

## Die List der Hirse

Pflanzen neu denken – Ökologische Impulse für die Agrarkultur

von Florianne Koechlin

*Pflanzen führen ein aktives Sozialleben, sie haben Freunde und Feinde, bilden Allianzen, betreiben Vetternwirtschaft, sind futterneidisch, graben sich gegenseitig das Wasser ab und verhalten sich abwehrend gegenüber Fremden. Unter der Bodenoberfläche bilden sie umfangreiche Netzwerke aus Wurzeln und Pilzen, über die sie Nährstoffe und Informationen austauschen. Neue Erkenntnisse füllen langsam die Leerstellen des ökologisch geprägten Weltbildes. Dieses fußt darauf, dass alles mit allem irgendwie vernetzt ist, nichts isoliert funktioniert und dass den Genen keineswegs die alles überragende Rolle bei der Steuerung von Lebensprozessen zukommt. Was bedeutet dieses neue Bild von Pflanzen und dem komplexen Netz des Lebens konkret für die Landwirtschaft?*

Pflanzen sind cleverer als gedacht: Sie kommunizieren mit Duftstoffen, können aus Erfahrungen lernen und sich erinnern. Sie erkennen ihre Feinde, beschützen Familienangehörige und fällen Entscheidungen – all dies Fähigkeiten, die sie bislang allenfalls in der Märchenwelt hatten. Und im Boden bilden sie mit Pilzen umfangreiche Beziehungsnetze aus, über die sie Nährstoffe und Informationen austauschen. Umso erstaunlicher ist, dass viele Wissenschaftler Pflanzen immer noch als eine Art lebende Bioautomaten ansehen, die ihr genetisches Programm abspulen und bloß reflexartig reagieren können. Welch ein Irrtum! Die neuen Erkenntnisse eröffnen auch ungeahnte Perspektiven für die Landwirtschaft.

### Das Duftstoffvokabular der Pflanzen

Wenn eine Tomatenpflanze zum Beispiel von Raupen angegriffen wird, produziert sie neben Abwehrstoffen auch Duftsignale, mit denen die Nachbarinnen vor der Gefahr gewarnt werden. So können diese frühzeitig beginnen, sich gegen den Angriff zur Wehr zu setzen. Die Duftstoffe bestehen aus Methyljasmonaten, ein auch in Parfums oft verwendetes Molekül. (Was dazu führte, dass die Forscherinnen bei ihren Versuchen auf *Chanel No. 5* verzichten mussten; es hätte die Tomaten verwirrt ...)

Pflanzen kommunizieren via Duftstoffe mit Nachbarpflanzen, mit Insekten und anderen Tieren. Sie kommunizieren aber auch mit Mikroorganismen wie

Bakterien oder Pilzen. Es sind äußerst vielschichtige Interaktionsnetze.

An der Universität in Jena zum Beispiel untersucht eine Gruppe um Wilhelm Boland die Kommunikationsfähigkeiten der Limabohne. Auch diese Pflanze warnt ihre Nachbarn mit Duftstoffen vor Fraßfeinden. Wenig später lockt sie gezielt Nützlinge an. Dabei »weiß« die Limabohne nicht nur, dass sie von einem Fraßfeind angegriffen wird, sondern auch von welchem: Ist der Angreifer eine Spinnmilbe, lockt sie mit einem Duft Raubmilben herbei, welche die Spinnmilben fressen. Wird sie hingegen von Raupen befallen, lockt sie mit einem etwas anderen Duftstoffgemisch Schlupfwespen an, welche die Raupen parasitieren. Die Pflanze schmeckt am Speichel, wer sie gerade angreift und produziert darauf das Parfummisch, das den entsprechenden »Bodyguard« anzulocken vermag.

Die Tabakpflanze wiederum erhöht bei Insektenbefall den Nikotingehalt in den Blättern. Nikotin ist ein starkes Nervengift, das die Insekten in der Regel abtötet. Mit einer Ausnahme: Dem Tabakschwärmer kann Nikotin nichts anhaben. So greift die Pflanze zu einer anderen »Waffe« und wehrt den Tabakschwärmer mit einem Verdauungstoxin ab. Zudem lockt sie mit Duftstoffen spezielle Schlupfwespen an, die den Tabakschwärmer befallen.

Es gibt Pflanzen, die ihre Feinde sogar identifizieren, lange bevor der Fraß-Schaden eingetreten ist. Monika Hilker und Thorsten Meiners von der Freien Universität Berlin konnten zeigen, dass der Rosenkohl seinen

großen Fressfeind, den Kohlweißling, bereits erkennt, wenn dieser seine Eier auf die Blätter legt und sie festklebt. Der Rosenkohl erkennt eine Komponente des Klebstoffes, Benzylcyanid, und verändert darauf seine Blattoberfläche. Damit lockt der Rosenkohl die auf Insekteneier spezialisierten Schlupfwespen an. Diese legen ihre Eier in jene des Kohlweißlings. Die Schlupfwespenlarven fressen die Schmetterlingseier auf.

Bis heute konnten bei 900 Pflanzenfamilien rund 2000 solcher Duftstoffe identifiziert werden.

Umstritten ist in der Wissenschaftsgemeinde, ob Pflanzen wirklich kommunizieren – oder nicht bloß Duftstoffsignale austauschen. Ich sprach darüber mit dem Sprachwissenschaftler und Biosemiotiker Günther Witzany, der überzeugt ist, dass Pflanzen kommunizieren. Zum Beispiel die Nachbarpflanze der von Raupen befallenen Tomate: Sie lebt immer inmitten einer vielfältigen Duftstoffwolke. Wenn das Warnsignal Methyljasmonat neu dazukommt, muss sie ihn aus dem großen Duftgemisch erst erkennen und von anderen unterscheiden können. Sie muss sodann interpretieren können, dass die »Duftvokabel« in dieser Situation Gefahr bedeutet. In anderen Kontexten hat Methyljasmonat nämlich andere Bedeutungen. Erst jetzt reagiert sie und beginnt, Stoffe zu produzieren, die ihre Blätter für die Raupen ungenießbar machen. Dieses komplexe Verhalten gehe weit über einen Signalaustausch hinaus, so Witzany, es erfülle die Voraussetzungen echter Kommunikation. Und nur dank diesem Verhalten sind Pflanzen fähig, auch mit neuen, nicht vorhersehbaren Situationen, mit Nichteinprogrammiertem also, umzugehen.

Pflanzen können noch mehr: Sie können neben der Identifikation und Abwehr ihrer Fraßfeinde mindestens siebzehn verschiedene Umweltvariablen wie Licht, Schwerkraft, Vibrationen etc. wahrnehmen und auf sie reagieren. Sie können aus Erfahrungen lernen und sich erinnern.

## Pflanzen – gesellige Wesen

Vor ein paar Jahren ging die Meldung durch die wissenschaftliche Presse, dass Pflanzen sogar ein Sozialleben haben. Sozialleben? Das wird sonst nur Tieren zugestanden. Die Meldungen bezogen sich auf Untersuchungen von Susan Dudley von der McMaster Universität in Hamilton, Kanada. Sie und ihr Team konnten zeigen, dass Pflanzen fähig sind, nahe Verwandte innerhalb der eigenen Art zu identifizieren und zudem Familienangehörige gegenüber Nichtverwandten zu beschützen und zu bevorzugen.

Susan Dudley und ihr Team pflanzte jeweils vier Springkraut-Setzlinge nahe beieinander in je einen Topf. Die vier Setzlinge im ersten Topf waren nicht miteinander verwandt, das waren die »Fremden«. Die vier

Setzlinge im zweiten Topf stammten alle von der gleichen Mutterpflanze ab, das waren die »Verwandten«. Ihre Beobachtung: Springkraut, das neben Fremden aufwächst, lässt seine Wurzeln schnell und verzweigt wachsen. Wächst das Springkraut hingegen neben Verwandten auf, investiert es weniger Energie in das Wurzelwachstum. Die Wurzeln sind kaum verzweigt, wachsen langsamer. Offenbar schon das Springkraut seine Verwandten und konkurrenziert die Fremden. Wie das funktioniert, weiß man noch nicht.

Einige Pflanzen können auch erkennen, ob ihre Nachbarinnen der eigenen oder einer anderen Art angehören. Amanda Broz von der Universität Colorado hat in einem Gewächshaus einen Knöterich aufgezogen – einmal alleine, einmal zusammen mit Idaho-Schwengel. Dann simulierte die Forscherin mit Duftstoffen einen Schädlingsangriff. Die Antwort des Knöterichs auf die Attacke hing von der Nachbarschaft ab: Bestand sie ebenfalls aus Knöterichpflanzen, produzierte er in den Blättern Toxine zur Abwehr. Befand er sich jedoch inmitten von Idaho-Schwengel, investierte er seine Energie in das Blatt- und Stängelwachstum und nicht in die Herstellung von Toxinen. Das sei durchaus sinnvoll, schreibt Broz: Inmitten von Idaho-Schwengel überlasse der Knöterich die Abwehr dem Idaho-Schwengel und konzentriere sich auf aggressives Wachstum. Diese Strategie erkläre vermutlich auch die erfolgreiche Verbreitung des Knöterichs. Pflanzen, so scheint es, »kennen« ihren Platz in der Pflanzengemeinschaft.

Ein fast unglaubliches Zusammenspiel zweier ganz unterschiedlicher Pflanzenarten konnte Jarmo Holopainen von der Universität Ost-Finnland in Kuopio beobachten: Birkenwälder in nordskandinavischen Berggegenden werden im Herbst oft von Schwärmen von Rüsselkäfern (*Polydrusus flavipes*) heimgesucht. Holopainens Gruppe beobachtete, dass sich einige dieser Birken besonders gut gegen die Rüsselkäferschwärme zur Wehr setzen können, dann nämlich, wenn in ihrer Nachbarschaft skandinavische Rhododendren wachsen. Die Forscher stellten fest, dass diese besonders wehrhaften Birken ein klebriges Gemisch aus chemischen Duftstoffmolekülen ausströmen. Dieser Duftstoffcocktail vertreibt die Insekten wirksam, kommt aber normalerweise nicht auf Birkenblättern vor. Es ist die Feindabwehr der Rhododendren, ein aus Leden, Ledol und Palustrol bestehender Duftstoffcocktail. Die Birken adsorbieren die Düfte ihrer Nachbarn und sondern sie in ihren eigenen Blättern wieder aus. Eine raffinierte Strategie. Derselbe Duftstoffcocktail schützt die Birke offenbar auch gegen die Blattlaus.

Dass die Birke zur Abwehr von Feinden einfach den Duft des Rhododendron »abgekupfert« hat, scheint Jarmo Holopainen selbst beeindruckt zu haben. Das sei, sagt er, »ein gutes Beispiel dafür, dass bei der Erfor-

sung ökologischer Auswirkungen mehr aus der Sicht einer Pflanzengemeinschaft als aus der Sicht einer einzelnen Pflanze ausgegangen werden sollte«.

### Hirse füttert Flachs

Auch unter dem Boden bauen Pflanzen vielfältigste Beziehungsnetze auf. Praktisch alle Landpflanzen leben unter natürlichen Bedingungen in einer Symbiose mit unterirdischen Pilzgeflechten, in sogenannten Mykorrhizanetzen. Fossilienfunde weisen darauf hin, dass diese Symbiose vermutlich eine Voraussetzung dafür war, dass die Pflanzen vor etwa 500 Millionen Jahren aus dem Wasser ans Land kommen konnten. »Mykorrhiza« heißt auf griechisch »Pilzwurzel«. Es handelt sich dabei um das aus der Symbiose entstehende »Organ« – das Produkt aus dem Zusammenspiel von Pflanzenwurzel und Pilzfäden.

Diese Mykorrhizanetze untersucht eine Gruppe um Andres Wiemken an der Universität Basel. Bei einem Besuch zeigt Wiemken auf ein Foto, das vor uns auf dem Tisch liegt. Darauf sind zwei Töpfe abgebildet, in denen je eine Flachs- und eine Hirsepflanze zusammen wachsen. Im rechten Topf ist die Flachspflanze mehr als doppelt so groß wie jene im linken Topf. Auch die Hirse

ist ein bisschen größer. Und dies, obwohl die Pflanzen in beiden Töpfen in gleicher Erde wuchsen und sie gleich viel Wasser und Nährstoffe erhielten. Der Grund für den Unterschied sind Pilzgeflechte. Im Topf rechts sind Mykorrhizapilze in der Erde, im anderen Topf gibt es keine.

Die Wurzeln der beiden so ganz unterschiedlichen Pflanzen im rechten Topf sind durch ein dichtes Geflecht aus Pilzfäden miteinander verbunden. Die Mykorrhizapilze führen dem Flachs und der Hirse Nährstoffe aus dem Boden zu – vor allem Phosphat, aber auch Stickstoff und andere Mineralstoffe. Die Pflanzen ihrerseits beliefern die Pilze mit Kohlenhydraten, die sie mittels Photosynthese produzieren, wie zum Beispiel Zucker. Wiemkens Team wollte herausfinden, von wem die Pilzfäden die Kohlenhydrate beziehen: von der Hirse oder vom Flachs? Weil die Hirse als C-4-Pflanze etwas unterschiedlich Photosynthese betreibt als die C-3-Pflanze Flachs, konnte das Team mit einer speziellen Nachweismethode – der Isotopenuntersuchung – die von der Hirse hergestellten Kohlenhydrat-Moleküle von denjenigen des Flachses unterscheiden. Das überraschende Resultat: Rund achtzig Prozent der Kohlenhydrate in der Pilzbiomasse stammten von der Hirse. Hirse füttert also den Flachs, eine nicht mit der Hirse verwandte Pflanze. Dank dieser Kooperation wird eine Flachspflanze neben einer Hirsepflanze fast doppelt so groß. Die Hirse erhält dank dem Pilzgeflecht ebenfalls Nährstoffe aus dem Boden. Wie sie sonst von dieser Kooperation profitiert, weiss man nicht.

### Beziehungsnetze im Boden

Ein Mykorrhizapilz wächst mit seinen Fäden, den Hyphen, in eine Zelle der Pflanzenwurzel hinein. Dazu löst sich die Pflanzenzellwand an einer Stelle auf, so dass der Pilz ins Innere der Zelle hineinwachsen und sich dort sogar verzweigen kann, ohne dabei die dünne Zellmembran zu verletzen. Diese stülpt sich ein und umhüllt den Pilz.

Entlang dieser dünnen »Schläuche« findet der Stoffaustausch zwischen Pflanzenzelle und Pilzfaden statt: Nährstoffe für die Pflanze und Kohlenhydrate für den Pilz. Die Pilzfäden gelangen von der Wurzelzelle nach außen in die Erde und bilden dort ein dicht verzweigtes Netz, um weiträumig Nährstoffe aufnehmen zu können. Die Pilzfäden reichen selbst bis in die feinsten Poren von Bodenkrümeln hinein. Ein Kubikzentimeter Erde – also etwa ein Fingerhut voll – kann leicht über 100 Meter Pilzfäden enthalten. 100 Meter – das ist zweimal die Länge eines großen Schwimmbeckens! Ein Pilzfaden hat einen Durchmesser von rund zehn Mikrometer, das sind ein tausendstel Millimeter.

Zudem schützen Mykorrhizapilze die Pflanzen vor Trockenheit und toxischen Stoffen wie zum Beispiel Schwermetallen. Außerdem verbessern sie den Boden. Sie stabilisieren die Krümelstruktur – ein gut durchpilzter Boden kann viel Wasser speichern und wird vor Erosion geschützt.

### Marktplatz unter dem Boden

Wiemkens Experiment mit Hirse und Flachs legt nahe, dass Pflanzen in geeigneten Mischkulturen unter dem Boden eine Art dynamischen Marktplatz unterhalten, wo die beteiligten Pflanzen in Netzwerken organisiert sind und wo jede Pflanze mit ihren speziellen Fähigkeiten dazu beiträgt, das Pilznetzwerk zu erhalten. Stickstoff können Bohnengewächse beitragen, die ihn mit Hilfe einer Symbiose mit Bakterien aus der Luft holen und für Pflanzen verwertbar machen. Bei Trockenheit können Pflanzen mit langen Wurzeln – etwa die Lupine oder Bäume und Sträucher – das Wasser aus der Tiefe nach oben holen. Andere Pflanzen wiederum sind besonders gut im Akquirieren von Phosphaten. Dann gibt es Pflanzen wie die Hirse, die bei viel Sonnenlicht besonders effizient Photosynthese betreiben und mehr Kohlenhydrate ins Netz investieren können als andere Pflanzen. Sie alle können mit ihren besonderen Fähigkeiten dazu beitragen, das Mykorrhizanetz als gemeinsame Infrastruktur für die Nährstoffaufnahme aus dem Boden aufzubauen und zu erhalten.

Über das Mykorrhizanetz können offenbar nicht nur Nährstoffe, sondern auch Informationen ausgetauscht

werden. Das zeigte ein Forscherteam um Ren Sen Zang von der südchinesischen Universität in Guangzhou. Zwei Tomatenpflanzen wurden so weit voneinander entfernt gepflanzt, dass die Wurzeln sich nicht berühren konnten, sie aber durch die unterirdischen Mykorrhizanetze miteinander verbunden waren. Dann wurden sie in luftdichte Tüten eingepackt, um zu verhindern, dass die Tomaten mit Duftstoffen kommunizierten. Eine Tomatenpflanze wurde mit Mehltaupilzen infiziert. Fünfundsechzig Stunden später infizierten die Forscher die andere Pflanze und beobachteten, dass diese Pflanze sich besser und schneller gegen den Pilz wappnen konnte. Sie hatte häufiger und schneller Verteidigungsgene und -enzyme aktiviert. Die zuerst infizierte Tomate hatte offenbar via Pilzgeflecht unter dem Boden ihre Nachbarin gewarnt. Ren Sen Zang nennt das Mykorrhizanetz das »Internet der Pflanzengemeinschaften«. Wie diese Kommunikation funktioniert, weiß man noch nicht.

Auch in einem Wald sind Bäume über ein riesiges unterirdisches Netz miteinander verknüpft, ein Netz aus Wurzeln und Pilzfäden. Im Fachjargon wird dieses Netz WWW genannt – das Wood-Wide-Web. Die Pilzfäden im Wald unterscheiden sich von denjenigen der Krautpflanzen. Sie sind meist größer und funktionieren auch etwas anders. Doch sie machen im Prinzip das Gleiche: Sie verbinden ganz verschiedene Bäume miteinander und auch hier werden Nährstoffe, Wasser und Kohlenhydrate ausgetauscht. Zum WWW gehören viele bekannte Speisepilze wie Steinpilze, Pfifferlinge, Goldröhrlinge, Täublinge oder Morcheln sowie viele andere Pilzarten.

Es war für alle eine große Überraschung, als man entdeckt hatte, dass in einem Wald alle Bäume über das WWW miteinander vernetzt sind. »Oberirdisch können Sie jedes einzelne Baumindividuum gut erkennen. Doch der unterirdische Teil eines Waldes«, so Wiemken, »bildet eine riesige, untrennbar verbundene Lebensgemeinschaft. Nährstoffe werden dort ausgetauscht, wo sie gebraucht werden. Es ist eine Art Handel.«

Die Waldbäume sorgen auch dafür, dass ihre Nachkommen einen guten Start haben: Alte Douglasien zum Beispiel »füttern« ihre Sämlinge durch die unterirdischen Pilzfäden mit Kohlenhydraten. So können die kleinen Douglasien auch an dunklen Orten ohne viel Sonnenlicht gedeihen. Wichtig ist vor allem, dass sie »am Netz« sind und von der Mutter versorgt werden können. Die Sämlinge mit dem besten Zugang zu diesen Netzwerken sind am gesündesten. Das ergaben Untersuchungen von Suzanne Simard, Professorin für Waldökologie an der kanadischen Universität von British Columbia. Eine der Folgerungen aus ihrer Untersuchung lautet: Alte Bäume sollten nicht vorschnell aus dem Wald entfernt werden.

## Neue Perspektiven für die Landwirtschaft

Pflanzen also kommunizieren mit Duftstoffen, sie betreiben Vetternwirtschaft, protegieren die Eigenen und schikanieren Fremde, sie bilden Allianzen, bekämpfen Feinde, bauen mit Pilzen unterirdische Netzsysteme auf, über die sie Nährstoffe und Informationen austauschen. Die traditionelle Lehrmeinung, wonach Pflanzen bloß eine Art Bioroboter sind, die ihr genetisches Programm abspulen und nur reflexartig reagieren können, ist überholt.

Doch was bringt uns die Erkenntnis, dass Pflanzen in gegenseitige Abhängigkeiten verstrickt sind, dass ihre Beziehungsnetze viel komplexer, viel differenzierter sind als wir bislang dachten? Welchen Nutzen kann die Landwirtschaft daraus ziehen?

Die Landwirtschaft steht weltweit vor gigantischen Herausforderungen: Klimaextreme, Bevölkerungswachstum, knapper werdende Ressourcen wie Öl, Wasser oder Phosphate. Zudem muss sie erhebliche Umweltschäden, welche die konventionelle Landwirtschaft verursacht, rückgängig machen. Eine Herkulesaufgabe.

Industrielle Agrarsysteme geraten dabei an ihre Grenzen. Gerade die Komplexität ist für die konventionelle Landwirtschaft ein großes Problem. Deren Bestreben zielt genau in die Gegenrichtung, nämlich Komplexität zu reduzieren, zu normieren, zu standardisieren. Die Resultate sind Hochleistungszucht, Monokulturen und Chemieeinsatz. Diese verengte Sicht lässt den Blick auf das Ganze, ein vertieftes Verständnis der dynamischen Wechselbeziehungen nicht zu. Und vergibt eine große Chance. Eine Maispflanze in einem Monokulturfeld zum Beispiel, die oben und unten mit Pestiziden bespritzt und mit synthetischem Dünger »gefüttert« wird, steht wie eine Autistin da. Was soll sie sich selber zur Wehr setzen, mit Duftstoffen Nützlinge anziehen oder unter dem Boden mit Pilzen Netzstrukturen aufbauen? Oder mit andern Pflanzen Allianzen eingehen? Das ist völlig obsolet geworden.

So zeigen Untersuchungen des Schweizer Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL), dass Pflanzen in Monokulturen rund 40 Prozent weniger Mykorrhizanetze aufbauen als Pflanzen in agrarökologischen Systemen. Von der wilden Baumwolle ist bekannt, dass sie viel mehr Duftstoffe produziert als gezüchtete Baumwolle. In der Pflanzenzüchtung sucht man denn auch vergebens nach Züchtungszielen wie »gute Kommunikationsfähigkeiten« oder »gute Netzwerkeigenschaften«.

Landwirtschaftssysteme mit hoher Biodiversität hingegen – traditionelle Mischkulturen, Agroforstwirtschaft, Permakulturen und andere agrarökologische Systeme – nutzen pflanzliche Fähigkeiten viel besser aus. Solche Systeme, das zeigen etliche neuere Studien, sind meist effizienter und produktiver als Monokul-

turen. Bekanntes Beispiel ist die traditionelle zentral-amerikanische »Drei-Schwestern«-Landwirtschaft mit Mais, Bohnen und Kürbissen: Der Mais dient der Bohne als Bohnenstange, die Bohne liefert Stickstoff und der Kürbis gedeiht im Schatten von Mais und Bohne sehr gut. In Mexiko, so schreibt der Agrarökologe Miguel Altieri in einer Arbeit aus dem Jahr 2011, müssen 1,73 Hektare mit Mais-Monokulturen gepflanzt werden, um gleich viel Lebensmittel zu produzieren wie ein Hektar mit einer Mischung aus Mais, Bohnen und Kürbis. Dazu kommt, dass die Mais-Bohnen-Kürbis-Polykultur pro Hektar bis zu vier Tonnen trockenes organisches Material produziert, das in den Boden gepflügt werden kann, verglichen mit zwei Tonnen in einer Mais-Monokultur.

Bisher ging man davon aus, dass die erhöhte Produktivität agrarökologischer Systeme vor allem darauf beruht, dass Nischen besser ausgenutzt und Fraßfeinde besser in Schach gehalten werden können und dass solche Systeme »resilienter« (widerstandsfähiger) sind. Wie die Basler Untersuchungen von Andres Wiemken zeigen, kommt ein weiterer Grund dazu: Pflanzen können sich über Netzwerke organisieren und daraus könnte die Landwirtschaft großen Nutzen ziehen.

In der indischen Ganges-Ebene, in der bei konventioneller Landwirtschaft im Gefolge der »Grünen Revolution« vor rund 50 Jahren nur noch monoton Weizen im Winter und Reis im Sommer angebaut werden (selten einmal eine Leguminose), sind die Böden oft degradiert und ausgelaugt; die Erträge nehmen trotz des steigenden Aufwands seit Jahren laufend ab. Seit einigen Jahren hat Andres Wiemken und sein Basler Team mit weiteren Partnern an mehreren Versuchsstandorten dem Saatgut auch eine Mischung ausge-

wählter Mykorrhizapilze und nützlicher Bakterien beigefügt. Mit erstaunlichem Resultat: Der Weizen ergab über vierzig Prozent mehr Ertrag und er war auch von besserer Qualität. Die Bodenlebewesen haben die Bodenstruktur verbessert und dadurch den Pflanzen mehr Nährstoffe geliefert. Beim Reis waren die Effekte weniger ausgeprägt; das mag aber daran liegen, dass für Reis nicht die geeigneten Pilze und Bakterien verwendet wurden.

Für das neue Buch »Mozart und die List der Hirse. Natur neu denken« haben die Journalistin Denise Battaglia und ich viele weitere Labors und Bauernhöfe besucht, Expertinnen und Forscher interviewt. Alle von uns befragten Landwirtschaftsexperten – die indische Umwelt- und Saatgutschützerin Vandana Shiva, der Schweizer Insektenforscher Hans Herren und Urs Niggli, Direktor des Forschungsinstituts für biologischen Landbau in Frick (FiBL) – alle sind sie überzeugt, dass Agrarökologie zur ersten Wahl auf der ganzen Welt, im Süden wie im Norden werden kann und muss. Dabei ist neben traditionellem Wissen auch noch viel Forschungsaufwand nötig. Beispielsweise ist das tiefe Pflügen, das im Biolandbau zur Regulierung des Unkrauts angewendet wird, ein Problem. Es zerstört Pilzgeflechte im Boden, setzt Regenwürmern zu, schädigt das Bodengefüge, verstärkt den Abbau von Humus. Das FiBL erforscht, wie eine Kombination von flacher Bodenbearbeitung, natürlichem Dünger und cleverem Bodenmanagement das tiefe Pflügen ersetzen kann. Erste Ergebnisse sind vielversprechend.

Die sich rasant vermehrenden Erkenntnisse über die bisher verborgen gebliebenen Fähigkeiten der Pflanzen, über koevolutionäre Prozesse, sich gegenseitig beeinflussende Kreisläufe und die für uns momentan meist noch unsichtbaren Kommunikationsnetze in der belebten Natur bieten mehr als genug Stoff für eine neue Sicht der Welt, aber auch für neue Perspektiven für die Landwirtschaft.

## Folgerungen & Forderungen

- Pflanzen sind keine »Bioroboter«. Sie kommunizieren mit Duftstoffen und bauen unterirdisch umfangreiche Netzsysteme auf, über die sie Nährstoffe und Informationen austauschen.
- Ihre Beziehungsnetze sind viel komplexer, viel differenzierter als wir bislang dachten; entsprechend groß ist der Forschungsbedarf.
- Der Pflanzenbau muss verstärkt darauf achten, dass insbesondere die Mykorrhizanetze im Boden sich ungestört entwickeln können.
- Das erfordert unter anderem eine schonende Bodenbearbeitung sowie Landwirtschaftssysteme mit hoher Biodiversität.
- Diese sind auf Dauer effizienter und produktiver als Monokulturen und eher in der Lage, die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung nachhaltig zu sichern.

## Literatur

Der Beitrag basiert auf zwei Büchern der Verfasserin: 1) Pflanzen-Palaver. Belaschte Geheimnisse der botanischen Welt. Basel 2008 (v. a. S. 39–55); 2) (gemeinsam mit Denise Battaglia): Mozart und die List der Hirse. Natur neu denken. Basel 2012 (v. a. die S. 25–46; S. 97–120). Dort finden sich jeweils auch die Nachweise der angeführten wissenschaftlichen Literatur und Forschungsergebnisse.



### Florianne Koechlin

studierte Biologie und Chemie. Sie ist Geschäftsführerin des Blauen-Instituts und Autorin zu Fragen der Gentechnik und eines ökologischen Wissenschaftsverständnisses.

Blauen-Institut  
Blauenstraße 15, CH-4142 Münchenstein  
E-Mail: [fkoechlin@blauen-institut.ch](mailto:fkoechlin@blauen-institut.ch)