



Südamerika ist heute führend in der Direktsaat-technologie. Hier wird Mais in eine Grasnarbe eingesät, verbunden mit Unterfußdüngung.

Direktsaat in Chile: Erfahrungen eines Direktsaatpioniers

Soviel Bodenbedeckung wie nur möglich!

Carlos C. Crovetto, No-Tillage Development Center, Concepción, Chile

Die Chequen-Farm liegt in der Provinz Concepción etwa 400 Kilometer südlich von Chiles Hauptstadt Santiago. Die Farm umfasst 400 ha Ackerland mit Legehennenhaltung. Ich habe die Farm 1953 als Verwalter übernommen. Intensive Bodenbearbeitung, die Abfuhr des Strohs sowie das Abbrennen der Stoppeln ließen den Boden ungeschützt, so dass es bei hohen Winterniederschlägen zu einem intensiven Abtrag des Bodens durch Wassererosion kam.

Während 250 Jahren Landwirtschaft in Chile haben drei Million Hektar Ackerland Verluste bis 1.000 t Boden pro Hektar erlitten. Deshalb ist der Ackerbau kaum noch rentabel. Der Anteil organischer Substanz liegt unter 3 %, so dass die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden gering ist und große Mengen mineralischer Düngemittel eingesetzt werden müssen. Böden mit wenig organischer Substanz sind nicht in der Lage, Regen- und Bewässerungswasser zu speichern, wodurch in trockenen Sommern sowohl

das Getreide wie auch das Weideland verdorrt. Seit 1959 haben wir deshalb in Chequen völlig auf das Pflügen verzichtet. Es wurden Dauergrünland und Forstflächen angelegt. Ab 1978 begannen wir, Mais und Weizen in Direktsaat zu bestellen, zunächst an steilen Hanglagen mit bis zu 35 % Steigung.

Das Korn ist für den Menschen, das Stroh ist für den Boden.

Die Stoppeln werden als Erosionsschutz und organischer Dünger auf dem Feld belassen. Nach langjähriger Direktsaat können wir eine Zunahme der Mächtigkeit der Ackerkrume von etwa 1 mm pro Jahr sowie jährlich ca. 0,2 % mehr organische Substanz in der obersten Bodenschicht verzeichnen. Diese Krumentiefen führen wir auf die ständige Zunahme von organischer Substanz als Humus zurück, weil alle Ernterückstände auf dem Feld verbleiben.

Direktsaaterfahrungen

- ➔ Der Anteil organischer Substanz erhöhte sich um ca. 0,2 % im Jahr.
- ➔ Der Phosphorgehalt liegt heute bei 60 ppm und der Kaliumgehalt bei 380 ppm. Gedüngt wird seit einigen Jahren lediglich mit Stickstoff und Hühnermist.
- ➔ Die Kationenaustauschkapazität hat sich erhöht (siehe Tabelle auf S. 34).
- ➔ Die Erträge beim Weizen haben sich verdoppelt, beim Mais in einigen Fällen sogar vervierfacht. Der Ertragsanstieg setzt sich weiter fort.

Wie erfolgt nun die Direktsaat?

1. Das System beginnt bereits mit der Ernte der Vorfrucht, wobei die Ernterückstände fein zerkleinert und gleichmäßig verteilt werden.
2. Alle Ernterückstände verbleiben als Mulchauflage.
3. Ausbringung von Hühnermist zusammen mit dem Düngekalk.
4. Herbizideinsatz.
5. Direktsaat.



Tiefe Erosionsgräben auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Chile.



Ein Hafer-Wicken-Gemenge wird zur Gründung von Körnermais gemäht.

6. Fein verteilte Düngerausbringung, damit hohe Salzkonzentrationen das Bodenleben nicht schädigen.

7. Ernte.

Betriebsübliche Fruchtfolgen sind auf unbewässertem Land Lupinen-Weizen-Triticale und auf bewässerten Flächen Mais-Soja-Weizen.

Ernterückstände sind wertvoll

Die Bodenfruchtbarkeit in Chequen begann sich zu verbessern, als wir mit der Bodenbearbeitung aufhörten und den Boden ständig mit Ernterückständen bedeckten. Diese Ernterückstände schützen den Boden nicht nur optimal vor dem Angriff von Sonne, Wind und Wasser, sondern stellen auch eine unschätzbare Quelle für Nährstoffe und Bodenfruchtbarkeit dar. Dabei ist die Nährstoffzufuhr durch das Stroh an sich weniger bedeutend als der indirekte Beitrag durch biochemische Vorgänge im Boden. Das gilt insbesondere für humusarme und verdichtete Böden sowie nicht quellfähige Tonböden. Erodierete oder schlechte Böden zeigen im Allgemeinen gute Bedingungen für eine natürliche Regeneration der nativen Fauna und Flora, wenn nur ausreichend Kohlenstoff aus Ernterückständen vorhanden ist.

Beim Einsatz von Mineraldüngern erhöht sich auch die Strohmenge, so dass dem Bodenleben dann mehr Nahrung zur Verfügung steht. Wenn Leguminosengemenge in der Rotation stehen, kann der Einsatz von Stickstoff reduziert werden. Mist und andere organische Düngemittel können ebenfalls eingesetzt werden. Ziel ist, möglichst viel organische Substanz bereitzustellen, um einen maxima-

len Humusgehalt zu erreichen. Daneben ist unbedingt erforderlich, den Boden mit ausreichend Phosphor und Kalzium zu versorgen, so dass der pH-Wert im neutralen Bereich liegt.

Die Bodenminerale im Substrat enthalten zwar einige Nährstoffe, die aber meist nur schlecht verfügbar sind. Dies ist besonders auf humusarmen Böden sowie auf zu sauren, aber auch auf stark basischen Böden zu beobachten. Rohböden enthalten dagegen größere Mengen an Pflanzennährstoffen, abhängig von ihrer geologischen Herkunft. Durch langjährige ackerbauliche Nutzung oh-



Carlos Crovetto mit Lama Ramon.

ne Mineraldüngung sind jedoch heute viele Böden an Nährstoffen verarmt, so dass eine ergänzende Mineraldüngung erforderlich wird. Jetzt ist es lebenswichtig, dass Bodenmikroflora und -fauna die unlöslichen anorganischen Materialien umwandeln, womit diese pflanzenverfügbar werden.

Bodenorganismen müssen gefüttert werden

Bei der Bodenbildung spielen sowohl heterotrophe Organismen (Einzeller, Pilze, Aktinomyzeten sowie die meisten Bakterien) und die Photoautotrophen, wie Algen, Moose oder Flechten eine wichtige Rolle. Sie können das rohe Ausgangsgestein in fruchtbare Böden umwandeln. Das Bodenleben muss daher ständig mit ausreichend Nahrung in Form kohlenstoffreicher Ernterückstände versorgt werden.

Zum Prozess der biochemischen Verwitterung tragen organische Säuren, Enzyme und andere organische Stoffe bei. Die Bodenlebewesen setzen organische Säuren wie Zitronen-, Apfel-, Bernsteinsäure frei, wodurch schwerverfügbare

Controlled Traffic Farming

...Schongang für Ihren Boden

CTF One-pass Drill ideal für alle Bedingungen

Dale & Hirl

www.daledrills.com
+49 1725431681 +44 7831564792



Die Chequen-Farm empfängt jährlich etwa 1.500 Besucher, die sich über das Direktsaatsystem informieren wollen; im Vordergrund ein Wasserspeicher für die Beregnung.

Nährstoffe freigesetzt werden.

Mikroorganismen sind für die Erhaltung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit entscheidend. Jede Art hat spezielle Funktionen. Die Mikroorganismen arbeiten in gegenseitiger Abhängigkeit. Die Nährstoffe, die ein Organismus ausscheidet, dienen einem anderen als Nahrung. Am Ende dieser Nahrungskette stehen dann leicht verfügbare Nährstoffe.

Deshalb gilt das Sprichwort: „Das Korn ist für den Menschen, das Stroh ist für den Boden.“ Dies ist der Tribut, den alle Landwirte zahlen müssen, um ihren fruchtbaren Boden zu erhalten und die Ernährung der Menschheit zu sichern. Das ist genauso wichtig, wie die Kuh zu füttern, die wir melken, das Huhn, das die Eier legt oder den Hund, der unser Haus bewacht.

Wer glaubt, dass allein die Zufuhr mineralischer Düngemittel ausreicht, der irrt. Solche Düngemittel ernähren nur die Pflanze. Leichtlösliche Düngemittel können sogar Gift für das Bodenleben sein. Organische Stoffe wie Ernterückstände, Stroh, Sägespäne oder Rindenmulch sind dagegen Nahrung für den Boden. Je größer die Menge von Rückständen auf der Bodenoberfläche, dem größer der Nutzen für den Boden und für seinen Besitzer.

Bei der Umsetzung der organischen Substanz entstehen Bodenkolloide, die für die Kationenaustauschkapazität (KAK) von größter Bedeutung sind. Diese sind kleiner als 0,5 µm. Je kleiner diese Kolloide sind, desto höher

Management	Tiefe [cm]	OS [%]	KAK [mval/100 g]
1959			
Umwandlung von Ackerland in Dauerweide			
	0-5	1,42	11,00
	5-10	1,24	11,00
	10-20	1,00	11,00
1978			
Beginn der Direktsaat von Druschfrüchten			
	0-5	4,56	16,00
	5-10	1,92	11,00
	10-20	1,14	11,00
2001			
Nach 23 Jahren Direktsaat			
	0-5	6,53	23,20
	5-10	2,14	18,80
	10-20	2,76	18,50

Tabella: Gehalte an organischer Substanz (OS) und Kationenaustauschkapazität KAK nach 42 Jahren Direktsaat, Chequen-Farm, Chile.

ist die Kationenaustauschkapazität. In Chequen stieg die KAK seit der Umstellung auf Direktsaat von 11 auf bis zu 28 mval/100 g Boden.

Landwirte dürfen nicht vergessen, wie nützliche Regenwurm- und Bodengliederfüßer sind, denn diese graben ihre Gänge in das Bodenprofil und bringen ihren Kot als Ausgangsmaterial für die Humusbildung in das Bodenprofil ein. Diese Tiere sind der beste Pflug für den Boden.

Der Humus

Die Direktsaat hat Chequen zu einer Fabrik für natürlichen Humus gemacht. Die Bodenverbesserung hängt direkt mit der Menge und Qualität des Humus zusammen. Die stärker lignifizierten Materialien mit einem breiten C: N

Verhältnis (700: 1) wie Holzreste bleiben länger im Boden und erzeugt beständigere Huminstoffe.

Es muss hervorgehoben werden, dass Stroh und andere Ernterückstände weder an das Vieh verfüttert werden noch auf andere Weise von dort entfernt werden sollten, wo sie gewachsen sind. Dies ist in Böden mit weniger als 4 % organischer Bodensubstanz besonders wichtig. Das Vieh extrahiert einen hohen Anteil der Energie in Form von Kohlenhydraten. Der Mist hat dann ein viel engeres C:N-Verhältnis als der Humus. Problematisch ist hier auch die sehr ungleichmäßige Verteilung von Kot und Harn, insbesondere bei Beweidung.

Bodenmikroorganismen können aerob, fakultativ und/oder anaerob sein. Die aeroben Mikroorganismen leben nur bei Vorhandensein des atmosphärischen Sauerstoffes und sind für die oberflächennahe Umsetzung der Ernterückstände am wichtigsten. Fakultative Mikroorganismen können entweder mit Sauerstoff oder ohne ihn leben. Anaerobe Mikroorganismen leben ohne atmosphärischen Sauerstoff und überwiegend dann, wenn Sauerstoff in den tieferen Bodenhorizonten knapp wird. Jede dieser Gruppen von Mikroorganismen ist zu unterschiedlichen Stadien in der Umsetzung des organischen Materials befähigt und wichtig innerhalb des Bodenprofils.

Im Direktsaatsystem, wo die Rückstände an der Bodenoberfläche verbleiben, sind die heterotrophen Mikroorganismen am wichtigsten, da sie für Verdauung und Umwandlung des organischen Kohlenstoffs verantwortlich sind, der in den Ernterückständen enthalten ist. Diese Mikroorganismen sind aktive Produzenten der Huminstoffe.

Herkömmliche Ackerbausysteme, die Ernterückstände mehr als 20 Zentimeter tief vergraben, weisen eine größere Menge fakultativer und anaerober Mikroorganismen auf. Dadurch können jedoch physiologische Funktionen des Bodens gestört werden, da sich bei einer an-



Triticale bringt auf unbewässerten Flächen gute Erträge.



Bewässerter Körnermais hat einen Ertrag bis zu 21 t/ha.

aeroben Umsetzung verschiedene Alkohole, organische Säuren oder Methangas (CH₄) bilden. All das führt zu Sauerstoffmangel und Kohlendioxidüberschuss in der Wurzelzone und ist obendrein von einem phytotoxischen Effekt der Umsetzungsprodukte begleitet.

Rotteverzögernd wirkt sich Staunässe im Bodenprofil aus, vor allem in Verbindung mit in den Boden eingearbeiteten organischen Stoffen, da es zu Sauerstoffmangel kommt. In dieser Hinsicht sollte man bedenken, dass in der Natur Rückstände auch nicht vergraben werden, lediglich die Wurzeln der Pflanzen werden im Boden aerob umgesetzt. Ein ausreichender Sauerstoffgehalt des Bodens ist unter anderem für Primärtätigkeit der Pilze erforderlich, die Zellulose der frischen Ernterückstände zerlegen. Bei dieser Umsetzung entstehen Polyruronsäuren, welche die Krümelstruktur des Bodens stabilisieren und so vor dem Aufprall von Regentropfen schützen.

Boden und Düngemittel

Nicht sachgerechter oder zu intensiver Gebrauch von Düngemitteln im Ackerbau kann dem Boden sogar schaden, beschleunigt den Abbau organischer

Substanz und kann die Löslichkeit von Nährstoffen verringern. Das gilt z.B. für Phosphate, die auf sauren Böden mit freien Eisen- und Aluminiumionen als schwerlösliches Eisen- oder Aluminiumphosphat festgelegt werden. Die Pflanze kann dann weniger als 20 % des zugeführten Phosphates nutzen, was die Abhängigkeit von Mineraldüngern noch weiter erhöht. Im südlichen Teil von Chile gibt es viele an sich phosphatreiche Böden auf Vulkanasche, die aber trotzdem mit sehr großen Mengen Phosphat gedüngt werden müssen, weil die Phosphate zu schnell festgelegt werden. Hier fehlt es vor allem an organischer Substanz, da nur ein aktives Bodenleben die im Boden befindlichen bzw. gedüngten Phosphate für die Pflanze verfügbar machen kann.

Unsere neue Umwelt

In Chequen haben wir eine neue, weitgehend natürliche Umwelt geschaffen, dank unseres besseren Wissens über den Boden. Böden im Urzustand entstehen, indem Unmengen an Biomasse zugefügt werden, als Kräuter, Bäume und Sträucher sowie tierischer Rückstände aller Arten und Größen. Die

permanente Direktsaat, einschließlich der oberflächennahen Umsetzung organischer Rückstände, entspricht weitgehend dem natürlichen Vorbild.

Verwitterung und Bodenbildung sind natürliche, langsam vorangehende Prozesse, die von den klimatischen Bedingungen beeinflusst werden. Physikalische, chemische und biologische Faktoren greifen in diesen Prozess ein. Vor allem biologische Faktoren wie ein aktives Bodenleben sind von grundlegender Bedeutung für die Bodenbildung. Der menschliche Einfluss muss nicht immer dazu führen, dass die Entwicklung des Ökosystems Boden geschädigt wird.

Trotzdem bleibt festzustellen, dass sich auch mit Direktsaatsystemen kein ursprüngliches Ökosystem, wie es vor der Besiedelung durch den Menschen bestand, wieder herstellen lässt. Viele Millionen Hektar fruchtbaren Bodens sind bereits für immer zerstört. Aber mit permanenter Direktsaat und ständiger Bodenbedeckung kann man zumindest die Fruchtbarkeit unserer Böden erhalten und so das Überleben der Menschheit und den Erhalt der Umwelt sichern. ■



Tankinhalt 8.000 Liter +++ Tagesleistung 450 ha

Einer, der über

20.000 ha

pro Jahr vollen Einsatz bringt: Der LEEB PT 230 Hochleistungs-Pflegetrac für die Großflächenlandwirtschaft

LEE B

Wir setzen Maßstäbe.

LEE B Mechanik GmbH . Tel. +49 (0) 99 37 / 90 200-0 . www.leeb-mechanik.de