970). Erst später entwickelte der Pilz die Fähigkeit, einen Teil seines Lebenszyklus auf Gräsern zu vollziehen. Heute befällt er mit seiner Sommerform mehrere hundert Gräserarten, während sich die Winterform des Pilzes streng auf die Berberitze beschränkt.

Die weltweite Verbreitung des Rostpilzes ist ein direktes Ergebnis der fortschreitend grossräumigeren Weizenkultivierung. In manchen Regionen ist der Pilz von der Berberitze völlig unabhängig geworden (z. B. in Mexiko). Der Pilz hat sich aber nicht nur innerhalb der Gräserarten spezialisiert, sondern auch innerhalb der Formen (Sorten) einer Art. Weil es sich bei den herausgebildeten Resistenz- und Anfälligkeitsunterschieden hauptsächlich um monogen vererbte Eigenschaften handelt, die "mendeln", können durch Rekombination auch beim Pilz ständig neue Rassen gebildet werden.

Man ist sich heute einig darüber, dass es sich bei den quantitativen Resistenzen um die frühere Form und bei den monogenen Resistenzen um spätere Spezialisierungen der Beziehung aufgrund einer langen Koevolution von Wirt und Parasit handelt (Kogel 1985).

Damit zeigen sich in der Weizen/Rost - Evolution überraschend ähnliche

Phänomene wie in der Resistenzzüchtung im Verlaufe des vergangenen Jahrhunderts. In beiden Fällen ist aufgrund einer stärkeren Gewichtung und Verbreitung einer einzelnen (spezifischen) Beziehung zwischen Pflanze und Umwelt ein Prozess in Gang gesetzt worden, der nun eine starke Eigendynamik entwickelt.

Bei der Resistenzzüchtung ist der Auslöser für diesen Prozess eindeutig beim Züchter selber zu suchen, der hochwirksame Resistenzen bevorzugt selektiert hat, sowie beim grossräumigen Anbau, der einer Selektion neuer Virulenzen ebenfalls grossen Vorschub leistet.

Konsequenterweise muss man sich mit Frage auseinandersetzen, wieweit die heutige Situation ein hausgemachtes Problem ist. Die Problematik ist damit genau dieselbe wie in der Gentechnik-Diskussion: in welchen Dimensionen sich der züchterische Eingriff auswirkt, ist weder von der Züchtungsforschung noch von der Genetik vorausgesehen worden?

Das Verhältnis der Pflanzen zu Mikroorganismen

Die Symbiose mit Pilzen erleichterte den Pflanzen die Besiedlung des Festlandes. Über 80% der Landpflanzen leben heute symbiontisch mit Pilzen zusammen, hauptsächlich im Wurzelbereich. Das ist für viele Pflanzen so essentiell, dass sie bis zu 20% ihrer Kohlehydrate aus ihrer Assimilation den Wurzelpilzen (Mykorrhiza) zu Verfügung stellen, deren Ausläufer in einem Radius von bis zu 10cm um die Wurzel erstrecken, und dank ihren spezifischen Fähigkeiten den Boden für die Pflanzen aufschliessen können.

Die spezifische Verbindung der Pflanzen mit den Pilzen hat daher direkt mit der Wurzelbildung, bzw. mit den damit verbundenen Funktionen zu tun. (Prozesse in Richtung niedermolekularer Verbindungen; alchymistisch: Sal-Prozess). Da derartige Prozesse nicht nur in der Wurzel, sondern in allen Organen der Pflanzen auftreten können, besiedeln die Pilze die verschiedensten Bereiche der Pflanzen. Durch die symbiontische Verbindung mit den Pflanzen bekommt die Schnellebigkeit der Pilze (oder überhaupt aller Mikroorganismen) mehr Dauer und Stabilität. (z.B.: durch ihre Verbindung mit kontinuierlichen Nährstoffquellen).

Für die Züchtung ist es wichtig, zu wissen, dass allgemeine Pilzresistenzen die symbiotische Verbindung stören können. Wenn die Pflanzen auf jegliches Einwachsen von Pilzen mit der Bildung von pilzabbauenden Enzymen oder pilzhemmenden Stoffen (zB. Chitinasen oder Phenole) reagieren, kann

keine Symbiose zustandekommen! (Ganz abgesehen davon sind solche Enzyme wegen ihrem starken allergenen Potential in den Nahrungsmitteln unerwünscht.)

Im praktischen Züchtungsbetrieb findet man relativ häufig Pflanzen, die an sich gute Resistenzen gegen Blattkrankheiten zeigen, jedoch in der Wurzelentwicklung und generell in der vegetativen Entwicklung schwach sind. Ein Grund dafür könnte möglicherweise ihre zu starke Pilzabwehr im Wurzelbereich sein.

Die Grenze zwischen symbiontischer und pathologischer Pilzbesiedlung ist fließend, gerade im Wurzelbereich. Solange sich die Pflanzen im vegetativ - aufbauenden Wachstum befinden, tritt in der Regel kaum ein schädlicher Pilzbefall an den Wurzeln auf. Erst in dem Moment, wo die Pflanzen ihre Aktivität aus den Wurzeln zurücknehmen, treten Schadpilze stärker auf und können überhand nehmen.

Beispiel: die Fusskrankheiten beim Getreide (Fusarien, Cercospora, Ophiobolus usw.) finden sich vermehrt auf leichteren Böden sowie auf Böden, die aus irgendwelchen Gründen (z.B. Fruchtfolge) grössere Mengen nichtumgesetztes organisches Material enthalten und damit dem Getreide die erforderliche mineralische Grundlage nicht bieten können.

Literatur

- Chaboussou F. 1987: Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung. SÖL Alternative Konzepte 60. Karlsruhe.
- Becker H. 1993: Pflanzenzüchtung. UTB 1744.
- Flor H.H. 1955: Host-Parasite interaction in flax rust - its genetic and other implications. *Phytopathology* **45**, 680-685.
- Kogel K.H. 1985: Untersuchungen zur molekularen Grundlage von Resistenz im Weizen-Schwarzrost-System. Diss. Aachen.
- Kunz 1999: Das Ausreifungsverhalten bei Getreide als Kriterium für Nahrungsqualität. *Lebendige Erde* **1**.
- Kunz P. und Karutz C. 1991: Pflanzenzüchtung dynamisch. Dornach.
- Leppik E.E. 1970: The centers of plants as sources of disease resistance. *Ann. Rev. Phytopathology* **8**, 323-344.
- Meinel A., et. al.: Molekulare Marker für partielle Resistenz gegenüber Rostkrankheiten des Weizens - Bedeutung und züchterische Nutzung. V. Pflanzenzüchtung **46**, 209-214.
- Michel V. 2001: Switzerland - The return of yellow rust. Vortr. 52. Arb. Tag. Saatzucht-leiter

Gumpenstein

Steiber R. 1924: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft.
GA.327. Dornach

Winzeler M. 1990: Züchtung auf dauerhafte Mehltaresistenz bei Weizen. Votr. 41. Arb.
Tag.

Saatzuchtleiter Gumpenstein.