

Maissorten für den Ökoanbau

Ertragsstabilität steht im Vordergrund

Walter Schmidt und Henriette Burger, Einbeck

2009 wurden in Deutschland 2,2 Millionen Hektar Mais angebaut – aber nur 13.000 davon wurden ökologisch bewirtschaftet. Trotz des kleinen Marktes ist es sinnvoll, sich mit der Entwicklung von Sorten für den Ökologischen Landbau zu befassen: Denn Ökosorten müssen über eine ganze Palette zusätzlicher positiver Eigenschaften verfügen und diese machen sie auch für die konventionelle Landwirtschaft enorm attraktiv.

Wenn ein Züchter mittel- und langfristig erfolgreich sein will, dann darf er sein Zuchtprogramm keinesfalls nur an der heutigen Marktsituation ausrichten – er muss sich in erster Linie an der zukünftigen orientieren. Denn aus der Zuchtplanung von heute gehen die Sorten hervor, die in 10 oder 15 Jahren das Marktgeschehen bestimmen werden. Ob dies so sein wird, hängt allein davon ab, wie gut der Züchter Marktentwicklungen voraussieht und auf sie reagiert. Ein schönes Beispiel dafür, wie rasant sich ein Markt verändern kann, erleben wir gerade auf dem Energiemaissektor. Als das erste Züchtungsunternehmen im Jahr 2002 mit der Energiemaiszüchtung begann, wurden noch nicht einmal 2.000 ha mit Energiemais bestellt – eine Fläche, scheinbar viel zu klein, um eine spezielle Energiemaiszüchtung zu rechtfertigen! Aber bereits 2009 war die Energiemaisfläche auf 375.000 ha angewachsen. Niemand erwartet, dass sich die Ökomaisfläche ebenso explosionsartig entwickeln wird, aber einer der stärksten Wachstumsmärkte ist der Ökomarkt allemal: Nicht nur bei uns in Deutschland, auch in ganz Europa haben sich die gesamten ökologisch bewirtschafteten Flächen zwischen 1999 und 2008 mehr als verdoppelt. Von 452.000 stiegen sie bei uns auf 911.000 ha an und in Europa von 3,4 auf 7,8 Mio. ha. Und da bezüglich Standort und Ausstattung vergleichbare Ökobetriebe seit einigen Jahren in Deutschland höhere Gewinne erzielen als konventionelle, kann man davon ausgehen, dass sich in der Ökolandwirtschaft der Wachstumstrend fortsetzen wird.

Warum Ökomais?

Bei Mais sind die Wachstumschancen besonders hoch, denn er ist in den Fruchtfolgen

der Ökobetriebe bisher deutlich unterrepräsentiert. Dies liegt hauptsächlich daran, dass die Ökolandwirte bis heute auf Maissorten angewiesen waren, die für die konventionelle Landwirtschaft gezüchtet wurden und die deshalb mit den anspruchsvolleren Anbaubedingungen des Ökolandbaus nicht zurechtkamen. Gelänge es, Maissorten zu entwickeln, die den härteren Anforderungen des Ökolandbaus besser gewachsen sind, dann könnte der Mais in kurzer Zeit den Ökolandbau enorm bereichern und seine Fläche würde schnell und stark zunehmen:

- Den Milchviehbetrieben fehlt es oftmals an einem stärkereichen Grundfutter. Ein für den Ökoanbau optimierter Silomais könnte diese Lücke schließen.

- Ein an die Ökobedingungen adaptierter Körnermais könnte die Deckungsbeiträge vieler Ökobetriebe deutlich erhöhen. Denn der Mais hat in vielen Regionen das höchste Kornertragspotenzial.

- Ein für den Ökoanbau optimierter Energiemais ergänzt das auf dem Ökobetrieb zur Stickstofffixierung angebaute Klee gras ideal als Koferment für die Biogasproduktion.

Die Wachstumspotenziale des Maises im Ökolandbau sind jedoch nicht die alleinigen Gründe, warum sich ein Züchter mit der Entwicklung von Ökomaisorten befassen sollte. Ein weiterer, züchterisch enorm interessanter Aspekt kommt hinzu: Die Ökozüchtung schafft Sorten mit einer höheren Ertragsstabilität, ein Merkmal, das so wichtig ist wie der Ertrag selbst. Ökosorten müssen nämlich gegenüber konventionellen Sorten über eine ganze Palette zusätzlicher positiver Eigenschaften verfügen, wenn sie den anspruchsvolleren Anforderungen des Ökolandbaus gewachsen sein sollen. Und diese zusätzlichen positiven Eigenschaften machen die Ökosorten auch für den konventionellen Anbau so enorm interessant.

Abb. 1: Ökobedingungen decken Schwächen von Sorten schonungslos auf: Hier die Mängel einer konventionellen Spitzensorte (links) im Feldaufgang und ihre geringe Konkurrenzkräft gegenüber Unkraut (Ökoversuchsfeld in Kaufering, 2009) (Fotos: Autoren)



Was müssen Ökosorten mehr können

Der Ökolandwirt versteht seinen Betrieb als ein „kleines Ökosystem“, eingebettet in ein übergeordnet größeres. Die Produktionsleistung des Betriebes will er überwiegend aus diesem, seinem eigenen „kleinen Ökosystem“ schöpfen und nicht aus Produktionsfaktoren, die von außen zugeführt werden. Weitestgehend geschlossene Nährstoffkreisläufe und ein hoher Grad an Selbstregulierung sollen dies gewährleisten.

Ein solches Produktionssystem stellt die Sorten vor höhere Anforderungen, unabhängig davon, ob sie als Körner-, Silo- oder Energiemais genutzt werden. Ökogeene Sorten müssen den konventionellen gleich in einem ganzen Bündel von Eigenschaften überlegen sein:

- Weil man im Ökolandbau keine synthetisch-chemischen Beizmittel einsetzt, brauchen Ökosorten eine bessere genetisch verankerte Keimfähigkeit und Triebkraft.
- In vielen Gebieten muss das Saatgut zum Schutz vor Vogelfraß tiefer abgelegt werden. Auch dies verlangt eine höhere Saatgutqualität und darüber hinaus ein höheres Tausendkorngewicht.
- Im Ökolandbau setzt man auch keine Herbizide ein. Ökosorten müssen deshalb über eine exzellente Konkurrenzkraft gegenüber Unkraut besitzen. Dies wiederum setzt eine hervorragende Jugendentwicklung und Kältetoleranz voraus.
- Im Ökolandbau arbeitet man nur mit system-konformen organischen Düngern. Diese setzen Nährstoffe langsamer frei als schnell lösliche Mineraldünger. Deshalb müssen Ökosorten (zumindest temporären) Nährstoffstress gut abpuffern können.
- Oftmals - zumindest nach einer abtragenen Frucht - ist das Stickstoffangebot in Ökofruchtfolgen ein ertragsbegrenzender Faktor. Auf eine hohe Nährstoffaufnahme- und Nährstoffverwertungseffizienz wird daher großer Wert gelegt.
- Da der Ökolandbau die Anwendung der Gentechnik strikt ablehnt, müssen entsprechende Sorten über ausreichende natürliche Resistenzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen verfügen.
- Da diese Ablehnung auch gentechnisch erzeugte Resistenzen gegenüber abiotischen Stressfaktoren betrifft (z.B. Trockenstress), ist hier auch ein hohes Maß an natürlicher Trockenstresstoleranz gefragt.



Abb. 2: Ökoprüfungen reißen die Varianz zwischen den Sorten auf: Eine für den Ökoanbau ungeeignete konventionelle Spitzensorte (links) und eine ökogeene Sorte (rechts) mit guter Unkrautunterdrückung auf dem Ökoversuchsfeld in Grucking, 2009

Konventionell gezüchtete Maissorten können diese hohen Anforderungen nur bedingt erfüllen, weil sie für die konventionellen Anbaubedingungen optimiert werden. Sie müssen einerseits Höchstertträge in Verbindung mit bester Standfestigkeit und hohen Qualitäten liefern, werden aber andererseits mit Nährstoffen und Pflanzenschutz optimal versorgt, sodass es ihnen an nichts mangelt, was das maximale Ertragspotenzial begrenzen könnte.

Wie lassen sich nun die anspruchsvolleren Zuchtziele des Ökolandbaus realisieren?

Um eine Antwort auf diese Frage zu bekommen, wurden in den Jahren 2004 bis 2006 in enger Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim umfangreiche wissenschaftliche Versuche durchgeführt. In diesen wurden viele Hundert Hybriden parallel unter Öko- und konventionellen Bedingungen mehrortig getestet. Diese Versuchsserien gaben viele wertvolle Hinweise darauf, wie aus einem konventionellen Zuchtprogramm heraus eine optimale Sortenentwicklung für den Ökolandbau aussehen könnte und wie dabei Öko- und konventionelle Züchtung wechselseitig enorm voneinander profitieren können.

Die drei wichtigsten Erkenntnisse aus den umfangreichen Versuchsserien:

- In den Reife-, Qualitäts- und Resistenzmerkmalen kann die Ökozüchtung stark von den Zuchtfortschritten profitieren, die in der

konventionellen Züchtung erzielt werden. Denn in diesen Merkmalen fand man in allen Experimenten sehr enge Korrelationen zwischen den beiden Anbauformen.

- Ertragsstarke Ökosorten lassen sich jedoch nur unter Ökobedingungen treffsicher identifizieren. Denn im ökonomisch wichtigsten Merkmal, dem Ertrag, waren die Rangreihenfolgen der Sorten unter Öko- und konventionellen Anbaubedingungen sehr unterschiedlich.
- Ertragsprüfungen unter Ökobedingungen decken Schwächen von Sorten schonungslos auf (Abb. 1). Bis zum Ende der Vegetation bilden sich in Ökoprüfungen in der Regel enorme Ertragsunterschiede zwischen den Sorten heraus (Abb. 2).

Wie kann man diese Erkenntnisse in die Praxis umsetzen?

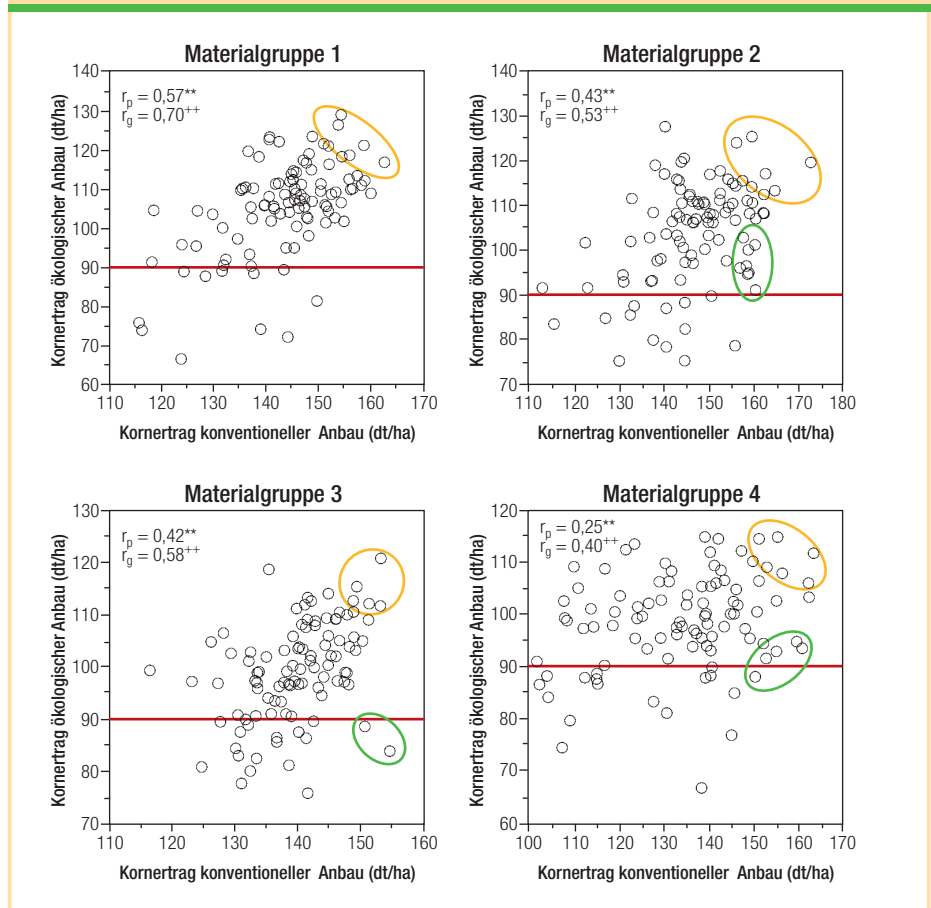
Aufgrund der engen Korrelation zwischen konventionellem und Ökoanbau in allen Reife-, Qualitäts- und Resistenzmerkmalen kann man bei der Entwicklung von Ökosorten die Entwicklung der Inzuchtlinien und deren Selektion zunächst der konventionellen Züchtung überlassen. Jeder Zuchtfortschritt, der hier in der „konventionellen Selektionsumwelt“ erzeugt wird, überträgt sich aufgrund der engen Korrelationen sozusagen gratis auf die „ökologische Zielumwelt“. Sobald man Ertragsprüfungen auf der Hybridebene durchführt, ist es sinnvoll, Ökostandorte in das Prüfnetz zu integrieren.

ren, da die Erträge in allen Nutzungsrichtungen zwischen den konventionellen und den Ökostandorten nur schwach korrelieren. Wenn man dies nicht schon während des ersten Testjahres macht, – Züchter nennen diesen Test GCA-Test – dann sollte man es spätestens während des zweiten tun, damit noch genügend genetische Varianz für die Selektion auf Ökoeignung vorhanden ist.

Gleichzeitige Selektion auf Höchstleistung sowohl unter konventionellen als auch unter Ökobedingungen liefert die interessantesten Sorten

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse einer solchen parallelen Prüfung von 400 Sorten, die im Vorjahr den GCA-Test erfolgreich bestanden hatten. Die 400 vorselektierten Hybriden wurden auf 4 Gruppen zu je 100 aufgeteilt und im Jahr 2009 an den 4 Standorten Einbeck, Kaufering, Grucking und Niederalteich parallel unter konventionellen und Ökobedingungen mit jeweils 2 Wiederholungen getestet. Die Resultate dieser Versuchsserie, in die 400 Hybriden x 2 Wirtschaftsweisen x 4 Standorte x 2 Wiederholungen, also insgesamt 6.400 Parzellen einfließen, sind in Abb. 3 abgebildet. Diese Abbildung zeigt die Ertragsvergleiche zwischen konventionellem und Ökoanbau in Form von Korrelationsdiagrammen, in denen jeweils auf der X-Achse die gemittelten Kornerträge bei konventionellem Anbau und auf der Y-Achse die gemittelten Erträge im Ökoanbau aufgetragen sind. Aus diesen Diagrammen geht klar hervor:

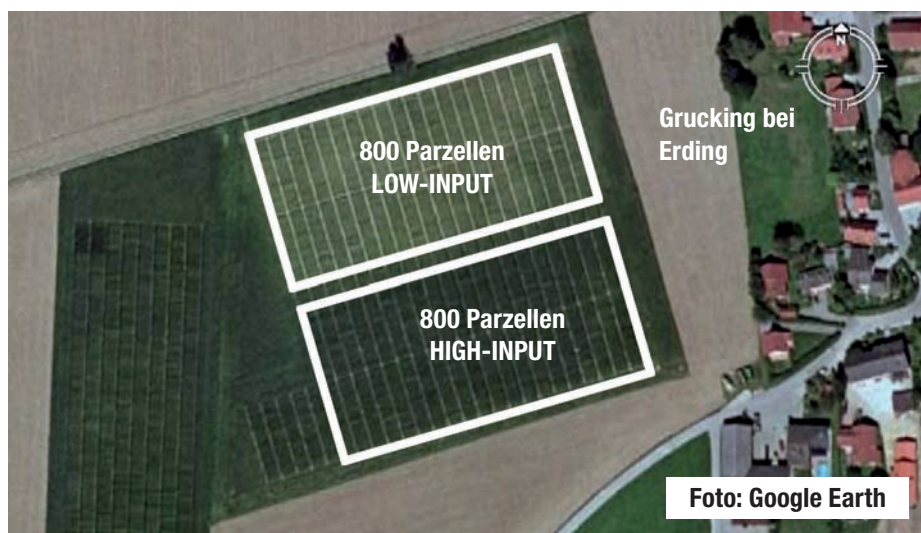
Abb. 3: Beziehung zwischen der Kornertragsleistung bei ökologischem und konventionellem Anbau, ermittelt in 4 Zuchtmaterialgruppen mit jeweils 100 Sorten, 2009. Erläuterungen im Text



Auf den Ökostandorten entfernen sich im unteren Leistungsbereich (etwa < 90 dt/ha) viele Sorten vom allgemeinen Punkteschwarm. Das sind die Sorten unterhalb der roten Linie. Hier handelt es sich um Sorten, die unter Ökobedingungen massive Probleme haben, sei

es im Feldaufgang, in der Kältetoleranz oder in einer anderen unter Ökobedingungen wichtigen Eigenschaft. Auch Sorten, die unter konventionellen Bedingungen Spitzenleistungen zeigen, können unter Ökobedingungen in der Leistung einbrechen. Das sind die in Abb. 3 grün umrandeten Sorten. Die beiden konventionellen Spitzensorten, die in den Abb. 1 und 2 jeweils links zu sehen sind, gehören ebenfalls in diese Kategorie. Die 4 Diagramme in Abb. 3 zeigen aber auch, dass es einzelne Sorten gibt, die bei beiden Anbauverfahren in der Spitzengruppe liegen. Das sind die gelb umrandeten Punkte. Und genau das sind die interessantesten Hybriden für den Markt und für die weitere züchterische Verwendung: Sie realisieren Höchstserträge unter den optimierten konventionellen Bedingungen, unter denen es ihnen an nichts mangelt. Und sie reagieren nur mit minimalen Ertragsreduktionen, wenn sie den harten Anforderungen des Ökoanbaus ausgesetzt sind. Solche Sorten keimen optimal, bilden lückenlose Pflanzenbestände, vertragen die Kälte, wachsen dem Unkraut davon, puffern Nährstoffmangel gut ab und kommen mit Trockenperioden gut zurecht

Abb. 4: Versuchsanordnung zur Verbesserung des Nährstoffaneignungsvermögens: 400 Hybriden werden mit 2 Wiederholungen parallel unter Low- und High- Input- Bedingungen geprüft



– alles positive Eigenschaften, die unter konventionellen Anbaubedingungen nicht ganz so wichtig, aber ebenso vorteilhaft sind. Denn sie verleihen den Sorten die bereits erwähnte hohe Ertragsstabilität, die so wichtig ist wie der Ertrag selbst. Somit führt die parallele Prüfung unter Ökobedingungen zu Sorten, die für die konventionelle Landwirtschaft ein ebenso großer Gewinn sind wie für die ökologische.

Ökoversuche: Für den Landwirt eine wertvolle Quelle verlässlicher Information zur Sortenwahl

Die Streuung der Punktwolken in Abb. 3 und die in den 4 Diagrammen angegebenen schwachen bis mittleren phänotypischen (rp) und genotypischen (rg) Korrelationskoeffizienten belegen eindeutig: Ob eine Sorte für den Anbau unter Ökobedingungen geeignet ist, lässt sich nur unter Ökobedingungen feststellen.

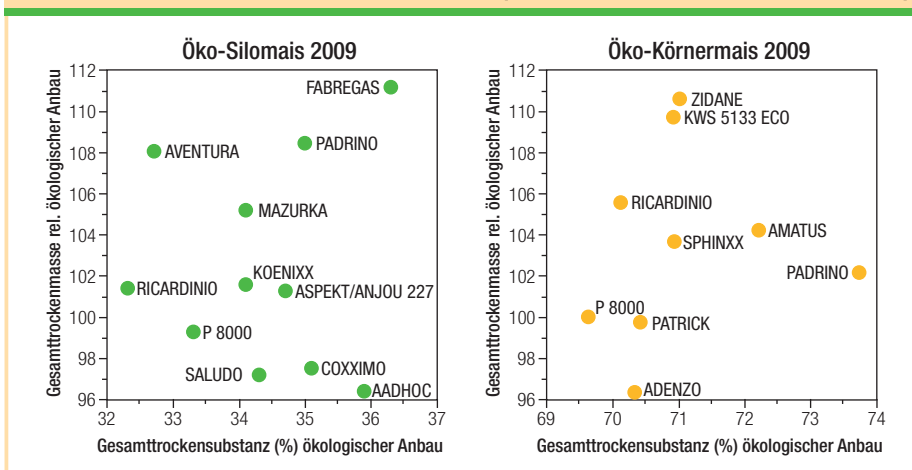
Die Beschreibende Sortenliste des Bundesortenamtes und die Veröffentlichungen der Landessortenversuche enthalten zurzeit noch keine Angaben zur Ökoeignung von Sorten. Nur zwei Quellen stehen dem Landwirt bisher zur Verfügung, aus denen er Informationen über die Ökoeignung der Maissorten beziehen kann. Die eine sind die Informationen aus den verschiedenen Züchterhäusern. Aus dieser Quelle fließen die Informationen nur spärlich, weil die meisten Züchtungsunternehmen bislang – wenn überhaupt – nur geringe Ökzüchtungsaktivitäten entwickelt haben. Eine zweite Quelle sind die Versuchsergebnisse aus den Ökoversuchen, die das DMK in Zusammenarbeit mit einzelnen Länderdienststellen anlegt. Diese sind für den Ökolandwirt die wertvollste Quelle verlässlicher Information (Abb. 5).

Weitere spezifische Züchtungsansätze, um die Ökoeignung von Sorten zu verbessern

Verbesserung des Nährstoffaneignungsvermögens über die Selektion unter Low-Input-Bedingungen

Wenn man Mais in einer Ökofruchtfolge nicht nach Klee gras, sondern nach einer abtragenden Kultur anbaut, dann ist das Stickstoffangebot der ertragsbegrenzende Faktor. Sorten mit einer guten Nährstoffaufnahme- und einer guten Nährstoffverwertungseffizienz können temporäre und lang anhaltende Nährstoff-

Abb. 5: Die offiziellen Silo- und Körnermaisergebnisse der Ökoprüfungen 2009 (Quelle: Deutsches Maiskomitee e.V.)



defizite besser abpuffern. Diese Eigenschaften lassen sich gezielt in Low-Input-Versuchen verbessern.

Seit 20 Jahren wird diese Methode mit großem Erfolg in der konventionellen Züchtung angewandt: Hybriden, die auf der High-Input-Fläche die höchsten Erträge liefern und gleichzeitig auf einer Low-Input-Fläche den geringsten Ertragsabfall zeigen, werden selektiert (Abb. 4). Das Ergebnis einer solchen Selektion sind Sorten mit einer höheren Ertragsstabilität, die in einem besseren Lateralwurzelwerk gründet. Dies manifestiert sich schon früh in der Vegetation. Solche Sorten bereichern natürlich den Ökolandbau genauso wie den konventionellen.

Verbesserung des Nährstoffaneignungsvermögens durch Selektion auf Mykorrhizierungseignung

Eine weitere Möglichkeit, das Nährstoffaneignungsvermögen von Ökosorten zu verbessern, ist die Selektion auf die Fähigkeit, eine gute Mykorrhiza ausbilden zu können. Eine Mykorrhiza ist eine Symbiose zwischen dem Mais und einem Bodenpilz (beispielsweise *Glomus intraradices*). Bei dieser Symbiose profitieren Mais und Pilz gleichermaßen voneinander. Zunächst gibt der Mais einen Teil seiner Assimilate an den Pilz ab, damit dieser wachsen und das Bodenvolumen um die Maiswurzel herum gut durchdringen kann. Davon profitiert zuerst der Pilz. Tritt jedoch im Laufe der Vegetation eine Nährstoffknappheit ein, dann profitiert der Mais.

Der Pilz kann ihm nun Nährstoffe heranschaffen, an die seine Wurzeln nicht herankommen. Im konventionellen Anbau ist dies für den Mais kein Vorteil, denn hier wird er während der

gesamten Vegetation immer bestens mit Nährstoffen versorgt. Im Gegenteil: Assimilate an einen Pilz abzugeben, die dann für die Ertragsbildung fehlen, ist bei einer permanent guten Nährstoffversorgung nur von Nachteil. Anders im Ökolandbau, wo der Mais, zumindest nach einer abtragenden Frucht, unter Nährstoffmangel leidet und diesen abpuffern muss. Hier ist es vorteilhaft, wenn die Maispflanze noch die Fähigkeit besitzt, mit dem Pilz zu kooperieren, eine Eigenschaft, die viele konventionelle Sorten verloren haben. In einer Versuchsanordnung zur Selektion auf Mykorrhizierungsfähigkeit werden Sorten parallel unter Low- und High-Input-Bedingungen mit und ohne Mykorrhizabehandlung getestet. Hybriden, die nach einer Behandlung mit dem Pilz mit einer Mehrleistung reagieren, werden selektiert.

Fazit

Das Ziel der Ökozüchtung ist die Entwicklung von Sorten für die erschwerten Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus. Sorten, die unter Ökobedingungen hohe und stabile Erträge bringen und dabei ohne den chemischen Pflanzenschutz und ohne schnell wirkende Mineraldünger auskommen, müssen gegenüber konventionellen Maissorten über ein ganzes Bündel zusätzlicher positiver Eigenschaften verfügen. Diese verleihen den Ökosorten eine hohe Ertragsstabilität. Und diese wiederum macht sie auch für die konventionelle Landwirtschaft enorm attraktiv.

Dr. Walter Schmidt und Dr. Henriette Burger, KWS SAAT AG, 37574 Einbeck, Tel.: 05561-311-477 und 05561-311-695, E-Mail: w.schmidt@kws.com und h.burger@kws.com