

## **SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN UMSETZUNG VON NO-TILL**

Rolf Derpsch, [rderpsch@telesurf.com.py](mailto:rderpsch@telesurf.com.py)  
Landw. Berater, Asunción, Paraguay

### **Einführung**

Traditionelle Bodenbearbeitungsverfahren mit intensiver Bodenbearbeitung führen früher oder später durch Humusabbau, Reduzierung der bodenbiologischen Aktivität und/oder Erosion zu Bodendegradierung und Produktivitätsverlusten. Arme Böden haben arme Landwirte zur Folge. Direktsaat (oder No-till) dagegen, also der völlige Verzicht auf jegliche Bodenbearbeitung, ist ein System in dem die Erosion vermieden, der Humusgehalt erhöht, die mikrobielle Biomasse im Boden wieder aufgebaut, die Bodenstruktur verbessert und folglich die Bodenfruchtbarkeit erhöht wird. Darüber hinaus lassen sich die Investitionen in Maschinen reduzieren, es werden weniger A.K. pro ha benötigt, es wird Kraftstoff eingespart und die Wirtschaftlichkeit erhöht (Derpsch, 2006). Dieses System kann neben dem Dauergrünland als das der Natur am nächsten kommende Verfahren angesehen werden. Direktsaat ist ein einfaches, stabiles und unter schwierigen Rahmenbedingungen (auch klimatischen) verlässliches Ackerbausystem. Direktsaat oder No-till wird hier als ein System verstanden, in dem der Boden permanent nicht bearbeitet wird. In Deutschland ist dieses Verfahren inhaltlich weitgehend unbekannt und im Allgemeinen verbindet man damit nur das direkte Säen. Auch heute noch wird die Direktsaat in Deutschland von Landwirten und Beratern gleichermaßen abgelehnt, obwohl das Verfahren weltweit auf ca. 100 Millionen ha zur Anwendung kommt. In manchen Ländern wird bereits mehr als 65% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Direktsaat bestellt.

Wollen wir den Landwirten die Möglichkeit geben auf dem Lande zu überleben und soll eine nachhaltige und wirtschaftlich tragbare Landwirtschaft erreicht werden, dann müssen die Paradigmen der landwirtschaftlichen Produktion und des Bodenmanagements geändert werden und neue Praktiken eingeführt werden.

Die Paradigmen der Vergangenheit sind: 1) Pflanzenbau ist nur mit Bodenbearbeitung möglich. 2) Pflanzenrückstände sind ein Abfallprodukt. Verkaufen oder Vergraben der Pflanzenrückstände mit Bodenbearbeitungsgeräten die Norm. 3) Brennen von Pflanzenrückständen erlaubt. 4) Nackter Boden über Wochen und Monate. 5) Bodenchemische Prozesse im Vordergrund. 6) Pflanzenschutz vorzugsweise chemisch. 7) Gründüngung und Fruchtfolge als Option. 8) Bodenerosion wird als unvermeidbarer Prozess, der mit dem Ackerbau verbunden ist, akzeptiert (die Erosion wird durch starke Regenfälle oder starken Wind erzeugt). Die Paradigmen der Vergangenheit resultieren in einer Ausbeutung und Degradation des Bodens. Unter diesem System ist eine nachhaltige Bodennutzung nicht möglich, weder ökologisch, sozial noch wirtschaftlich) (Derpsch, 1999).

Die Paradigmen der Vergangenheit müssen nun den Paradigmen der Zukunft weichen. 1) Bodenbearbeitung ist für die Pflanzenproduktion nicht erforderlich. Die

starke Verbreitung der Direktsaat (No-till) weltweit zeigt, dass diese Verfahren möglich und erfolgreich sind. 2) Pflanzenrückstände sind wertvolle Produkte, die als Mulch an der Bodenoberfläche verbleiben müssen. 3) Brennen von Pflanzenrückständen verboten. 4) Ganzjährige Bedeckung des Bodens mit Pflanzenrückständen oder lebenden Pflanzen. 5) Bodenbiologische und nicht chemische Prozesse im Vordergrund. 6) Pflanzenschutz vorzugsweise biologisch. 7) Gründüngung und Fruchtfolge als Muss. 8) Bodenerosion ist nichts anderes als ein Symptom dafür, dass ein für den Standort und das Ökosystem nicht angepasstes Anbausystem zur Anwendung gekommen ist (Erosion wird durch nicht standortgerechte Bodennutzung verursacht). Die neuen Paradigmen resultieren in einer rationalen, standortgerechten Landwirtschaft. Unter diesem System wird die Nachhaltigkeit der Bodennutzung gesichert, sowohl ökologisch, als auch sozial und wirtschaftlich.

Da der Boden seit Tausenden von Jahren gepflügt wird, bedeutet der Wechsel zu den neuen Produktionssystemen ohne Bodenbearbeitung einen grundlegenden Mentalitätswandel. Ist ein Landwirt nicht bereit diesen Wandel zu akzeptieren, wird er immer wieder Gründe finden, warum er den Boden bearbeiten muss und wird zu den traditionellen Verfahren der Bodenbearbeitung zurückkehren. Dieser Wandel muss im Kopf stattfinden. So lange der Kopf konventionell denkt, wird es schwierig sein Verfahren ohne Bodenbearbeitung (Direktsaat, No-tillage) in die Praxis umzusetzen. Nach Bieber (2000) „ist die Direktsaat nicht eine landwirtschaftliche Praxis oder Technik, sondern es ist ein Konzept des Geistes und des Verstandes, wer nicht daran glaubt wird versagen“. Mit anderen Worten, wer mit Direktsaat Erfolg haben will muss zu allererst in der Lage sein, den mentalen Wandel zu vollbringen. Ein radikaler Sinneswandel ist für eine erfolgreiche Umsetzung der Direktsaat in die Praxis erforderlich. Dies ist nicht nur wahr für Landwirte sondern auch für Wissenschaftler, Berater, Experten der ländlichen Entwicklung und Politiker. Das Problem ist, alles das zu vergessen was man lebenslang über Bodenbearbeitung gelernt hat. Vorurteile gegen das neue System sind sicherlich das größte Hindernis zur Adoption der Direktsaat in den meisten Ländern der Welt. Die Motivation des Landwirtes ist Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Umstellung auf Direktsaat. Da der Begriff Direktsaat unterschiedlich verstanden wird sollte auf die Definition von Derpsch (2006) zurückgegriffen werden. Direktsaat = dauerhaft keine Bodenbearbeitung, nur Aussaat.

### **Planung der Umstellung auf Direktsaat**

Man sollte sich erst einmal klar darüber sein, dass Direktsaat mehr ist als nur auf die Bodenbearbeitung zu verzichten und eine Spezialmaschine für Direktsaat einzusetzen. Direktsaat ist ein völlig neues Anbausystem. Um von einem konventionellen Anbausystem mit Bodenbearbeitung auf Direktsaat überzugehen, bedarf es einer guten Planung, die mindestens ein Jahr vor der tatsächlichen Implementierung beginnen sollte. Die letzte Bodenbearbeitung, bevor auf permanente Direktsaat übergegangen wird, muss so gestaltet werden, dass die Bodenoberfläche eingeebnet wird. Direktsaat beginnt mit der Wahl einer geeigneten Kultur, die ausreichend Pflanzenrückstände an der Bodenoberfläche hinterlassen soll und nach der dann ohne jegliche Bodenbearbeitung ausgesät werden kann. Die Ernte dieser Kultur hat so zu erfolgen, dass die Pflanzenrückstände gleichmäßig über die gesamte Arbeitsbreite des Mähdeschers verteilt werden. Dazu sind nicht nur Stroh- sondern auch Spreuverteiler am Mähdescher wichtig. Wird das Stroh im Schwad hinterlassen, bleibt nur noch das Pressen und Abtragen oder Verbrennen des Strohs. Dies sind die denkbar ungünstigsten Voraussetzungen, um Direktsaat anzufangen. Ausreichend Pflanzenrückstände müssen immer an der Bodenoberfläche verbleiben. Wird

Direktsaat auf nacktem Boden praktiziert, ist der Misserfolg vorprogrammiert. Die erste Aussaat in Direktsaat sollte nach Kulturen wie Raps, Ackerbohne, Erbsen oder Gründüngung stattfinden, da dies wesentlich leichter und besser als nach Weizen mit einer hohen Mulchauflage bewerkstelligt werden kann. Auch auf die Auswahl einer geeigneten Sorte sollte geachtet werden. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass aufgrund des Klimas in Deutschland die Direktsaat im Frühjahr oft Probleme bereitet, wogegen die Direktsaat im Herbst problemlos zu bewerkstelligen ist. Die Frostgare schafft dann im Winter auch bei noch niedrigen Humusgehalten eine für das Pflanzenwachstum akzeptable Bodenstruktur, die bei Fröhsaaten im Frühjahr unter feuchten Bedingungen vielfach nicht gegeben ist sondern eher dann bei Spätsaaten (Mais), bei trockenem Boden, wo akzeptable Bedingungen wieder gegeben sind. Man sollte sich im Klaren sein, dass bei No-till der Mineralisierungsschub im Frühjahr klein ist und No-till-Kulturen deshalb oft einen verspäteten Vegetationsbeginn zeigen. Eine Einflussnahme auf einen früheren Vegetationsstart ist aber durch eine erhöhte erste N-Düngergabe möglich. Da die Wirkungen der Bodenbearbeitung zur Unkrautbekämpfung ausfallen, ist es sinnvoll mit solchen Kulturen zu beginnen bei denen zugelassene Herbizide zur Bekämpfung des zu erwarteten Unkrautspektrums verfügbar sind. Da die Bodenoberfläche ja meist mit Rückständen bedeckt ist, müssen es aber blattaktive Mittel sein. Da die Unkräuter (auch Winden) bei Direktsaat, im Herbst ihre Blattmasse nicht verlieren, sind sie mit Glyphosat, wenn auch mit höheren Aufwandmengen (oder mit Wuchsstoffmitteln) bekämpfbar.

Es ist leichter Direktsaat mit einer Kultur zu beginnen, in der man eine gute Unkrautunterdrückung erreicht. Hierfür können sowohl Hauptfrüchte als auch Gründüngung verwendet werden. Für den Anfang sollten die Felder ausgesucht werden, die die besten Voraussetzungen für den Erfolg bieten, und nicht solche auf denen es Bodenfruchtbarkeits-, Unkraut-, oder andere Probleme gibt. Problemunkräuter wie z. B. Quecken oder Trespens sollten vor der Umstellung beseitigt werden.

Die Planungsphase sollte genutzt werden, um sich eingehend über das Direktsaatsystem zu informieren, wozu die einschlägige Literatur zurate gezogen werden sollte. Auch andere Autoren haben sich Gedanken darüber gemacht, wie man in der Umstellungsphase verfahren sollte (Köller, 2001; Duiker u. Myers, 2005).

Folgendes Vorgehen hat sich beim Übergang von konventioneller Bodenbearbeitung auf das Direktsaatverfahren (No-till) bewährt:

### **Schritte für die erfolgreiche Umsetzung von No-till Verfahren** (Derpsch, 2004)

1. Kenntnisse und Erfahrungen sammeln und sich über das gesamte Anbausystem, besonders über die Unkrautkontrolle informieren.
2. Bodenuntersuchungen durchführen (eine ausgewogene Nährstoffversorgung und ein adäquater pH- Wert sollten angestrebt werden)
3. Schlecht dränierte Böden vermeiden (Mindererträge)
4. Bodenverdichtungen bzw. Pflugsohlen und Fahrspuren beseitigen

5. Bodenoberfläche einebnen
6. Bodenbedeckung herstellen (Ernterückstände, Stroh, Zwischenfrucht, etc.)
7. Direktsaatmaschine kaufen
8. Auf nur einem Teil der Betriebsfläche anfangen, um Erfahrungen zu sammeln
9. Ausgewogene Fruchtfolgen mit Gründüngung einsetzen
10. Neue Entwicklungen beachten. Man muss sich auf einen ständigen Lernprozess einstellen und man muss gewillt und bereit sein, ständig dazuzulernen. (Man lernt nicht einmal, wie man Direktsaat macht, und kann es dann für immer).

### **1. Kenntnisse und Erfahrungen sammeln und sich über das gesamte Anbausystem, besonders über die Unkrautkontrolle informieren.**

Wenn einmal die Barriere des mentalen Wandels überwunden und die neuen Paradigmen für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion akzeptiert worden sind, muss jeder, der mit Direktsaat Erfolg haben will, soviel wie möglich über das neue Anbausystem lernen. Wenn man also Fehlschläge vermeiden will bedeutet das, dass sowohl Landwirte und Praktiker als auch Berater und Wissenschaftler sich ein angemessenes Maß an Wissen und Kenntnissen über das System aneignen müssen. Es muss sichergestellt werden, dass alle Aspekte des Direktsaatsystems Berücksichtigung finden. Oft tendieren Landwirte dazu, als erstes eine Direktsaatmaschine zu kaufen, dies ist jedoch erst der Schritt Nr. 7 im Adoptionsprozess. Direktsaat anzufangen ohne genügend Informationen und Kenntnisse darüber zu haben, wie es gemacht wird, ist der wichtigste Grund für Fehlschläge des Systems! Die Fehlschläge werden dann dem neuen System angelastet anstatt sie auf mangelnde Kenntnisse der Landwirte (oder Wissenschaftler) über das Verfahren zurückzuführen. Sich diese Kenntnisse und die Managementfertigkeiten anzueignen ist nicht nur für die Landwirte wichtig, sondern auch für Angestellte, Traktorfahrer, usw.

Direktsaat ist ein grundlegend anderes Produktionssystem und einer der wesentlichen Unterschiede zur konventionellen Bodenbearbeitung zeigt sich in der Unkrautbekämpfung. Deshalb müssen die Landwirte besonders ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet wesentlich verbessern. Während es in den traditionellen Systemen mit Bodenbearbeitung im Allgemeinen keiner speziellen Kenntnisse über Unkräuter bedarf, weil die Bodenbearbeitungsgeräte die Unkräuter unabhängig von der Art vergraben und abtöten, ist dies in der Direktsaat nicht der Fall. Im Direktsaatsystem muss der Landwirt jedes Unkraut auf seinem Betrieb mit Namen kennen und auch wissen, welches Unkrautbekämpfungsmittel verwendet werden kann, um jedes spezifische Unkraut abzutöten. So wird eine Konkurrenz mit den angebauten Früchten vermieden. Nach einer gewissen Anreicherung von organischem Material in den oberen Bodenzentimetern erzielen nur noch Kontaktherbizide eine ausreichende Wirksamkeit; Bodenherbizide können praktisch nicht eingesetzt werden. Die Tresse (ein Lichtkeimer) findet bei reduzierter Bodenbearbeitung oder No-till gute Wachstumsbedingungen zur Entwicklung und kann leicht zum Problemunkraut

werden. Bei Weizen stehen aber geeignete Herbizide zur Verfügung, um sie wirksam zu bekämpfen. Wurzelunkräuter wie Quecke oder Winde sind leichter bei Direktsaat zu bekämpfen als bei Verfahren mit Bodenbearbeitung, da Quecke relativ einfach mit Glyphosat (eventuell mit wiederholter Anwendung bei Wiederaustrieb) zu bekämpfen ist. Die Winde (meistens eine Art der Spätverunkrautung) kann einfach mit Wuchsstoffmitteln ausgeschaltet werden.

Die beste Art, um alles Erforderliche über die Unkrautbekämpfung zu erlernen, ist erfahrene Experten auf diesem Gebiet zu fragen (Landwirte, Berater, Wissenschaftler) oder die einschlägige Literatur zu konsultieren. Im Idealfall liegen spezielle Bücher oder Broschüren vor, die alle Unkräuter, die im Land (oder Bundesland) vorkommen, kurz beschreiben und die ein Bild des Keimlings, des Unkrautes in der Blüte, der ausgewachsenen Pflanze und auch deren Samen zeigen. Auf der entgegengesetzten Seite sollte dann eine Liste aller auf dem Markt verfügbaren Herbizide aufgelistet werden und die Empfindlichkeit der Unkräuter gegen jedes Produkt beschrieben werden (z. B., resistent, sensibel, sehr sensibel). Solche Schriften sind in Brasilien und Argentinien aber auch in den USA (Deutschland?) veröffentlicht worden und sind eine sehr anschauliche und praktische Weise sich mit den verschiedenen Unkräutern vertraut zu machen. Da die Anzahl von Herbiziden, die auf dem Markt erschienen sind, zugenommen hat, ist es auch erforderlich die Kenntnisse über diese Pflanzenschutzmittel zu verbessern. Dies ist manchmal eine schwierige Aufgabe, vor allen Dingen dann, wenn die einzige Quelle der Informationen über die einzelnen Herbizide von den Herstellern dieser Produkte selber stammen. Mit so vielen Produkten, die auf dem Markt sind, ist dies ein schwer zu bewältigendes Unterfangen. Es ist deshalb gut Bücher zur Verfügung zu haben, die alle Herbizide, die auf dem Markt sind und im Direktsaatsystem eingesetzt werden können, neutral beschreiben. Diese Bücher sollten die Eigenschaften der einzelnen Herbizide beschreiben, Vorsichtsmaßnahmen bei deren Anwendung enthalten, Erklärungen enthalten, wie die Herbizide sicher zu verwenden sind, sensible und resistente Unkräuter auflisten sowie erklären wie viele Liter oder kg eines bestimmten Produktes zur effizienten Bekämpfung spezifischer Unkräuter erforderlich sind. Solche Bücher sind bereits in Brasilien, Argentinien, Paraguay, den USA, Deutschland und wahrscheinlich auch in vielen anderen Ländern veröffentlicht worden. Sie müssen nach wenigen Jahren revidiert und neu herausgegeben werden, da immer wieder neue Herbizide auf dem Markt erscheinen und veraltete Produkte aus dem Markt gezogen werden. Stehen solche Veröffentlichungen nicht zur Verfügung, dann müssen andere Wege gefunden werden, um sich Kenntnisse über Unkräuter und deren Kontrolle anzueignen, z. B. über Praktiker, Wissenschaftler oder Berater, die über gute Kenntnisse auf diesem Gebiet verfügen. Es können dafür auch spezielle Lehrgänge oder Fortbildungen besucht werden. Fest steht, dass eine effiziente Unkrautkontrolle das A und O für eine erfolgreiche Anwendung der Direktsaat ist.

Die Informationen über das Wirkungsspektrum der Herbizide sind in Deutschland aktuell und gut verfügbar. Grundsätzlich neue Arten treten ja bei Direktsaat nicht auf. Der Schwerpunkt des Unkrautspektrums verändert sich aber: verstärktes Auftreten von Trespen, manchmal von Wurzelunkräutern und spät keimenden Unkräutern, die von der regulären Bekämpfungsmaßnahme nicht erfasst werden. Die chemische Unkrautbekämpfung ist bei No-till das alleinige Verfahren der Unkrautkontrolle, aber außer einem geringen Mehraufwand für Glyphosat ist sie praktisch der konventionellen Landwirtschaft gleich. Diese setzt zwar auch Glyphosat zur Saat ein, jedoch nicht „obligatorisch“. Das No-till Verfahren vermeidet aber weitgehend

Kolateralschäden durch Erosion und Austrag von Wirkstoffen und Dünger. Obwohl geringfügig mehr Herbizide in Direktsaat angewendet werden, zeigen weltweite Untersuchungen, dass der Boden in Direktsaat eine höhere biologische Aktivität aufweist als unter jeder Bodenbearbeitung. Dies zeigt, dass eine intensive Bodenbearbeitung dem Boden mehr schadet als ein Mehraufwand an Herbiziden.

Wenn man zur Direktsaat übergeht wird das Spritzgerät zum wichtigsten Gerät auf dem Betrieb. Ein Landwirt kann es sich leisten einen alten Schlepper (wenn er zuverlässig ist) zu fahren, er sollte aber sicherstellen, dass er immer ein perfekt funktionierendes Spritzgerät einsatzbereit auf seinem Betrieb hat. Wenn das nicht der Fall ist, sollte er sich ein neues Gerät kaufen. In Deutschland gibt es eine amtlich vorgeschriebene, im zweijährigen Turnus durchzuführende Prüfung der Spritzgeräte. Dadurch wird sichergestellt, dass das Spritzgerät den Anforderungen entspricht. Die Spritzdüsen sollten eine besondere Beachtung finden und es sollten immer die besten Düsen, die auf dem Markt sind, verwendet werden, auch wenn sie teuer sind. Billige Messingdüsen gehören in den Abfalleimer, da sie innerhalb von 40 Arbeitsstunden verschleifen. Gute Spritzdüsen sparen Zeit und Geld und machen sich schnell bezahlt. Die Vielfalt der Spritzdüsen, die von den verschiedenen Herstellern heute auf den Markt gebracht werden, ist groß, so dass man sich von Spezialisten beraten lassen muss, um geeignete Düsen für den eigenen Bedarf auszuwählen. Die Spritzgeräte und ihre Mechanik sind aber im Grunde genommen eine einfache Sache. Die schwierigste Aufgabe in der Landwirtschaft heute ist ein Spritzgerät so einzustellen, dass genau der beabsichtigte Output an Herbiziden und Wasser pro ha erzielt wird. Die meisten Absolventen von Ingenieurschulen oder Universitäten im Agrarbereich sind nicht in der Lage diese Arbeit zufriedenstellend zu erledigen. Die Einstellung des Spritzgerätes sollte mehrere Tage vor der beabsichtigten Spritzung stattfinden und man sollte sich alle Zeit nehmen, die dafür erforderlich ist, um genau den beabsichtigten und empfohlenen Output zu erzielen. Dies bedeutet, dass jede Spritzdüse einzeln ausgelitert und kalibriert werden muss. Dabei sollten alle Düsen, die eine Abweichung von mehr als 10% vom Durchschnitt aufweisen, verworfen werden. Es sollten immer genügend Ersatzdüsen vom selben Typ mit derselben Nummer und derselben Farbe mitgeführt werden. Auch das modernste computergesteuerte Spritzgerät kann Fehler in der Auswahl der Düsen nicht kompensieren. Für die sachgerechte Regulierung des Spritzgerätes sollten spezielle Formulare entwickelt werden, auf denen jeder Schritt in einer einfach zu verstehenden Weise aufgezeichnet wird. Solche Formulare sind in Brasilien und Paraguay entwickelt worden. Die spezialisierte Literatur gibt mehrere Formeln an, die angewendet werden sollen, um einen genauen Output zu erzielen. Oft sind jedoch diese Formeln für die Anwender schwer zu verstehen und es wird auch nicht die Verbindung zwischen einer Formel und der anderen erklärt. Das, worauf es beim Spritzen wirklich ankommt und was man wissen will ist: 1) welche Düse muss ich einsetzen, 2) wie viel Liter eines bestimmten Produktes muss ich in den Tank des Spritzgerätes füllen, der mit x Liter Wasser gefüllt ist, 3) welche genaue Geschwindigkeit muss ich fahren, 4) welchen Spritzdruck muss ich verwenden, um genau (zum Beispiel) 2 Liter eines bestimmten Produktes mit 100 Liter Wasser pro ha auszubringen. Eine unzureichende Unkrautkontrolle wird oft den Spritzmitteln angelastet, obwohl der Fehler bei einem unzureichend regulierten Spritzgerät gelegen hat. Werden zu hohe Mengen an Spritzmitteln verwendet, kann das zu Schäden an der gespritzten Kultur führen, was Ertragsminderungen zur Folge hat und zu höheren Kosten führt. Werden zu niedrige Mengen an Spritzmitteln verwendet, hat das eine unzureichende Unkrautkontrolle und Mindererträge zur Folge. Wenn man sich dann

dafür entscheidet, noch einmal zu spritzen, um die Unkrautkontrolle zu verbessern, hat man höhere Produktionskosten. Auch die Qualität des Wasser ist sehr wichtig beim Spritzen. Das zum Spritzen verwendete Wasser muss sauber sein und sollte keine Tonteile enthalten, da in diesem Fall manche Spritzmittel deaktiviert werden. Während früher zur Herbizidspritzung 400 bis 600 Liter Wasser pro ha empfohlen wurden, ist heute die Tendenz, so wenig Wasser wie möglich zu spritzen. Glyphosat zum Beispiel funktioniert sehr viel besser mit 50 bis 100 Litern Wasser pro ha als mit mehr. Grosse Wassermengen bedeuten auch ein logistisches Problem und führen zu großem Zeitverlust beim Auftanken. Manche Herbizide wirken am besten bei Wasser mit einem niedrigen pH-Wert, so dass in diesem Fall bei neutralem Wasser Additive benutzt werden müssen, um den pH-Wert zu senken. Auch muss man wissen, welche Wirkstoffkombinationen möglich und welche nicht möglich sind. All diese Faktoren, die ein effizientes Spritzen ausmachen, unter einen Hut zu bekommen, ist eine komplexe Angelegenheit, so dass ein hohes Maß an Aufmerksamkeit abverlangt wird.

Das Nächste, was ein Direktsaatlandwirt meistern muss, ist eine Direktsaatmaschine so einzustellen, dass der Boden bei der Aussaat so wenig wie möglich durchwühlt wird, das Stroh nicht vergraben wird und das Saatgut genau in der gewünschten Tiefe gleichmäßig abgelegt wird. Das scheint auf den ersten Blick eine einfache Aufgabe zu sein, jedoch ist es schon oft erforderlich gewesen, die Mechaniker des Herstellers oder des Vertreibers der Geräte zu rufen, um die Aussaat sachgemäß zu bewerkstelligen. Schließlich muss ausreichend Know How im Management eines Betriebes vorhanden sein, damit das System Direktsaat erfolgreich zur Anwendung kommt. Allerdings ist es für Landwirte in Deutschland schwierig, qualifizierte Informationen und Beratung zur Direktsaat zu erhalten (Linke, 1998).

## **2. Bodenuntersuchungen durchführen (eine ausgewogene Nährstoffversorgung und ein adäquater pH-Wert sollten angestrebt werden).**

Regelmäßige Bodenuntersuchungen mit dem Ziel eine ausgewogene Nährstoffversorgung des Boden zu erreichen, ist eine wichtige Voraussetzung, um Erfolg in der Direktsaat zu haben. Falls erforderlich sollte der pH-Wert korrigiert werden. Unterversorgung an Nährstoffen und Nährstoff-Imbalancen müssen ausgeglichen werden. Zunächst können mittlere Werte aber nach einiger Zeit sollten hohe Werte in der Bodenanalyse angestrebt werden. Auf humusarmen Böden ist eine verstärkte organische Düngung zur Vorbereitung der Flächen vorteilhaft und ertragsstabilisierend. Man muss in den Anfangsjahren mehr N düngen (+ 20 – 30 kg/ha). Eventuell bis 80 kg/ha, je nach Art, insbesondere die erste Gabe muss deutlich erhöht werden.

„In Direktsaat ist ein Pflughorizont nicht mehr existent, denn dieser wird durch eine andere Bodenschicht ersetzt, die mit organischen Pflanzenrückständen angereichert ist, was zu einer veränderten Dynamik der organischen Substanz im Boden und dem Nährstoffzyklus führt“ (Sá, 1993). Daher sollten die Bodenproben für die Bodenanalysen nach etwa 5 Jahren kontinuierlicher Direktsaat von der 0 – 10 und nicht mehr von der 0 – 20 cm Bodenschicht genommen werden. Falls eine detaillierte Analyse erforderlich ist, können die Bodenproben aus der Tiefe 0 – 5, 5 – 10 und 10 – 20 cm genommen werden.

Nährstoffmängel sollten korrigiert werden, bevor mit Direktsaat angefangen wird. Falls die Böden sehr schlecht mit Phosphor versorgt sind, muss eine Korrekturdüngung mit hohen Mengen dieses Elements erfolgen. Höhere und nicht nur mittlere Werte dieses

Elements sollten angestrebt werden. Manche Autoren empfehlen, dass 50% des Phosphordüngers breitwürfig und die andere Hälfte mit der Sämaschine ausgebracht wird. Falls die P-Werte höher als 15 ppm sind, dann empfehlen diese Autoren, dass der gesamte Phosphor breitwürfig ausgebracht wird (Crovetto, 1996). Auch die Kali- und Kalziumwerte sollten sich im höheren Bereich bewegen.

Böden, die viele Jahre mit Direktsaat bewirtschaftet wurden, weisen eine Konzentration von Phosphor in der oberen Schicht auf. Dies hat sich nicht nachteilig für die Pflanzenproduktion erwiesen. Das Gegenteil ist der Fall, da die Phosphordüngung nach einigen Jahren der Anwendung der Direktsaat reduziert werden kann. In Direktsaat ist in der oberen Bodenschicht eine höhere Feuchtigkeit und niedrigere Bodentemperatur festzustellen. Dies ermöglicht ein Wurzelwachstum bis in die oberste Bodenschicht. Oft entwickeln sich in Direktsaat bei guter Mulchaufgabe Wurzeln über dem Boden und unter der Mulchschicht. Die Wurzeln können also in der oberflächennahen Bodenschicht wachsen und weisen so eine gute Phosphoraufnahmefähigkeit auf. Es wirkt sich auch nachteilig aus, zu versuchen, diesen an der Bodenoberfläche konzentrierten Phosphor mit dem Pflug oder anderen Bodenbearbeitungsgeräten in tiefere Bodenschichten einzumischen. In diesem Fall gibt es eine größere Kontaktfläche des Phosphors mit den Bodenpartikeln und dies führt zu einer starken Bindung und P-Festlegung im Boden, so dass der Phosphor nicht von den Wurzeln aufgenommen werden kann.

In vielen Teilen der Welt gibt es saure Böden, die manchmal auch toxisches Aluminium enthalten. Wenn das der Fall ist, sollten die Landwirte den Kalk ein Jahr vor der Umstellung auf Direktsaat ausbringen, da dies die letzte Möglichkeit zur mechanische Einmischung in den Boden ist. Die Konzepte der Kalkung und Düngung haben sich in Südamerika seit Umstellung auf Direktsaat drastisch geändert. (Dabei ist zu berücksichtigen, dass in Ländern wie Brasilien, Argentinien und Paraguay die konsequente Direktsaat auf mehr als 65% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche praktiziert wird). Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Meiste, was an Universitäten und Hochschulen über Düngung und Kalkung gelehrt wurde, revidiert werden muss und statt dessen neue Konzepte des Managements der Bodenfruchtbarkeit Anwendung finden sollten. Das wichtigste Prinzip ist, dass man den Boden und nicht die Pflanze düngen sollte.

Entgegen einer weit verbreiteten Meinung braucht Kalk nicht mit Bodenbearbeitungsgeräten in den Boden eingearbeitet werden. Neuere Versuchsergebnisse aus Brasilien haben gezeigt, dass der Kalk auch ohne Bodenbearbeitung ausgebracht werden kann, da der Kalk, insbesondere in Verbindung mit Gründüngung in tiefere Bodenschichten gelangt. In diesem Fall sollten die Landwirte eine kleine Menge Kalk jedes Jahr und nicht große Mengen auf einmal ausbringen. Miyazawa, et al. (2002), haben in Versuchen festgestellt, dass die Wirkung von Kalk, ohne Pflanzenrückstände an der Bodenoberfläche, sich auf die obersten 10 cm des Bodenprofils beschränkte. Kalk in Verbindung mit Pflanzenrückständen änderte den pH-Wert, Ca, Mg und Al im Bodenprofil. Die Wirksamkeit von Pflanzenrückständen auf die Bewegung des Kalkes im Bodenprofil folgte der Rangordnung: Schwarzhafer (*Avena strigosa* Schreb) am wirksamsten > Roggen (*Secale cereale* L.) > Mucuna (*Mucuna pruriens*) > Leucaena (*Leucaena leucocephala* L. de Wit). Weizenrückstände hatten keinen Einfluss auf die Bewegung von Kalk im Boden.

Ein wichtiger Grund, weshalb die konsequente Direktsaat in Südamerika so schnell gewachsen ist, ist die Tatsache, dass hier praktisch niemand an die Notwendigkeit glaubt, ab und zu pflügen zu müssen, um den erforderlichen Kalk in den Boden einzuarbeiten. Wie bereits erwähnt, kann der Kalk in Kombination mit Gründüngung (Schwarzhafer, Ölrettich, *Raphanus sativus* Var. *Oleiferus* Metzg.) in tiefere Bodenschichten gelangen. Dies ist ein Thema, das in den USA und auch anderswo noch sehr kontrovers diskutiert wird. Während in den USA viele Wissenschaftler, Berater und Landwirte glauben, dass man auch nach mehrjähriger Anwendung der Direktsaat den Boden ab und zu pflügen muss, um Kalk einzuarbeiten und den Phosphor, der sich an der Oberfläche konzentriert, im Bodenprofil zu verteilen, ist dies in Südamerika nicht der Fall. Hier haben die Landwirte gelernt, dass die Konzentration dieses Elements an der Bodenoberfläche nicht ein Problem zur Erlangung hoher Erträge mit den verschiedenen Kulturen ist

Diese drei Faktoren, die Einarbeitung des Kalkes, die Verteilung des Phosphors im Bodenprofil und auch vermeintliche Bodenverdichtungen, sind wahrscheinlich die wichtigsten Gründe, warum die meisten Direktsaatlandwirte in den USA den Boden ab und zu bearbeiten. Nur ca. 10% bis 12% aller in Direktsaat angebauten Flächen (insgesamt 25,3 Mio. ha) werden in den USA permanent in diesem System bewirtschaftet. Unter diesen Bedingungen der rotierenden Bodenbearbeitung ist der Boden ständig in einer Umstellungsphase, so dass die Landwirte nie alle Vorzüge der Direktsaat erleben werden.

Landwirte in Brasilien, Argentinien oder Paraguay würden nur in Ausnahmefällen daran denken den Boden zu bearbeiten um den Phosphor im Bodenprofil zu verteilen, Kalk einzuarbeiten oder auch Bodenverdichtungen zu beseitigen. Der hohe Prozentsatz an permanenter Direktsaat (> 70% der gesamten Direktsaatfläche von insgesamt 43 Mio. ha in den genannten drei Ländern) beweist dies. In diesem Kontext sollte auch daran erinnert werden, dass in Brasilien oft Böden mit niedrigem pH-Wert die auch toxisches Aluminium aufweisen, vorkommen.

### **3. Schlecht dränierte Böden vermeiden**

Direktsaat sollte nicht auf schlecht drainierten Böden oder Böden mit hoch anstehendem Grundwasser und/oder Böden, die lang anhaltende Staunässe aufweisen, angewendet werden. Wenn Direktsaat auf solchen Flächen eingesetzt wird, kommt es im Allgemeinen zu erheblichen Mindererträgen. Deshalb sollte Direktsaat unter solchen Bedingungen unbedingt vermieden werden.

Eine Lösung zu diesem Problem wäre diese Flächen gut zu drainieren, bevor mit Direktsaat angefangen wird. Oft scheuen die Landwirte jedoch diese Investition, da Drainagesysteme im allgemein sehr teuer sind. Sobald aber die Probleme der schlechten Drainage beseitigt sind, besteht normalerweise keine Beschränkung, hier Direktsaat zu betreiben.

### **4. Bodenoberfläche einebnen**

Für eine perfekte Aussaat ist es erforderlich, dass das Mikrorelief der Felder eingeebnet ist. Es gibt verschiedene Situationen, warum die Bodenoberfläche nicht eben ist:

a) Wenn zum Beispiel die Ernte der vorgehenden Kultur unter sehr feuchten Bodenbedingungen stattgefunden hat und die Erntemaschinen tiefe Fahrspuren

hinterlassen haben, dann ist das eine denkbar ungünstige Situation, um mit Direktsaat anzufangen. Diese Fahrspuren müssen erst beseitigt werden, bevor Direktsaat zur Anwendung kommen kann. Im Allgemeinen ist es unter solchen Bedingungen erforderlich ein Untergrundlockerungsschar entlang dieser Fahrspuren zu fahren, um die Verdichtungen aufzubrechen, die von den schweren Maschinen verursacht wurden. Anschließend kann der Boden mit einer Scheibenegge eingeebnet werden.

b) Eine andere Situation entsteht, wenn die vorhergehende Reihenkultur mit einem Hackgerät bearbeitet wurde, um Unkräuter zwischen den Reihen zu beseitigen. Diese Geräte werfen oft Boden aus der Mitte der Reihen nach außen hin zu den Reihen, so dass ein Anhäufeln in der Reihe entsteht. Diese Berg- und Tal-Situation ist natürlich sehr ungünstig für eine Direktsaat, da eine Ablage des Saatguts in gleichmäßiger Tiefe praktisch unmöglich ist. Diese Unebenheiten müssen erst beseitigt und die Flächen eingeebnet werden, bevor mit Direktsaat angefangen werden kann. Dies kann mit einer geeigneten („offset“) Scheibenegge geschehen. X-förmige Scheibeneggen tendieren dazu, ein nicht ganz ebenes Mikrorelief zu hinterlassen.

c) Wenn die Felder, auf denen die Direktsaat gestartet werden soll, starke Erosionsschäden aufweisen, so dass viele mehr oder weniger tiefe Rillen (vielleicht auch Gräben) das Feld durchkreuzen, dann muss der Boden erst einmal eingeebnet werden, bevor eine Direktsaatmaschine sachgerecht eingesetzt werden kann. Diese Rillen und Gräben erlauben es nämlich nicht, die Aussaat in gleichmäßiger Tiefe zu bewerkstelligen und verursachen auch einen hohen Verschleiß an den Maschinen. Im Allgemeinen reicht eine leichte oder schwere Scheibenegge um ein gutes Einebnen zu erreichen. Je nach Tiefe der Rillen und Gräben kann es aber auch erforderlich werden, das Feld noch einmal zu pflügen und zu eggen, um eine ebene Oberfläche zu erreichen. Natürlich muss hier berücksichtigt werden, dass der dadurch erzeugte nackte Boden wieder der Erosion ausgesetzt ist. Manchmal haben Landwirte in Südamerika die Felder mehrere Jahre hintereinander wiederholt einebnen müssen, weil immer neue Erosionsschäden entstanden, die eine Direktsaat verhinderten. Nicht nur Wassererosion, sondern auch Winderosion kann das Problem einer ungeeigneten Bodenoberfläche für die Direktsaat hervorrufen, wenn z. B. der durch den Wind erodierte Boden ungleichmäßig abgelagert wird.

d) In der Vergangenheit wurde in Südamerika der Urwald oft gerodet und in Weideland umgewandelt. Unter diesen Bedingungen bereitet eine unebene Fläche gar kein Problem. Wenn aber diese Weiden, die viele Höhen und Tiefen haben, in Ackerbau mit Direktsaat umgewandelt werden sollen, dann wird eine Einebnung des Bodens unumgänglich.

Welche Gründe auch immer für eine unebene Bodenoberfläche verantwortlich sind, der Boden muss in diesem Fall immer erst eingeebnet werden, bevor mit der Direktsaat begonnen werden kann. Wird dies nicht getan, dann wird man sehr schnell feststellen, dass die Direktsaatmaschinen unter diesen Bedingungen keine gute Arbeit leisten und keine gleichmäßige Keimung erreicht wird. Das Saatgut wird in diesem Fall in den niedrigeren Stellen an der Bodenoberfläche abgelegt und auf den Hügeln kommt die Saat zu tief in den Boden. Die Folge sind lückige und ungleichmäßige Bestände mit geringer Pflanzenzahl. Soll eine gute Keimung erzielt werden, dann muss das Saatgut in gleichmäßiger Tiefe abgelegt werden und dies kann im Allgemeinen nur bei einer ebenen Bodenoberfläche erreicht werden.

## 5. Bodenverdichtungen, bzw. Pflugsohlen und Fahrspuren beseitigen.

Nach vielen Jahren einer Bodenbearbeitung mit den gleichen Geräten in der gleichen Tiefe können sich Pflugsohlen oder auch andere verdichtete Horizonte bei der Benutzung von anderen Bodenbearbeitungsgeräten bilden. In manchen Fällen haben die Böden eine pedogenetische (natürliche) Bodenverdichtung entwickelt. Wenn Direktsaat bei Vorhandensein von Bodenverdichtungen gestartet wird, muss das zu Mindererträgen führen und geringere Einnahmen zur Folge haben. Deshalb müssen Bodenverdichtungen immer beseitigt werden, bevor das Direktsaatsystem zur Anwendung kommt. Falls Direktsaat schon mehrere Jahre praktiziert wurde, bevor man die Bodenverdichtung feststellte, könnte man das Problem durch Untergrundlockerung in der Saatreihe („in-row subsoiling“) lösen. Diese Art von Geräten wurden in Auburn, Alabama, durch Wissenschaftler des USDA (Wayne Reeves, persönliche Kommunikation, 2003) mit der Landmaschinenindustrie, entwickelt. Diese Geräte sind so gebaut, dass auch nach der Saat (bei Reihenkulturen) der Durchgang des Untergrundlockerers an der Oberfläche kaum sichtbar ist, da alle Pflanzenrückstände fast ungestört an der Bodenoberfläche verbleiben. In Südamerika reicht im Allgemeinen ein Schwergrubber aus (in seltenen Fällen ein Untergrundlockerer), um die verdichteten Horizonte zu durchbrechen.

Die Frage ist jetzt, was gemacht werden sollte, wenn bei dauerhafter Direktsaat Bodenverdichtungen festgestellt werden. Bodenverdichtungen in permanenter Direktsaat ist ein Thema, welches wiederholt in Südamerika zur Diskussion kommt. Im Allgemeinen haben Wissenschaftler eine andere Wahrnehmung in Bezug auf Bodenverdichtungen als Landwirte. Da den Wissenschaftlern hochentwickelte Geräte zur Messung der Bodenverdichtungen zur Verfügung stehen und sie dadurch leicht nachweisen können, dass der Boden unter Direktsaat dichter gelagert ist als unter konventioneller Bodenbearbeitung, führt das dazu, dass viele Wissenschaftler die Bodenverdichtung als ein ernstes Problem in der Direktsaat ansehen. Oft tendieren Wissenschaftler in Südamerika dazu, das Problem der Bodenverdichtung zu übertreiben. Im Gegensatz zu Wissenschaftlern messen Landwirte die Verdichtung nicht in  $\text{g/cm}^3$  Boden oder über den Widerstand einer Bodensonde, die in den Boden gedrückt wird (Penetrometer), sondern sie achten auf die Entwicklung der Kulturen und auf den Ertrag. Wenn die Erträge in Direktsaat genauso gut oder besser als im konventionellen System sind, dann interessiert den Landwirt die vermeintliche Verdichtung überhaupt nicht. Auch messen Landwirte die Verdichtung in Bezug auf das Eindringen von Direktsaatmaschinen in den Boden. Wenn die Böden zu hart sind, um ein gutes Eindringen der schneidenden Elemente in den Boden zu gewährleisten, dann gibt es bei der Aussaat ein Problem, da das Saatgut dann zum Teil nicht mit Boden bedeckt wird und schlecht keimt. Die Ursache eines schlechten Eindringens in den Boden kann aber auch an einer mangelhaften Konstruktion der schneidenden Elemente der Direktsaatmaschine oder am Gewicht der Maschine liegen.

Praktiker können auf ihren Feldern relativ einfach feststellen, ob ertragsmindernde Bodenverdichtungen vorkommen. Zunächst sollte an Bodenprofilen die Tiefe der vorkommenden Verdichtung festgestellt werden. Dann müssen Geräte eingesetzt werden, die unter den Verdichtungshorizont greifen. Diese Geräte (Grubber, Untergrundlockerer) sollten auf einem 25 bis 50 m breiten Streifen (ein mehrfaches der Ernteplattform des Mähdeschers) mitten auf einem Feld eingesetzt werden. Dieser Streifen wird dann getrennt geerntet und der Ertrag ermittelt, um festzustellen ob der bearbeitete Streifen einen **ökonomisch** höheren Ertrag abwirft.

Um die Wahrnehmung der Landwirte in Bezug auf Bodenverdichtungen in Direktsaat (DS) zu erfahren, wurden drei Pioniere aus dem Staat Paraná, Brasilien, einzeln befragt. Die befragten Landwirte waren Herbert Bartz aus Rolandia (damals 26 Jahre permanente DS), Nonô Pereira aus Palmeira (damals 22 Jahre permanente DS) und Frank Dijkstra aus Carambeí (damals auch 22 Jahre permanente DS). Die drei Landwirte hatten damals insgesamt 70 Jahre Erfahrungen in Direktsaat gesammelt. Die Böden, auf denen sie wirtschaften, sind sehr unterschiedlich und schwanken zwischen ca. 80% Ton und 80% Sand. Alle drei Landwirte haben unabhängig voneinander die gleiche Aussage gemacht und zwar, dass sie auf ihren Betrieben kein Problem mit Verdichtungen in permanenter Direktsaat sehen (Revista Plantio Direto, 1999). Sie haben auch behauptet, dass es nicht notwendig sei den Boden nach etlichen Jahren Direktsaat wieder zu bearbeiten, wenn das Direktsaatsystem sachgerecht angewendet wird. Sie haben auch behauptet, dass der beste Weg um Bodenverdichtungen in Direktsaat zu vermeiden, der ist, die größtmöglichen Mengen an Pflanzenrückständen zu produzieren, die an der Bodenoberfläche hinterlassen werden, dazu muss auch noch der Einsatz von Gründüngung und ausgewogenen Fruchtfolgen kommen. Die Wurzeln der Pflanzen und die erhöhte bodenbiologische Aktivität als auch Regenwürmer, Insekten, etc. lockern den Boden auf und bewirken, was als biologische Bodenbearbeitung bezeichnet wird. Eine permanente gute Bodenbedeckung ist erforderlich, um die Feuchtigkeit im Oberboden zu erhalten, was zu einem leichteren Eindringen der schneidenden Elemente der Direktsaatmaschine als auch der Wurzeln führt. Darüber hinaus sollte das unnötige Befahren der Felder mit schweren Maschinen vermieden werden und es sollten keine schweren Lastwagen wahllos über die Felder fahren.

Um Bodenverdichtungen in No-till zu vermeiden, sollte zusätzlich auf die Bereifung geachtet und auf den Feldern immer mit niedrigem Druck gefahren werden (max. 0,8 bar). Es sollte bei allen Maschinen ein Reifenregler zur schnellen Anpassung des Reifendrucks installiert werden (Boden schonen, Diesel sparen, Zugleistung erhöhen, Schlupf halbieren <http://www.reifenregler.de>).

## **6. Bodenbedeckung herstellen (Ernterückstände, Stroh, Zwischenfrüchte).**

Fast alle Vorteile der Direktsaat kommen von der permanenten Bedeckung des Bodens und nur wenige dadurch, dass der Boden nicht bearbeitet wird. Bei einer Direktsaat mit geringen Mengen an Pflanzenrückständen an der Bodenoberfläche werden die vielen Vorzüge des Systems nicht voll ausgeschöpft. Eine Direktsaat ohne Rückstände an der Oberfläche führt nachgewiesenermaßen zu Misserfolgen. Es muss deshalb angestrebt werden, die Biomasseproduktion für jeden Standort zu maximieren. Dies kann erreicht werden, indem Sorten oder Kulturarten ausgewählt werden, die hohe Biomasseerträge liefern. Körnermais bringt z.B. sehr hohe Biomasseerträge, Leinen dagegen sehr niedrige. Das Wegfahren der oberirdischen Biomasse (Silage, Biokraftstoff) ist in Direktsaat unerwünscht und sollte, wenn überhaupt, nur alle 4 bis 5 Jahre geschehen. In dem Fall sollte sofort nach der Ernte (oder wenn möglich vorher), eine schnell wachsende Gründüngung ausgesät werden. Wo die Klimabedingungen es erlauben, sollten möglichst mehr als 10 t/ha trockene Biomasse pro Jahr hinterlassen werden. Die Anwendung geeigneter Fruchtfolgen unter Einbezug von Gründüngungsarten sind hier wichtig. Bei Anwendung der Direktsaat sollten die Pflanzenrückstände niemals verbrannt oder verkauft werden. In manchen Ländern wie Chile glauben die Landwirte, die Direktsaat anwenden, immer einen guten Grund zum Brennen zu haben. Mehr als gute Gründe sind dies Argumente von Landwirten, die die Grundprinzipien einer sachgerechten Direktsaat

nicht verstanden haben. Auch sollte eine Gründüngung nie untergepflügt werden, sondern mit einer Messerwalze flachgelegt werden, so dass die Einarbeitung biologisch auf natürlichem Wege geschieht.

In semiariden Klimazonen können die erwähnten hohen Biomasseerträge freilich nicht erreicht werden. Aber auch hier gilt der Grundsatz, die Biomasseproduktion für die standortspezifischen Bedingungen zu maximieren. Am Anfang ist es in diesem System oft schwer, die höchstmöglichen Biomasseerträge zu erzielen. Wenn aber die kontinuierliche Direktsaat über mehrere Jahre praktiziert wird und die Bodenfruchtbarkeit als auch das Wasserhaltevermögen des Bodens und die Managementfähigkeiten der Betriebsleiter verbessert werden, dann werden auch hier höhere Mengen an Biomasse erzielt. Dies kann z.B. auf dem Betrieb von Rick Bieber (Bieber, 2000) im nördlichen South Dakota und vielen anderen Betrieben in semiariden Klimazonen in den USA, Australien und anderswo beobachtet werden.

Die Vorteile von hohen Mengen an Pflanzenrückständen an der Bodenoberfläche sind folgende: a) Gute Unkrautunterdrückung (Einsparungen an Herbiziden); b) Positive Effekte auf die Bodenfeuchtigkeit (besonders wichtig in trockenen Jahren) und c) Positive Effekte auf die bodenbiologischen Prozesse und die Bodenfruchtbarkeit. Die Mulchauflage führt zu verbesserten bodenchemischen, -physikalischen und – biologischen Prozessen, was zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit führt. Wir sollten aber nicht nur auf die Menge an Pflanzenrückständen achten sondern besonders auch auf ihre Verteilung. Auf eine gute Verteilung von Stroh und Spreu bei der Ernte von Getreide und zwar auf die gesamte Schnittbreite des Mähbalkens sollte peinlichst geachtet werden. Manche Hersteller von Mähdreschern haben bis heute **nicht** die Bedeutung einer guten Verteilung von Pflanzenrückständen in Direktsaat- und Mulchsystemen verstanden, was eine ungleichmäßige Verteilung zur Folge hat. Es liegt dann zu viel Stroh (dazu noch Spreu) in der Mitte und zu wenig oder gar kein Stroh am äußersten Ende des Fahrstreifens. Dies hat eine schlechte Wirkung von Herbiziden zur Folge und auch die Sämaschinen können keine gute Arbeit leisten, weil das Saatgut nicht in gleichmäßiger Tiefe abgelegt werden kann. Es dürfen auch keine Strohanhäufungen vorkommen (z.B. beim Wenden oder wenn der Mähdrescher mitten auf dem Feld kurz anhält), da hier die beste Direktsaatmaschine nicht vernünftig arbeiten kann. Praktiker in Deutschland legen auch großen Wert darauf, dass die Pflanzenrückstände flachgelegt werden, a) damit es den Mäusen nicht zu leicht gemacht wird Unterschlupf zu finden, und b) damit die Keimpflanzen Licht haben und nicht zu lange beschattet werden.

## **7. Direktsaatmaschine kaufen**

Eine spezialisierte Sämaschine ist für eine erfolgreiche Direktsaat unerlässlich. Aber erst wenn alle vorher genannten Schritte, bzw. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung erfüllt worden sind, sollte ein Landwirt eine Direktsaatmaschine kaufen. All zu oft wird beobachtet, dass einige Landwirte etwas über Direktsaat hören, sofort begeistert sind und dann zum nächsten Händler laufen, um eine spezielle Maschine für Direktsaat zu kaufen, ohne die sechs vorgehenden Schritte für eine erfolgreiche Umstellung beachtet zu haben. Dies hat immer zu Misserfolgen bei Anwendung des Systems geführt. Der Landwirt schiebt dann die Schuld für das Versagen auf die Direktsaattechnik, erkennt aber nicht seinen eigenen Fehler, und zwar, dass er sich zu wenig über die Grundlagen des völlig neuen Anbausystems informiert hat. Landwirte, die bei der Anwendung der Direktsaat versagen, sind dann diejenigen, die das System vehement diskreditieren und schlecht machen.

An dieser Stelle wird es nützlich sein, etwas über die Entwicklung dieser relativ neuen Industrie der Herstellung von Direktsaatmaschinen zu sagen. Erst seit Anfang der sechziger Jahre werden spezielle Maschinen für Direktsaat in den USA hergestellt. Als 1972 der Pionierlandwirt Herbert Barz, mit der Direktsaat in Brasilien anfangen wollte, musste er eine Allis Chalmers Maschine aus den USA importieren, da solche Geräte auf dem lokalen Markt nicht zur Verfügung standen. Erst 1975 wurden die ersten Maschinen in Brasilien hergestellt, die auf einer Fräse basierten (Howard Rotacaster). Hiermit wurden Rillen in bestimmten Abständen in den unbearbeiteten Boden gefräst, in die dann das Saatgut abgelegt wurde. Diese Maschinen waren jedoch sehr langsam und haben den Boden zu intensiv bearbeitet (dabei auch das Stroh z. T. vergraben), so dass die Landwirte sehr froh waren als 1976 die schnelleren Dreischeiben Direktsaatmaschinen auf dem Markt kamen, die diese Nachteile nicht hatten. Direktsaatmaschinen zu importieren war in Brasilien schon immer schwierig, da diese mit sehr hohen Importsteuern belegt werden. Die Herstellung von Direktsaatmaschinen in anderen Ländern Südamerikas (Argentinien, Mexiko) begann wesentlich später. Heute gibt es zahlreiche Hersteller von Direktsaatmaschinen in Brasilien und Argentinien, von denen auch viele in der Lage sind zu exportieren. Eine Liste mit den Herstellern dieser Geräte in Brasilien und Argentinien kann im Internet auf folgender Homepage eingesehen werden [www.rolf-derpsch.com](http://www.rolf-derpsch.com) Weltweit gibt es heute ca. 100 Hersteller von Direktsaatmaschinen (Köller, 2001). In Deutschland ist jedoch bis heute das Angebot von Spezialmaschinen für eine konsequente Direktsaat äußerst gering.

Bei der Auswahl einer geeigneten Direktsaatmaschine sollten die Landwirte sicherstellen, dass sie ein für ihren Betrieb und für ihre Bodenbedingungen geeignetes Gerät kaufen. Als erstes sollte entschieden werden, welche Kulturen mit dem Gerät ausgesät werden sollen und welche Reihenabstände angestrebt werden (enge Reihenabstände, z.B. Weizen, oder weite Reihenabstände, z.B. Mais). Für kleinere oder mittlere Betriebe werden in Paraguay und Brasilien Universalmaschinen empfohlen, die sowohl bei engen wie bei weiten Reihenabständen verwendet werden können. Damit können dann Weizen, Hafer und Gründüngung, aber auch Mais, Sonnenblumen und Sojabohnen ausgesät werden. Die Kosten eines Universalgerätes sind sehr viel geringer als zwei spezialisierte Maschinen zu kaufen, das Umrüsten ist allerdings im Allgemeinen zeit- und arbeitsaufwendig. Kaufen die Landwirte jedoch Spezialmaschinen nur für enge oder nur für weite Reihenabstände, so sind sie bei der Gestaltung der Fruchtfolgen sehr eingeschränkt, was sich sehr negativ auf das Direktsaatsystem auswirkt.

#### **8. Auf einem Teil der Betriebsfläche anfangen, um Erfahrungen zu sammeln.**

Direktsaat ist ein völlig neues Anbausystem. Es wird keine Bodenbearbeitung mehr durchgeführt, die Unkrautbekämpfung ist ganz anders, das Spritzen ist anders und muss mit sehr viel größerer Sorgfalt und Genauigkeit erfolgen, die Aussaat ist anders, Pflanzenschutz ist anders, Fruchtfolgen müssen geändert werden, das Management ist anders, usw. Wenn man von konventioneller Bodenbearbeitung auf Direktsaat übergeht, muss man das ganze System ändern. Man kann nicht die verschiedenen Komponenten einzeln ändern, weil es dann Jahre dauern würde, bis das ganze System umgestellt ist. Bei so vielen Änderungen zur gleichen Zeit ist das eine Herausforderung für jeden, auch für gute Landwirte und Wissenschaftler und auch für diejenigen, die über langjährige praktische Erfahrung und gute Managementfähigkeiten verfügen. Deshalb die Empfehlung auf nur einem Teil des Betriebes

anzufangen und nicht den Wechsel auf dem gesamten Betrieb gleichzeitig zu bewerkstelligen (z.B. etwa 10% der Fläche bei Grossbetrieben). Diese Ausführungen sollten aber nicht dazu führen zu glauben, Direktsaat wäre ein sehr kompliziertes System. Erfahrene Praktiker wissen zu berichten, dass No-till das einfachere Verfahren ist und die Verbreitung auf ca. 100 Millionen ha in allen Kontinenten (auch unter Analphabeten) zeigt, dass es jeder erlernen kann.

Bevor man mit Direktsaat anfängt, sollte man alle erforderlichen Informationen und die erforderlichen Kenntnisse über das System gesammelt haben. Diese Kenntnisse werden am besten von anderen Landwirten vermittelt, die das Verfahren bereits praktizieren, auch von Beratern oder Wissenschaftlern mit praktischer Erfahrung, oder sie werden aus speziellen Büchern oder Veröffentlichungen entnommen. Das Wichtigste dabei ist nicht anzufangen, bevor man ein ausreichendes Grundwissen über das System gesammelt hat. Auf nur einem Teil der Betriebsfläche im ersten Jahr anzufangen ist vernünftig, um Erfahrungen zu sammeln und Fehler zu vermeiden. Je nach Vertrauen in sich selbst und den gemachten Erfahrungen kann man dann das System im zweiten Jahr auf eine größere Betriebsfläche ausdehnen und nur nachdem man die Direktsaat beherrscht, sollte man die gesamte Betriebsfläche umstellen. Bereits im ersten Jahr die gesamte Betriebsfläche umzustellen, ist auf Grossbetrieben ein großes Risiko und kann dazu führen, dass die Kulturen nicht ordentlich aufgehen, dass einem Fehler in der Unkraut- und Schädlingsbekämpfung unterlaufen usw., was zu finanziellen Verlusten führen kann.

Völlig neue Direktsämaschinen einzusetzen, die auf unbearbeitetem Boden gut arbeiten sollen, ist eine Herausforderung für Landwirte, die keine Erfahrungen mit diesen Geräten haben. Die Saattiefe bei einer dicken Mulchschicht so einzustellen, dass das Saatgut in gleichmäßiger Tiefe bei minimaler Bodenbewegung und gutem Bodenkontakt abgelegt wird, ist zu Anfang nicht immer ganz einfach. Es bedarf auch einiger Zeit um herauszufinden, bei welcher Bodenfeuchtigkeit bestimmte Maschinentypen auf bestimmten Böden am besten arbeiten.

Bei Umstellung auf Direktsaat kann sich die Unkrautflora wesentlich ändern. Unkräuter, die unter konventioneller Bodenbearbeitung leicht bekämpft wurden, können plötzlich zu Problemunkräutern werden. Neue Unkräuter, die vorher nie ein Problem waren, können sich breitmachen und schwer zu bekämpfen sein. Herbizide können eventuell nicht zur Verfügung stehen, um bestimmte neue Unkräuter zu bekämpfen, usw. Dabei ist aber auch zu berücksichtigen, dass nach einigen Jahren Direktsaat sich die Unkrautsamen an der Oberfläche erschöpfen, weil der Boden nicht immer wieder neu „umgerührt“ wird. Bei gutem Management und wenn vermieden wird, dass die Unkräuter zur Samenproduktion kommen, verringert sich mit der Zeit der Unkrautdruck im No-till Verfahren erheblich. Man muss auch aufpassen, dass Unkräuter nicht von Feldwegen und Feldrändern in den Schlag wandern, wie dies z. B. bei der Trespe (ein Wiesengras) der Fall ist. Bei größeren Schlägen ist dies weniger ein Problem. Weitere Bemerkungen, die unter Schritt 1 gemacht wurden, sind in diesem Zusammenhang auch zu berücksichtigen.

In Bezug auf Schädlinge ist beobachtet worden, dass eine völlig neue Situation entstehen kann. Schädlinge, die im konventionellen Verfahren nie ein Problem waren, können plötzlich in Direktsaat erscheinen. Andere Schädlinge, die unter Bodenbearbeitung ein Problem waren, verschwinden im Direktsaatsystem. Blattläuse z.B. ertragen die Reflektion des Lichtes nicht, die vom hellen Stroh ausgeht, und

bevorzugen Felder mit nacktem Boden. *Elasmopalpus lignocellus*, eine Bodenraupe, verursacht im Allgemeinen erheblichen Schaden unter konventioneller Bodenbearbeitung, wo die Bodenfeuchtigkeit schnell verschwindet, und verursacht wenig oder keinen Schaden in einem benachbarten Direktsaatfeld, wo die Feuchtigkeit im Boden durch die Mulchschicht länger erhalten bleibt. Andere Schädlinge wie z.B. Trips können im Direktsaatsystem zunehmen. Dies hängt aber von vielen Faktoren ab wie z.B. dem speziellen Jahr, dem Standort, Klimabedingungen, usw. Forschungsergebnisse zeigen, dass einige Schädlinge zunehmen, andere dagegen in Direktsaat abnehmen oder sich in beiden Systemen gleich verhalten. Im Allgemeinen kann **nicht** gesagt werden, dass in Direktsaat ein höherer Schädlingsbefall zu erwarten sei, aber wie bereits gesagt, können einige Schädlinge unter besonders klimatischen Bedingungen zunehmen (Derpsch, et al., 1988).

Manche Krankheiten können in Direktsaat zu einem Problem werden. Da die Pflanzenrückstände der vorherigen Kultur nicht durch Bodenbearbeitung vergraben werden, können Krankheiten wie Halmrost im Getreide (*Puccinia sp.*) über die fallenden Regentropfen von den noch nicht vollständig zersetzten Pflanzenresten auf die nächste Kultur bereits im Keimstadium überspringen. Um dies zu vermeiden, müssen vernünftige Fruchtfolgen zum Einsatz kommen und die Wiederholung ein und derselben Kultur sollte erst dann geschehen, wenn alle Pflanzenreste dieser Kultur völlig zersetzt sind. Nekrothrophische Parasiten (wie z.B. Rost) sterben nämlich ab, sobald ihre Nahrungsgrundlage verschwunden ist. Auch andere Krankheiten wie *Roselina sp.* and *Sclerotinia sclerotiorum* in Sojabohnen, oder *Fusarium sp.* und *Helminthosporium sp.* in Mais können in Direktsaat zunehmen (Derpsch, et al., 1988). Krankheiten sind manchmal ein größeres Problem in Direktsaat als in konventioneller Bodenbearbeitung. Dies sollte aber nicht das Brennen, Verkaufen oder Vergraben von Pflanzenrückständen rechtfertigen. Statt dessen sollten ausgewogene Fruchtfolgen zur Anwendung kommen, die normalerweise dieses Problem lösen. Es gibt aber auch Beispiele, wo Krankheiten in Direktsaat abnehmen. So sind z. B. Fußkrankheiten im Getreide beim Direktsaatverfahren weniger häufig als in konventioneller Bodenbearbeitung. Langjährige Untersuchungen, die in der Schweiz durchgeführt wurden haben gezeigt, dass das von Direktsaatkritikern befürchtete erhöhte Risiko von Mykotoxinbildung bei pfluglosem Anbau von Wintergetreide nach Mais durch systemangepasste Fruchtfolgen, fein Häckseln des Maisstrohs und Auswahl von nur wenig fusariumanfälligen Sorten eingedämmt werden konnte. Generell konnte bei Direktsaat kein erhöhter Krankheitsdruck festgestellt werden (Sturny, et al., 2007).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass man auf einem Teil der Fläche anfangen sollte, um Erfahrungen zu sammeln. Die Ausdehnung der Flächen kann dann schneller oder langsamer, je nach gewonnenen Erfahrungen und der Fähigkeit (neue) Probleme zu lösen, geschehen. Es ist immer vernünftig nicht alles auf einmal, sondern im Zuge der Fruchtfolge umzustellen. Kleinere Betriebe könnten z.B. auf einem Drittel der Fläche anfangen und wenn Möglich zunächst auf Lohnunternehmer für die Aussaat zurückgreifen, bevor sie dann selber eine DS-Maschine kaufen. Der Anfang wird aber auch durch Auswahl der geeigneten Vorfrucht erleichtert. Am sichersten geht immer die Direktsaat nach einer Blattfrucht (z.B. Raps) in die dann Winterweizen im No-till Verfahren eingesät wird. Auch nach einer niedergewalzten Gründüngung funktioniert Direktsaat im Allgemeinen sehr einfach und gut.

## **9. Ausgewogene Fruchtfolgen mit Gründüngung einsetzen.**

Schwarzbrache (Brache mit nacktem Boden) ist das Schlimmste, was einem Boden passieren kann. Erosion und Bodendegradierung werden die Folge sein. Lebende Pflanzen und Wurzeln (wenn immer möglich über das ganze Jahr) sollten ständig auf unseren Feldern wachsen. Das ist ein wichtiger Schritt beim Übergang von bodendegradierenden Anbausystemen wie der konventionelle Bodenbearbeitung zu neuen Systemen (z.B. Direktsaat), die die Bodenfruchtbarkeit verbessern.

Nachdem die vorher genannten Schritte getan wurden, sollten man bestrebt sein, optimale Fruchtfolgen aus der Sicht der Erträge, Unkrautunterdrückung, Menge an Pflanzenrückständen, die an der Bodenoberfläche zurückbleiben, Wirtschaftlichkeit und Risikomanagement, als auch unter dem Gesichtspunkt der Arbeitsverteilung und Abschaffung von Arbeitsspitzen einsetzen. Nachdem diese Etappe erreicht ist, können die Bodenbearbeitungsgeräte zum Verkauf angeboten werden.

In einem Direktsaatsystem ist die Anwendung ausgewogener Fruchtfolgen viel wichtiger als in der traditionellen Bodenbearbeitung. Das magische Wort heißt hier Diversifizierung. Je größer die Diversifizierung der Kulturen, desto besser funktioniert die Direktsaat. Natürlich wird hier von einer sinnvolle Diversifizierung gesprochen, da es ökonomisch nicht sinnvoll ist Dutzende von Kulturen in die Fruchtfolge einzubauen. Die angestrebte Diversifizierung sollte wirtschaftlich sein und kann am besten durch den Einsatz von Gründüngungsarten erreicht werden. Die konsequente Anwendung einer Gründüngung ist das fehlende Element in Direktsaatsystemen in vielen Teilen der Welt. Es gibt viele Vorurteile gegen die Gründüngung. Manche Leute glauben auch heute noch, dass diese untergepflügt werden muss und das ist ein völlig überholtes Konzept.

Gründüngungsarten müssen in die Anbausysteme der einzelnen Betriebe so integriert werden, dass die positiven Wirkungen dieser Pflanzen zum Ausdruck kommen. Gründüngung in Verbindung mit Direktsaat und Fruchtfolge sichert die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion. Aber Fruchtfolgen sind keine „holterdiepolter Reihenfolge“ von Kulturen (Bieber, 2000). Ohne das Wissen über positive oder negative Wirkungen von einer Kultur auf die nachfolgende Kultur ist jeder Versuch, eine Fruchtfolge zu entwerfen, lediglich ein theoretisches Modell. Fruchtfolgen können nicht am „grünen Tisch“ erfunden werden, sondern sind das Ergebnis von langjähriger Forschung und der Erfahrungen der landwirtschaftlichen Praxis. Eine der größten Herausforderungen bleibt, die Gründüngungsarten in die vom Landwirt angewendeten Fruchtfolgen einzubauen oder neue Fruchtfolgen zu entwerfen, die auf die volle Nutzung aller ihrer Vorzüge ausgelegt sind. Jeder Betriebsleiter muss das Fenster finden, in das eine bestimmte Gründüngung hineinpassen kann, um bestimmte Aufgaben zu erfüllen. Im Allgemeinen ist es so, dass Gründüngungsarten außerhalb der Wachstumszeit der Hauptkulturen eingesetzt werden, man kann sie aber auch mit den Hauptkulturen assoziieren oder in bestehende Kulturen einsäen.

Der Einsatz von Fruchtfolge und Gründüngung und einer permanenten Direktsaat, ist die Grundlage für das beispiellose Wachstum der Anbausysteme ohne Bodenbearbeitung, insbesondere in Brasilien und Paraguay. Nur jene Landwirte die die Bedeutung dieser Praktiken verstanden haben erzielen die höchstmöglichen wirtschaftlichen Vorteile des Systems. Während in einigen Regionen der Welt das Hauptanliegen der Landwirte darin besteht, keine Bodenbearbeitung durchzuführen, haben die Landwirte in Südamerika verstanden, dass das Wichtigste im

Direktsaatssystem die Herstellung und das Management einer guten Mulchauflage ist. Gründüngung kostet nicht, sondern bezahlt sich von selbst wenn sie richtig eingesetzt wird. Wenn Direktsaat in Monokultur praktiziert wird oder auch wenn das so genannte „double cropping System“ angewendet wird, in dem zwei Kulturen pro Jahr angebaut werden, bzw. wenn dieselbe oder dieselben Kulturen jedes Jahr auf demselben Feld angebaut werden, dann ist die Direktsaat ein unvollkommenes und unvollständiges System, in dem Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter zunehmen und Gewinne tendenziell abnehmen. Zunehmende Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter werden die Landwirte, die Direktsaat betreiben, auf kurz oder lang dazu zwingen sich von der Monokultur abzuwenden und adäquate Fruchtfolgen anzuwenden. Eine angepasste, praxisbezogene Forschung auf diesem Gebiet ist unerlässlich, um ein funktionsfähiges Direktsaatssystem zu entwickeln, damit die Landwirte in den vollen Genuss aller Vorzüge des Systems kommen, so dass der Unkraut- und Schädlingsdruck reduziert und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird.

Fortgeschrittene Direktsaatlandwirte in Südamerika betrachten es als eine gute landwirtschaftliche Praxis Gründüngung und Fruchtfolge, unabhängig von den Preisen für das Erntegut, einzusetzen. Sobald die Landwirte die Vorzüge dieser Praktiken erkannt haben, wollen sie diese nicht mehr missen. Sorrenson und Montoya (1984) wie auch andere Autoren haben gezeigt, dass bei konsequenter Anwendung der Fruchtfolge mit geeigneten Gründüngungsarten **im Direktsaatssystem** hohe wirtschaftliche Vorteile entstehen. Während noch viele der Meinung sind, dass der Einsatz von Gründüngung nur zusätzliche Kosten verursacht, ohne dass wirtschaftlich etwas dabei herauskommt, haben viele Landwirte in Brasilien und Paraguay dessen Nutzen erkannt und bemerkt, dass die Wirtschaftlichkeit des Systems durch ihren Einsatz wesentlich verbessert werden kann. Allein in den Südstaaten Brasiliens wird die Gründüngung auf mehr als vier Millionen ha eingesetzt.

Direktsaatversuche, die in Brasilien durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass erhebliche Mehrerträge der Hauptfrüchte nach Einsatz einiger Gründüngungsarten erzielt werden können. Im Durchschnitt von zwei Jahren, wurden die höchsten Sojabohnenerträge (2670 kg/ha) nach Schwarzhafer (*Avena strigosa Schreb*) als Gründüngung erzielt. Dieser Ertrag war 770 kg/ha höher als der Durchschnitt aller anderen getesteten Arten. Der Versuch zeigte auch, dass der Ertrag von Sojabohnen nach Schwarzhafer 63% höher war als der Ertrag von Sojabohnen nach Weizen (Derpsch, et al., 1988). Phaseolusbohnen haben auch den höchsten Ertrag nach Schwarzhafer gebracht. Mais dagegen hat **ohne N-Düngung** die höchsten Erträge nach Lupinen (*Lupinus albus L.*) (6410 kg/ha) und Winterwicke (*Vicia villosa Roth*) (6320 kg/ha) gebracht, verglichen mit Erträgen von weniger als 4100 kg/ha nach Weizen, Hafer und Roggen. Auch nach Ökrettich (*Raphanus sativus Oleiferus*) wurden mit 5800 kg/ha ohne N-Düngung hohe Maiserträge erzielt. Dies wurde damit erklärt, dass der Ökrettich durch die tiefe Pfahlwurzel die Fähigkeit hat, ausgewaschenen Stickstoff wieder an die Oberfläche zu bringen (Derpsch, et al., 1988). Auch konnten mit Schwarzhafer als Gründüngung vor Sojabohnen (nur eine Ernte in einem Jahr) höhere Deckungsbeiträge erzielt werden, im Vergleich zum Anbau von Sojabohnen und Weizen (zwei Ernten in einem Jahr)

Gute Kenntnisse über Grün- und Trockenmasseerträge und über die Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von Gründüngung sind erforderlich, um ihre Anwendung zu verbreiten. Man muss wissen, wie und wo man sie in die verschiedenen Fruchtfolgen einbauen kann und welche Wirkungen sie auf die Hauptfrüchte haben. Eine Anzahl von

Publikationen haben diese Lücke in Südamerika geschlossen: (Sorrenson and Montoya, 1984; Derpsch, et al., 1988; Monegat, 1991; Derpsch and Calegari, 1992; Calegari et al., 1992, Vallejos, et al. 2001). Auch in den USA sind in den letzten Jahren verschiedene Publikationen über Gründüngung erschienen, wie z.B., (Cover crops for clean water, W. L. Hargrove, Ed. 1991; Managing Cover Crops Profitably, SAN - SARE, 1998:) [www.sare.org](http://www.sare.org) In Deutschland gibt es viele Veröffentlichungen, in denen die Vorzüge der Gründüngung beschrieben werden (Roemer et al., 1953; Probst u. Probst, 1982; Kahnt, 1983; Renius u. Lütke Entrup, 1985). Derzeitig findet man auch zunehmend Informationen über Gründüngung im Internet (siehe [www.rolf-derpsch.com](http://www.rolf-derpsch.com)).

Wenn man sich die Erfahrungen in Südamerika ansieht, dann kann man natürlich nicht hingehen und „kopieren“ was dort gemacht wird. Landwirtschaft ist immer standortspezifisch, aber die Grundlagen der Anwendung von Gründüngung und Fruchtfolge sind überall die gleichen. Die Erfahrungen mit diesen Technologien, die in Südamerika gemacht wurden, sind deshalb für Direktsaatlandwirte interessant, weil sie eine Schlüsselrolle in der Verbesserung und Perfektionierung des Direktsaatsystems gespielt haben. Man sollte sich auch dessen bewusst sein, dass viele Gründüngungsarten unter sehr unterschiedlichen Klima- und Bodenbedingungen angebaut werden können. Die meisten Gründüngungsarten des temperierten Klimas, die in Südamerika angebaut werden, stammen aus Europa. Viele Arten haben sich auch gut an die klimatischen Bedingungen in den USA und Kanada angepasst. Man sollte sich deshalb im klaren sein, dass „egal wo man Landwirtschaft betreibt, es wird immer Gründüngungsarten geben, die den eigenen Bedürfnissen entsprechen“ (USDA-ARS, 2002).

Es sollte einem natürlich klar sein, dass eine Gründüngung dem Boden Wasser entzieht, was Landwirte in trockneren Klimazonen als Nachteil ansehen könnten. Geeignetes Management der Gründüngung kann jedoch dazu beitragen Wasserverluste im Boden weitgehend zu vermeiden. Oft kann man auch mit Gründüngung in Direktsaat die Feuchtigkeit im Boden besser halten als ohne, weil durch die Bodenbedeckung weniger Verdunstung entsteht. Verschiedene Arten wie Gräser, Leguminosen, ja sogar Sonnenblumen und Raps können als Gründüngung verwendet werden. Gelbsenf, der in Deutschland weit verbreitet ist, stirbt ab, nachdem die Temperaturen unter den Gefrierpunkt fallen, so dass keine Herbizide erforderlich sind um ihn abzutöten. Nachteil ist aber, dass der Boden dann lange Zeit ohne lebende Pflanzen und Wurzeln auskommen muss. Kliewer et al., (2000), haben nachgewiesen, dass der Herbizideinsatz und auch die Verfahrenskosten durch den Einsatz von Gründüngung im Direktsaatsystem reduziert werden können. Man sollte auch wissen, dass nachdem die Wurzeln der Gründüngungspflanzen absterben, diese vertikale Kanäle hinterlassen, die den Weg der nachfolgenden Hauptkultur vorbereiten, um in tiefere Bodenschichten einzudringen. So wird berichtet (Roemer et al., 1953), dass Kulturen, die der Lupine als Gründüngung folgen, ihre Wurzeln 25 bis 80 cm tiefer entwickeln können als nach Flachwurzlern, weil sie die Kanäle der verrottenden Lupinenwurzeln nutzen. Gründüngungspflanzen spielen eine wichtige Rolle zur Reduzierung bzw. Beseitigung von Bodenverdichtungen.

In Direktsaat ist das Management der Gründüngung grundlegend anders als in der konventionellen Bodenbearbeitung. Hier wird die Gründüngung nicht mit dem Boden vermischt sondern auf dem Boden liegengelassen. Die Messerwalze wird im Direktsaatsystem dazu benutzt, um die Gründüngung abzutöten und flach auf den

Boden zu legen. Diese Geräte sind nicht sehr teuer und können in örtlichen Werkstätten oder auf dem eigenen Betrieb hergestellt werden. Die Messerwalze kann von Schleppern mittlerer Größe gezogen werden und hat sehr dazu beigetragen die Mengen an Herbiziden in diesem System zu reduzieren. (Bilder und Maße dieser Walze können im Internet unter [www.rolf-derpsch.com](http://www.rolf-derpsch.com) eingesehen werden). Die Messerwalze hat sich zu einem unentbehrlichen Instrument für das Management der Gründungspflanzen in vielen Ländern Südamerikas entwickelt. Falls das Gerät nicht vorhanden ist, kann man alternativ eine alte Scheibenegge verwenden, auf der dann quer zur Fahrtrichtung Stahlbarren angeschweißt werden. Der Einsatz von Mulchgeräten für das Management der Gründung wird in wärmeren Klimazonen nicht empfohlen, da die Pflanzenrückstände durch die Zerkleinerung schnell zersetzt werden. Außerdem sind viele Schlegelhäcksler so gebaut, dass sie das geschnittene Material nicht gleichmäßig verteilen sondern z.T. im Schwad ablegen.

### **10. Neue Entwicklungen beachten und sich auf dem Laufenden halten.**

Man muss bedenken, dass die Adoption der Direktsaat ein ständiger Lernprozess ist und dass auch nachdem man das System schon über mehrere Jahren praktiziert hat, es immer etwas Neues zu lernen gibt. Die Direktsaattechnologie ist so neu, dass sogar „alte Hasen“ mit 20 oder 30 Jahren Erfahrung feststellen müssen, dass sie von Anderen etwas lernen können, die manche Aspekte des Systems verbessert haben. Heute, nach mehr als 40 Jahren Forschung und praktischer Erfahrung mit Direktsaat kann niemand behaupten, dass er alles über das System weiß. Der beste Berater zur Vermittlung des Direktsaatsystems ist ein erfolgreicher Landwirt, der unter ähnlichen Bedingungen wirtschaftet wie man selber. Hier sollte man aber keine Angst haben und auch nicht zu stolz sein Fragen zu stellen, um von einem Kollegen zu erfahren, wie er es gemacht hat, um das System erfolgreich auf seinem Betrieb umzusetzen. Dabei sollte der Kollege weniger über seine Erfolge berichten, sondern eher bereit sein zu erzählen, welche Probleme er bei der Umstellung gehabt hat, da man immer mehr von Problemsituationen lernt als von Erfolgsgeschichten, wo alles glatt gelaufen ist.

Auch heute, wo weltweit ca. 100 Millionen ha ohne Bodenbearbeitung in Direktsaat bewirtschaftet werden, kann behauptet werden, dass mangelnde Kenntnisse zu den wichtigsten Hindernissen für eine schnelle Verbreitung des Systems sind. Trotz der Tatsache, dass das „know how“ entwickelt wurde (Derpsch, 2002), erreicht dieses „know how“ nicht die Landwirte. Manchmal liegt das Problem darin, dass das allgemein Wissen da ist, aber die standortspezifischen Kenntnisse nicht vorhanden sind. Die Forschung hat auf ihren Versuchsfeldern in Deutschland und auch weltweit wertvolle Informationen in Bezug auf Direktsaat produziert. Das bringt die Sache jedoch nicht weiter, wenn nicht zu irgendeinem Zeitpunkt sowohl die Forschung als auch die Beratung hinaus auf die Felder der Landwirte geht, um standortgerechte „on farm“ Versuche und Technologieentwicklung durchzuführen. Dies sollte mit den Landwirten in einem Systemansatz erfolgen. Auch fehlt in vielen Ländern, darunter auch in Deutschland, die spezielle Beratung auf diesem Gebiet. Das Problem ist aber, dass oft die Berater zu wenig oder gar nichts über Direktsaat wissen und folglich nicht in der Lage sind, die für den Landwirt adäquaten Kenntnisse zu vermitteln.

Ein anderes Problem freilich ist, dass all zu oft Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden, aber nicht in einer praktischen Sprache, die für Landwirte und Berater verständlich ist. Obwohl in Deutschland langjährige Versuche mit Direktsaat seit den 60er Jahren mit gutem Erfolg und positiven Ergebnissen durchgeführt wurden (Kahnt in Hohenheim, Bäumer in

Göttingen, später Tebrügge u.a. in Giessen), hat es wenig Bemühungen gegeben Forschungsergebnisse in Beratungsmaterialien umzusetzen. Man kann mit gutem Gewissen sagen, dass es auch heute noch wenige Fachleute und kaum Berater mit fundierten Kenntnissen über die Direktsaat in Deutschland gibt. Da ist es nicht verwunderlich, dass viele Landwirte sich an diese Technik nicht herantrauen.

Problematisch ist auch das Belohnungssystem der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Wissenschaftler werden im Allgemeinen nach ihren Leistungen belohnt, und zwar je nach Zahl und Qualität ihrer Veröffentlichungen. Das Belohnungssystem ist jedoch selten (um nicht zu sagen nie) darauf ausgerichtet, die Adoption einer Innovation durch die Landwirte zu belohnen. Obwohl gründliches Wissen über den Erosionsprozess in den USA bereits in den 1940er Jahren generiert wurde (als es dem Naval Research Laboratory zusammen mit dem USDA Soil Conservation Service gelang, die ersten Bilder des Aufpralls eines Regentropfens auf nacktem Boden zu fotografieren), ist es erstaunlich, dass auch heute noch viele Wissenschaftler, Berater und Landwirte in den USA und auf der ganzen Welt, diesen Prozess nicht ausreichend verstehen. Viele Leute glauben, dass man den Boden mit intensiver Bearbeitung lockern muss, um die Wasserinfiltration zu erhöhen. Dies ist grundlegend verkehrt! Der Grad der Bedeckung des Bodens mit Pflanzenrückständen ist ausschlaggebend für die Wasserinfiltration und den Erosionsprozess! Dies zeigt, dass Kenntnisse nichts wert sind, wenn sie nur auf dem Papier sind und nicht in den Köpfen der Menschen.

Ein weiteres Problem ist hier, dass die Literatur sogar in jüngster Zeit, veraltete Informationen über die vermeintlichen Vorzüge traditioneller Bodenbearbeitung verbreitet, die wie sich gezeigt hat, sehr oft falsch sind. Der beste Beweis hierfür ist die Tatsache, dass heute weltweit ca. 100 Millionen ha erfolgreich im Direktsaatsystem, ohne jegliche Bodenbearbeitung, angebaut werden. Die Wachstumsraten des Systems betragen in den letzten Jahren 5 bis 10 Millionen ha/Jahr. Ein wichtiger Schritt, der gemacht werden sollte ist, die in Direktsaat gesammelten Kenntnisse und Erfahrungen in das Kurrikulum von landwirtschaftlichen Universitäten, Fachhochschulen und Landwirtschaftsschulen einfließen zu lassen. Hierzu müssen Lehrer und Professoren geschult werden und neue Unterrichtsmaterialien müssen für das Studium entwickelt werden. Heute werden z. B. in Brasilien einige Direktsaatkurse an Universitäten aber auch zur Erlangung des MSc Titels, angeboten (Landers et al., 2001). Brasilien bietet auch „post graduate“ Direktsaatkurse im Internet an, z.B. ([www.abeas.com.br](http://www.abeas.com.br)). Aber auch in Deutschland tut sich etwas. Landwirtschaftliche Schulen in Sachsen werden in Kürze Direktsaat im Lehrplan haben und alle Schüler werden Direktsaatbetriebe zumindest besuchen müssen. Hierzu kann auch Einsicht in folgende Homepage empfohlen werden <http://www.infofarm.de/sn/BetriebSander/index.html> Weiter ist hier die Homepage der Swiss No-till und hier besonders die Seite mit dem Direktsaat ABC in deutscher Sprache zu empfehlen [http://www.no-till.ch/index\\_d.htm](http://www.no-till.ch/index_d.htm) Dort sind „Tipps zu Direktsaat von Praktikern für Praktiker“ in einem Stichwortverzeichnis veröffentlicht.

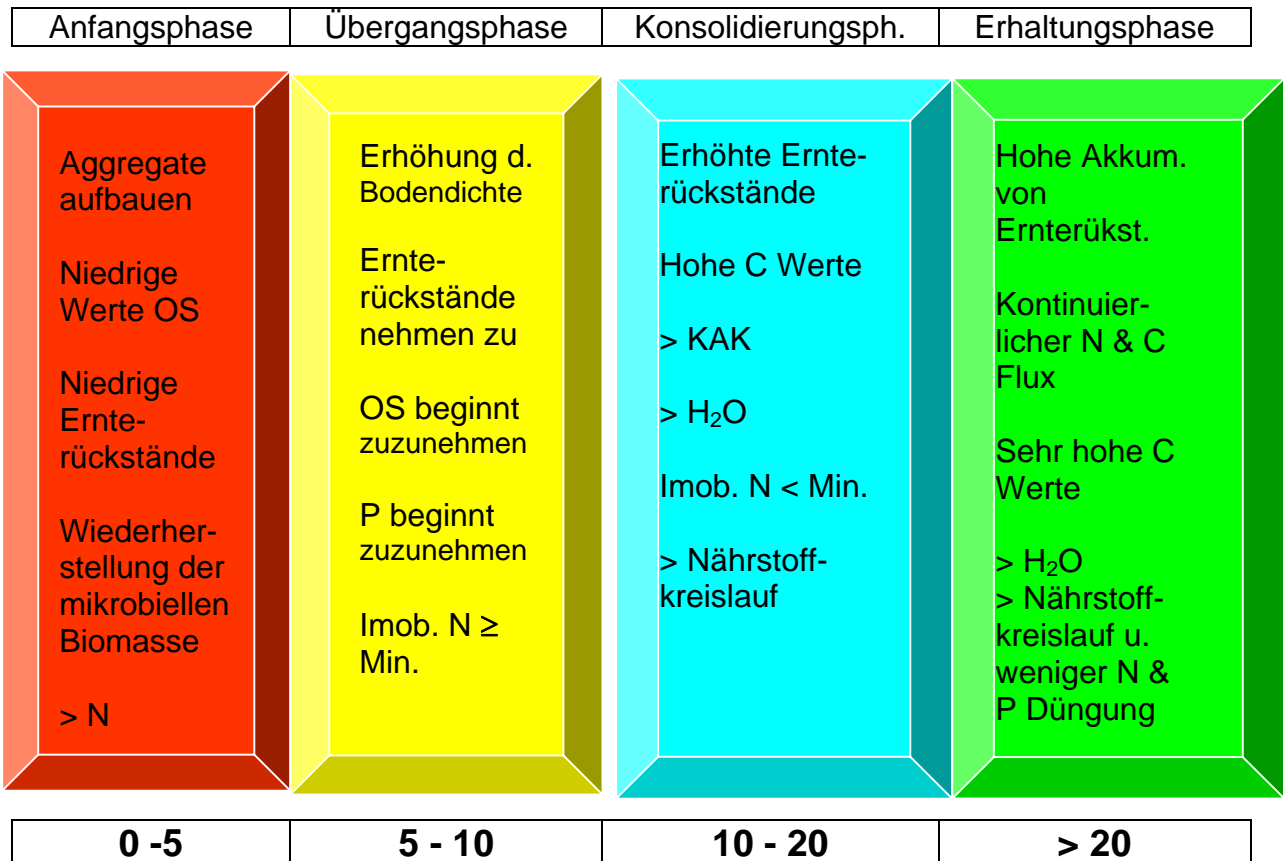
### **Vorzüge eines permanenten und kontinuierlichen Direktsaatsystems .**

Während in Südamerika mehr als 70% der Landwirte eine permanente Direktsaat anwenden, ist dies in den USA bei nur 10% – 12% der Landwirte der Fall. In einer Situation der rotierenden Bodenbearbeitung befindet sich der Boden ständig in einer Umstellungsphase, so dass die Landwirte nie alle Vorzüge des Direktsaatsystems

erfahren werden. Die weltweite Forschung hat die Vorteile einer dauerhaften, kontinuierlichen Direktsaat nachgewiesen, was auch von der Praxis bestätigt wurde.

### Evolution eines dauerhaften Direktsaatsystems

Quelle: Sá, 2004. Universität Ponta Grossa, Paraná, Brasilien,.



### Jahre der Anwendung einer dauerhaften Direktsaat/No-tillage

(Bei Hinterlassung aller Ernterückstände und permanenter Direktsaat)

**Abb. 2:** Evolution eines dauerhaften Direktsaatsystems nach Sá (2004).

In der Anfangsphase (0 -5 Jahre) werden die Bodenaggregate neu aufgebaut. Messbare Zunahmen der organischen Substanz werden nicht erwartet. Es sind noch niedrige Mengen an Ernterückständen vorhanden und N muss dem System zugeführt werden. Die mikrobielle Biomasse wird wiederhergestellt.

In der Übergangsphase (5 – 10 Jahre) wird eine Zunahme der Bodendichte festgestellt. Die Ernterückstände, die organische Substanz und der Phosphorgehalt im Oberboden nehmen allmählich zu.

In der Konsolidierungsphase (10 – 20 Jahre) werden erhöhte Mengen an Pflanzenrückständen und höhere Werte an organischer Substanz gemessen. Die Kationenaustauschkapazität und die Wasserhaltekapazität des Bodens nehmen zu. Es wird ein erhöhter Nährstoffkreislauf festgestellt.

Erst in der Erhaltungsphase (> 20 Jahre) wird ein Idealzustand hergestellt, in dem alle Vorteile der Direktsaat für den Boden zum Tragen kommen und Düngereinsparungen (insbesondere N und P) realisiert werden können.

Jegliche Bodenbearbeitung in den Phasen 2 – 4 bedeutet einen Rückgang in die Anfangsphase. Landwirte, die ihren Boden ab und zu bearbeiten, werden **nie** dazu kommen alle Vorzüge des Direktsaatsystems zu erleben.

Landwirte, die Direktsaat praktizieren, jedoch nicht die gesamte Biomasse der Ernterückstände auf den Feldern hinterlassen, indem sie das Stroh verbrennen, verkaufen oder verfüttern, werden wahrscheinlich nie die Anfangsphase verlassen. Bei gutem Management und Hinterlassung ausreichender Mengen an Pflanzenrückständen ist es vielleicht möglich, dass der Anfang der Übergangsphase erreicht wird.

Es wird geschätzt, dass Landwirte, die Zinkensägeräte zur Aussaat einsetzen (wie sie vorwiegend in Australien und Kanada verwendet werden), auch wenn sie alle Pflanzenrückstände zurücklassen, nur die Übergangsphase erreichen werden. Landwirte, die mit höheren Mengen an Pflanzenrückständen fertig werden und höhere Biomasse erzeugen, könnten eventuell in den Anfang der Konsolidierungsphase kommen.

Werden adäquate Fruchtfolgen und ab und zu Gründüngung eingesetzt, dann wird das dazu beitragen, die Erhaltungsphase schneller zu erreichen.

Es ist die Meinung des Autors dieser Veröffentlichung, dass es nur bei Verwendung von Scheibensägeräten, durch Hinterlassung aller Pflanzenrückstände an der Bodenoberfläche und durch Einsatz von Fruchtfolge und Gründüngung möglich sein wird, die Erhaltungsphase zu erreichen, so dass alle Vorzüge des Direktsaatsystems mitgenommen werden können.

### **Vorraussetzungen um Direktsaat erfolgreich anzuwenden (Derpsch, 2006).**

1. Einwandfreie Sätechnik verwenden mit Geräten, die es erlauben in einer dicken Mulchschicht störungsfrei zu arbeiten. Das Saatgut muss ausreichend mit Boden bedeckt und es muss ein guter Saatgut-Boden-Kontakt hergestellt sein.
2. Der Übergang von intensiver Bodenbearbeitung auf Direktsaat ist in Südamerika ohne Zwischenstufen erfolgt. Bei stark degradierten Böden mit niedrigem Humusgehalt und strukturlabiler, überlockter Ackerkrume oder bei Bodenverdichtungen ist ein Übergang über die Mulchsaat empfehlenswert.
3. Ausreichende Mulchschicht aus Ernterückständen oder Gründüngung herstellen, da die meisten Vorteile der Direktsaat auf einer permanenten Bodenbedeckung mit Pflanzenrückständen basieren.
4. Unkrautkontrolle systemspezifisch angehen und auf Veränderungen der Unkrautflora achten. Alle Unkräuter mit Namen kennen und auch entsprechende Herbizide zur Bekämpfung kennen.
5. Stickstoffdüngung der veränderten Nährstoffdynamik anpassen (erhöhte Gaben in der Anfangsphase).
6. Systematisches und kontinuierliches Monitoring der Felder in Hinblick auf einen veränderten Krankheits- und Schädlingsbefall als auch einer veränderten Unkrautflora durchführen.

7. Ausgewogene Fruchtfolgen mit Gründüngung einsetzen. Diversität ist gefragt! Einseitige Getreidefruchtfolgen vermeiden. In Monokultur ist Direktsaat über kurz oder lang zum Scheitern verurteilt.
8. Als Landwirt bescheiden sein und Kenntnisse sowie Erfahrungen anderer Bauern auf dem Gebiet der Direktsaat nicht verwerfen. Intensiven und ständigen Erfahrungsaustausch mit gleichgesinnten Kollegen und Experten aus Wissenschaft, Industrie und Praxis suchen. Fachtagungen im In- und Ausland besuchen. „Farmer to Farmer extension“ hat sich weltweit als die wirksamste Methode erwiesen, um das Direktsaatsystem zu verbreiten.
9. Kreativität entfalten und das System ständig verbessern. Standortspezifische Unterschiede in der praktischen Umsetzung beachten.
10. Aufkommende Probleme positiv angehen und geeignete Lösungen für die Probleme suchen. Nicht gleich, wenn die ersten Probleme auftauchen, das „Handtuch werfen“. Man muss die andere Ästhetik in der Direktsaat akzeptieren. Wer die ersten fünf Jahre durchgehalten hat, ist über den Berg.

### **Schlussbemerkungen**

Die Adoption der Direktsaat ist ein permanenter Lernprozess. Der beste Berater, um das Direktsaatsystem zu vermitteln, ist ein erfolgreicher Landwirt, der unter ähnlichen Bedingungen wirtschaftet wie man selber.

Die Direktsaat ist ein holistisches Anbausystem. Es bedeutet **nicht** keine Bodenbearbeitung durchzuführen und alles andere machen wie bisher.

Wenn von einem System auf ein anderes übergegangen wird, dann müssen alle Komponenten des Systems gleichzeitig geändert werden und das ist eine große Herausforderung für alle, die den Übergang in Erwägung ziehen.

Es wäre aber falsch hieraus zu schließen, dass Direktsaat ein kompliziertes System sei. Im Gegenteil, Direktsaat ist für die Bauern ein einfaches System. Direktsaat wird in vielen Entwicklungsländern von Bauern mit geringer Schulbildung und von vielen tausend Analphabeten sachgerecht betrieben. Direktsaat ist nur für diejenigen kompliziert (ob Bauer, Berater oder Wissenschaftler), die es nicht gewohnt sind in Systemen zu denken. Dazu muss man wissen, dass Bauern zum Überleben immer in Systemen denken mussten!

Landwirte, die willens und in der Lage sind, die in Direktsaat aufkommenden Probleme zu lösen, denen ist der Erfolg beim Übergang zur Direktsaat gesichert. Diejenigen aber, denen der Wille fehlt oder die die Fähigkeit nicht mitbringen aufkommende Probleme zu lösen, bzw. beim ersten Problem das „Handtuch werfen“, mit dem Argument, „es geht nicht“, denen ist der Misserfolg vorausgesagt. Wir müssen die „es geht nicht“ Mentalität aus unseren Köpfen verbannen, wenn wir mit Direktsaat Erfolg haben wollen.

Direktsaat ist auf jedem Betrieb anders. Man sollte nicht erwarten, Rezepte zu bekommen, wie man Direktsaat auf dem eigenen Betrieb machen soll. Dieses System erwartet vom Landwirt, dass er seine eigene Kreativität entwickelt und so das System an seine eigenen Bedürfnisse anpasst. Eine schrittweise, kontinuierliche Perfektionierung des Systems ist erforderlich.

Die Anpassung bzw. die Entwicklung der Direktsaat verlangt gute Kenntnisse der biologischen Kreisläufe von Schädlingen und wie sich Krankheiten entwickeln. Es muss ein intensives Monitoring des Auftretens von Schädlingen und Krankheiten erfolgen. Befallsschwellenwerte sind zu berücksichtigen.

Landwirte, die eine rotierende Bodenbearbeitung anwenden, werden nie in den Genuss aller Vorteile des Direktsaatsystems kommen. Nur bei Anwendung einer permanenten, kontinuierlichen Direktsaat werden alle Vorteile des Systems zum Tragen kommen.

Weltweit wird die Direktsaat zur Zeit auf ca. 100 Millionen ha praktiziert. Eine höhere Wirtschaftlichkeit der Direktsaat und weniger Arbeit als im konventionellem System sind neben dem Umweltschutz die wichtigsten Gründe, weshalb Hunderttausende von Landwirten zur Direktsaat übergegangen sind. In Deutschland sind bei Anwendung der Direktsaat im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung Einsparungen von € 153/ha errechnet worden (Tebrügge & Böhrnsen, 1997). Bei konventioneller Bestellung erfordert die Summe der Bodenbearbeitungsmaßnahmen erheblich höhere Investitionen für Maschinenausstattung (Faktor 2), höhere Kosten für Instandhaltung (Faktor 4), für fossile Brennstoffe (Faktor 6,5) sowie höheren Arbeitszeitaufwand (Faktor 5) bei geringerer Flächenleistung in der verfügbaren Arbeitszeitsspanne (Faktor 4) im Vergleich zur Direktsaat“ (Tebrügge & Böhrnsen, 1997).

Mit Direktsaat werden im Allgemeinen gleich hohe oder höhere Erträge als mit Bodenbearbeitung erzielt. Falls das in Versuchen oder in der Praxis nicht der Fall ist, kann es folgende Gründe dafür geben:

- a) Mangelnde Kenntnisse darüber **wie** man Direktsaat macht. Die Schritte zu einer erfolgreichen Umsetzung von No-till wurden nicht berücksichtigt.
- b) Fehlender Systemansatz. Es wurde nur die Bodenbearbeitung weggelassen und sonst wurde alles andere gemacht wie bisher.
- c) Die Direktsaat wurde auf nacktem Boden oder bei zu geringer Mulchaufgabe durchgeführt.
- d) Mangelnde Erfahrung des Schlepperfahrers bei der Aussaat (fehlerhafte Einstellung der Sämaschine, Säschlitz bleibt offen, usw.).
- e) Es wurde eine für Direktsaat ungeeignete Sämaschine verwendet (mangelnde Sätechnik und Saatgutablage, lückenhafte Keimung, usw.).
- f) Mangelhafte Unkrautbekämpfung. (Fehlerhafte Auswahl geeigneter Herbizide, fehlerhafte Spritztechnik, usw.).
- g) N-Düngung wurde in den ersten Jahren der Umstellung nicht erhöht

Innovatoren auf dem Gebiet der Direktsaat sollten immer daran denken, dass “es nichts gibt, was schwieriger zu planen, was zweifelhafter im Erfolg und gefährlicher zu managen ist, als eine neue Ordnung der Dinge zu schaffen. Wann auch immer seine Feinde die Gelegenheit haben, den Innovator anzugreifen, werden sie es mit der Leidenschaft von Partisanen tun, während die Anderen ihn halbherzig verteidigen, so dass der Innovator und seine Gruppe, verwundbar sind“. (Rogers, 1983). Direktsaatpioniere in der ganzen Welt können ein Lied davon singen, wie wahr diese Behauptungen sind.

Wenn neue Technologien von Landwirten angenommen werden sollen ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Bedingungen für eine erfolgreiche Adoption erfüllt sein müssen. **Eine Adoption der Innovationen kann nur dann stattfinden, wenn**

**die Landwirte willig sind die neuen Technologien zu übernehmen, wenn sie über die erforderlichen Kenntnisse zur Übernahme verfügen und wenn sie in der Lage sind, die Innovationen zu übernehmen** (Rogers, 1983). Die Direktsaat kann auch unter den günstigsten Voraussetzungen nicht zur Anwendung kommen, wenn die dafür erforderlichen Maschinen oder Herbizide nicht zur Verfügung stehen.

In Deutschland ist bisher die Erziehung zur „sauberen Pflugfurche“ erfolgt. Für den zu Ordnung und Sauberkeit auf dem Acker geschulten und erzogenen Landwirt wirkt der Anblick eines in Direktsaat bestellten Feldes unsauber und störend. Eine Umerziehung der Landwirte ist deshalb erforderlich. Nackter Boden und nicht ein mit Stroh bedecktes Feld sollte abgelehnt werden. Landwirte, Wissenschaftler und Berater, aber auch Politiker, müssen auf die neue Ästhetik in Direktsaat umgeschult werden. Eine wichtige Aufgabe für Landwirtschaftsschulen, Universitäten und den staatlichen Beratungsdienst.

Untersuchungen, die in der Schweiz seit 1994 angestellt wurden, kommen zu folgender Schlussfolgerung (Sturny, et al., 2007). „Ein kontinuierliches Direktsaat-System stellt eine Alternative zum herkömmlichen Pflug-System dar: Es ist in der agronomischen Anwendung praxisreif, bewirkt einen biologisch aktiven strukturstabilen und somit tragfähigen Boden, reduziert das Erosionsrisiko und die Anzahl der Überfahrten, vermindert den Treibstoffverbrauch und weist insgesamt eine günstigere Ökobilanz auf. Nach einer Umstellungszeit werden dank mehr konserviertem Bodenwasser und kontinuierlicher Nachlieferung sowie besserer N-Effizienz leicht höhere Pflanzenerträge mit vergleichbarer Qualität geerntet“.

No-till ist ein einfaches Verfahren und kann von Bauern entwickelt werden. Obwohl Wissenschaftler in Deutschland und anderswo die Direktsaat intensiv erforscht haben, sind es meistens die Bauern gewesen, die das Verfahren angepasst und weiterentwickelt haben. Die große Verbreitung der Direktsaat in Nord- und Südamerika wurde und wird vor allem von Bauern vorangetrieben. Soll das Verfahren in Deutschland Verbreitung finden, dann müssen die Landwirte die Initiative ergreifen, von anderswo wird sie kaum kommen.

### **Literaturangaben**

Bieber, R, 2000. In: Greater Profits with Rotation System. South Dakota farmer makes conservation pay. By Steve Werblow, CTIC Partners, October 2000, Vol. 18 No. 5

Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E.A., Wildner, L.do P., Costa, M.B.B., Alcantara, P.B., Miyasaka, S. e Amado, T.J.C. 1992. Adubação verde no sul do Brasil, AS-PTA, Rio de Janeiro, 346 pp.

Crovetto, C., 1996. Stubble over the soil. The vital role of plant residue in soil management to improve soil quality. American Society of Agronomy, 238 pp.

Derpsch, R. und Calegari, A., 1992. Plantas para adubação verde de inverno. IAPAR, Londrina, Brazil, Circular N° 73, 78 pp.

Derpsch, R., Roth, C.H., Sidiras, N. und Köpke, U., 1988. Erosionsbekämpfung in Paraná, Brasilien: Mulchsysteme, Direktsaat und konservierende Bodenbearbeitung. GTZ, Eschborn, Schriftenreihe der GTZ Nr. 205, 270 pp.

Derpsch, R., 2002: Making Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research, Research and Extension Perspective. In: E. van Santen (ed.) Proceedings of the 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Auburn, AL. 24 to 26 June, 2002. Special Report N° 1. Alabama Agric. Expt. Stn. and Auburn University, AL 36849. USA.

Derpsch, R., 2004. Critical steps to no-till adoption. Proceedings of the Conference on Conservation Agriculture/No-till, November 18 – 23, 2004, Dnipropetrovsk, Ukraine (in Russian) p 9 – 24.

Derpsch, R., 2006. Das System Direktsaat, Auswirkungen, Möglichkeiten, Grenzen und Verbreitung sowie sinnvolle Umstellung- die Bedeutung der Fruchtfolge und Gründüngung. Vortrag zu den Oberwinkler Direktsaatseminare. Organisiert von Landwirtschaftsbetrieb A. Müller und GKB, 5. 09.06, Oberwinkel, Sachsen.

Duiker, S.W., and Myers, J.C., 2005. Steps Towards Successful Transition to No-Till. Pennstate University, College of Agricultural Sciences, Agricultural Research and Cooperative Extension, 28 p. Die Veröffentlichung steht auch im Internet zur Verfügung unter <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/uc192.pdf> Nachgesehen im Juni 2007.

Hargrove, W. L., 1991. Ed. Cover Crops for Clean Water. Proceedings of an international conference. West Tennessee Experiment Station, April 9 – 11, 1991, Published by the Soil and Water Conservation Society, 198 pp.

Kahnt, G., 1983. Gründüngung, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 146 pp

Kliwer, I., Casaccia, J., Vallejos, J., Derpsch, R., 2000. Cost and herbicide reduction in the no-tillage system by using green manure cover crops in Paraguay. Proceedings CD 15<sup>th</sup> ISTRO Conference, Fort Worth, Texas, USA, July 2 – 7, 2000

Köller, K., 2001. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. Zweite, neu überarb. Auflage, DLG-Verl., Frankfurt am Main, 176 S

Landers, J., 2001. Zero tillage development in Brazil. The story of a successful NGO activity. FAO, Rome, Agricultural Services Bulletin N° 147, 57 pp.

Linke, Ch., 1998: Direktsaat – eine Bestandsaufnahme unter besonderer Berücksichtigung technischer, agronomischer und ökonomischer Aspekte. Dissertation, Institut für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen, Univ. Hohenheim, 482 pp.

Monegat, C., 1991. Plantas de cobertura do solo. Características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó (SC), Brazil. Ed. do Autor, 336 pp.

Miyazawa, M., Pavan, M. A. & Franchini, J. C., 2002. Evaluation of Plant Residues on the Mobility of Surface Applied Lime. Brazilian arch. Boil. Technol, Sept. 2002. vol 45, N° 3, p 251 – 256.

Phillips, S.H., & Young, H.M., 1973. No-tillage Farming. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin, 224 pp.

Probst, G., & Probst, M., 1982. *Praktische Gründüngung für Landwirtschaft, Gartenbau, Sonderkulturen, Medizin für den Boden*. Edition Siebeneicher, Volkswirtschaftlicher Verlag, München, 122 pp

Revista Plantio Direto, 1999. *É preciso descompactar o solo?* Revista Plantio Direto – Janeiro/Fevereiro de 1999, p 16 – 19.

Renius, W., & Lütke Entrup, E., 1985. *Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung*. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 206 pp

Rogers, E.M., 1983. *Diffusion of Innovations*. The Free Press, NY, 453 pp.

Roemer, T., Scheibe, A., Schmidt, J., und Woermann, E., 1953. *Handbuch der Landwirtschaft, Band II, Pflanzenbaulehre*. P. Parey, 1953, 775 pp

Sá, J.C.M., 1993. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. In: Fundação ABC, Castro, Paraná, 96p pp.

Sá, J.C.M., 2004. *Adubação Fosfatada no Sistema de Plantio Direto*. In: *Fósforo na Agricultura Brasileira*. (eds.) T. Yamada & Abdalla, S.R.S., Sao Pedro-SP, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fosfato, Piracicaba, SP, p 201 - 222, 2004. 726 p.

SAN – SARE, 1998. *Managing Cover Crops Profitably*, SAN Handbook Series Book 3, Sustainable Agriculture Network, National Agricultural Library, Beltsville, MD 20705-2351, 212 pp, [www.sare.org](http://www.sare.org)

Saturnino, H.M., (Ed.), 2002. *The Environment and Zero Tillage*. APDC, Associação de Plantio Direto no Cerrado. 144 pp.

Sorenson, W.J., & Montoya, L., 1984. *Economic implications of soil erosion and soil conservation practices in Paraná, Brazil*. IAPAR, Londrina, GTZ, Eschborn (Unpubl.), 233 pp.

Sturny W. G., Chervet A., Maurer-Troxler C., Ramseier L., Müller M., Schafflützel R., Richner W., Streit B., Weisskopf P. & Zihlmann U., 2007. *Direktsaat und Pflug im Systemvergleich - eine Synthese*. Agrarforschung 14 (08), 350-357.

TEBRÜGGE, F., & BÖHRNSEN, A., 1997. *Survey with no-tillage crop production in the West-European countries*, p. 55-153. In: Tebrügge, F., and Böhrnsen, A (eds.), *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries*. Proceedings EC-Workshop IV, Boigneville, p. 192. Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, Giessen.

USDA-ARS, 2002. *Sustainable Agricultural Systems Laboratory. Cover Crops in Agriculture – An Old New Concept*. [www.barc.usda.gov/anri/sasl/covercrops.html](http://www.barc.usda.gov/anri/sasl/covercrops.html)

Vallejos, F., Kliwer, I., Florentín, M.A., Casaccia, J., Calegari, A, Derpsch, R., 2001. *Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. Sistemas de producción tractorizados*. Proy. Cons. Suelos MAG – GTZ, DEAG. San Lorenzo, Paraguay 92pp.

**Danksagung:** An Frau Dr. Katharina Weiß, Landratsamt Tübingen und an Direktsaat-Pionierlandwirt Dipl. Ing. Agr. Alfons Bunk aus Rottenburg für die Revision und die wertvollen Hinweise, die zu einer Verbesserung des Manuskripts führten.