



AMAZONE



Intelligenter Pflanzenbau

6. Auflage

Intelligenter Pflanzenbau

Teil I

Das 3C-Ackerbau-Konzept

Teil II

Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft

VON PD DR. HABIL. JOACHIM BRUNOTTE
THÜNEN-INSTITUT FÜR AGRARTECHNOLOGIE
(TI, EHEMALS FAL BRAUNSCHWEIG)

PD DR. HABIL. CLAUDIUS SOMMER, BRAUNSCHWEIG
(* 16. OKTOBER 1938; † 5. FEBRUAR 2022)

Herausgeber:
AMAZONEN-WERKE, H. Dreyer GmbH & Co. KG
49205 Hasbergen-Gaste

www.amazone.de

Verantwortlich:
Stefan Kiefer, AMAZONE Produktmanagement
Dirk Brömstrup, AMAZONE Marketing
Redaktion: Dr. Franz-Peter Schollen, www.luftbild-auto.de
Layout und Satz: Marion Schnepf, www.lokbase.com
Medientechnik: Köster & Gloger GmbH, Osnabrück

6. Auflage
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Genehmigung des Herausgebers.

Schutzgebühr 9,95 Euro
© AMAZONEN-WERKE 2017

Intelligenter Pflanzenbau

Ihnen, unseren Kunden, möchten wir gerne zeigen, wie sich der Einsatz unserer Landmaschinen zu ökonomisch und ökologisch sinnvollen Gesamtverfahren verknüpfen lässt. Dieses Wissen rund um den „Intelligenten Pflanzenbau“ haben wir in diesem Buch in der mittlerweile 6. Auflage für Sie zusammengefasst.

Im ersten Teil des Buches stellen wir Ihnen zunächst das „3C-Ackerbau-Konzept“ vor. Im Rahmen dieses „Cost Cutting Concepts“ stehen verschiedene Verfahrenslösungen zur Verfügung, mit denen Sie mehr Leistungen bei weniger Aufwand schaffen. So informieren wir Sie z.B. über die kostensparende Verknüpfung der verschiedenen Arbeitsschritte von „der letzten Ernte bis zur nächsten Ernte“. Die Ergebnisse vieler langjähriger Feldbau-Versuche an den verschiedensten Standorten haben zu diesen Erkenntnissen geführt.

In diesem Buch präsentieren wir Ihnen nicht nur Versuchsergebnisse aus Deutschland, sondern auch von AMAZONE Versuchen in ganz Europa. Denn für AMAZONE ist es eine besondere Herausforderung, weltweit für die unterschiedlichen Klimaverhältnisse und Betriebsstrukturen die jeweils richtigen Maschinen und Verfahren anzubieten und einzusetzen.

Dieses Buch soll Ihnen praxisnahe Antworten darauf geben, wie sich Bodenbearbeitung, Bestellung und Pflege unter den jeweiligen betrieblichen Rahmenbedingungen am kostengünstigsten erledigen lassen. So gibt es z.B. Betriebe, die ihr Land komplett ohne Pflug bewirtschaften, und andere, die dies nur teilweise oder gar nicht praktizieren, je nach den betrieblichen Gegebenheiten. Diese Broschüre soll die Möglichkeiten, aber auch potenzielle Schwierigkeiten bei den verschiedenen Verfahren aufzeigen.

Im zweiten Teil dieses Buches liegt der Schwerpunkt auf den Bodenbearbeitungsverfahren. Für diese Arbeit bedanken wir uns besonders bei Dr. habil. Joachim Brunotte und Dr. habil. Claus Sommer vom Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik am Johann Heinrich von Thünen Institut. Die Agrarwissenschaftler beschreiben anhand zahlreicher Untersuchungen, die sie und andere Wissenschaftler durchgeführt haben, welche Effekte die Mulch- und Direktsaatverfahren nicht nur auf die Kosten, sondern auch auf die Umweltverträglichkeit haben. Sie zeigen ebenfalls Wege auf, um diese Verfahren erfolgreich in der Praxis umzusetzen.

Mit beiden Teilen dieses Buches wollen wir darstellen, dass die umfassende und kompetente Verfahrensberatung unserer Kunden ein sehr wichtiger Bestandteil der AMAZONE Philosophie ist. Bei der praktischen Verfahrensoptimierung ist uns wichtig, mit Landwirten und Lohnunternehmern auf der ganzen Welt zusammenzuarbeiten. Großen Wert legen wir ebenso auf die Kooperation mit Wissenschaftlern und Beratern, mit denen wir schon seit vielen Jahren die Versuche an den verschiedenen Standorten durchführen. Wir danken allen, die zu diesen Ergebnissen beigetragen haben.

Informieren Sie sich nun über die neuesten Versuchsergebnisse sowie über die Anwendung der Verfahren im praktischen Einsatz. Das gesamte AMAZONE Team wünscht Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und viel Erfolg bei der praktischen Umsetzung!

Hasbergen, Oktober 2017
Ihre



Dr. Justus Dreyer
Geschäftsführer AMAZONE

Christian Dreyer
Geschäftsführer AMAZONE





Intelligenter Pflanzenbau

Teil I

Das 3C-Ackerbau-Konzept

 **Cost Cutting Concept**

Teil II – ab Seite 157

Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft

Inhalt

Teil I

Das 3C-Ackerbau-Konzept

	Begriffsdefinitionen rund um die Bodenbearbeitung	8
1.	Die Bodenbearbeitung im Fokus des Ackerbaus	9
	Einflussfaktor Bodenart	11
	Einflussfaktor Fruchtfolge	12
	Einflussfaktor Krankheitsdruck	12
	Einflussfaktor Strohmanagement	13
	Jedes Verfahren hat seine Berechtigung	13
	Historische Entwicklung der Ackerbauverfahren in Mitteleuropa	15
2.	Worauf es ankommt: Die Grundregeln des 3C-Ackerbau-Konzepts	16
	2.1 Regeln für die nichtwendende Bodenbearbeitung	16
	Regel 1: So tief wie nötig	17
	Regel 2: So flexibel wie möglich	17
	Regel 3: Feuchtigkeit im Boden halten	18
	Regel 4: Stroh optimal in den Boden einmischen	18
	Regel 5: Frühzeitig und schnell fertig werden	19
	2.2 Regeln für die wendende Bodenbearbeitung	20
	Regel 1: Gutes Stroh- und Stoppelmanagement	20
	Regel 2: Den richtigen Zeitpunkt wählen	20
	Regel 3: So tief wie nötig	21
	Regel 4: Gute Rückverfestigung vor der Saatbettbereitung	21
	Regel 5: Schadverdichtungen vermeiden.	21
3.	AMAZONE Maschinen im 3C-Ackerbau-Konzept	22
	Erster Arbeitsgang: Die Stoppelbearbeitung	23
	Zweiter Arbeitsgang: Die tiefere Bodenbearbeitung	24
	Dritter Arbeitsgang: Die Saat (solo oder in Kombination)	26
	Düngung und Pflanzenschutz	27
4.	Hand in Hand: Theorie und Praxis für eine optimale Funktion	28
	Die Stoppelbearbeitung mit den Kompaktscheibeneggen Catros oder Certos	29
	Rückverfestigung mit der richtigen Nachlaufwalze	34
	Die Bodenbearbeitung mit Ceus, Cenius oder Cayron und Cayros	36
	Die Saat mit Kreiselgrubber-Säkombination, Cirrus, Citan oder Zinkenschar-Sämaschinen	44
	Die Einzelkornsaat mit ED und EDX	58
	Trends in der Düngetechnik	60
	Trends in der Pflanzenschutztechnik	64
	Trends in der Sätechnik	70
	Elektronik für den Intelligenten Pflanzenbau	71
5.	AMAZONE – Verfahrenstechniken mit System	74
	Acker- und Pflanzenbauverfahren in den Klimaregionen Europas	76
	Dünge- und Pflanzenschutztechnik von West- bis Osteuropa	84
6.	Versuchsergebnisse zu Bodenbearbeitung und Saat	88
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Leipzig, Sachsen	90
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Huntlosen, Niedersachsen	98
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Petersdorf (Fehmarn), Schleswig-Holstein	100

	AMAZONE Versuche auf dem Standort Hasbergen-Gaste, Niedersachsen	102
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Hellvoetsluis (Niederlande)	104
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Auneau (Frankreich)	106
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Tickhill (South Yorkshire), England	108
	AMAZONE Versuche in Osteuropa	110
	AMAZONE Versuche auf dem Standort Lednewo bei Vladimir (Russland)	111
	Betrieb Rodina (Kasachstan).	113
	KULUNDA – ein internationales Forschungsprojekt für innovativen Ackerbau in den Trockenfeldbauregionen Sibiriens und Nordkasachstans	117
	Das Projekt SASCHA in Westsibirien	121
7.	Versuchsergebnisse aus Düngung und Pflanzenschutz.	123
	Düngungs-Versuche in Westerkappeln (Niedersachsen)	124
	Versuche zu Wasseraufwandmengen und Fahrgeschwindigkeiten im Pflanzenschutz	128
8.	Praktiker berichten über Erfahrungen mit AMAZONE Maschinen	131
	„Sparsam mit dem Bodenwasser umgehen ...“	132
	30 Jahre gute Erfahrungen	134
	Catros und Cenius auf einem Gemischtbetrieb	136
	AMAZONE Technik in Ungarn	138
	Mit Catros und Cirrus auf schwerstem Land	139
	„Centaur mischt und lockert tief ...“	141
	„Die Effekte kommen wirklich zum Tragen!“	142
	AMAZONE Technik in Russland	145
	AMAZONE Technik in Polen	145
	„Jedes Jahr lernen wir neu dazu ...“	146
	„Die Vorteile liegen klar auf der Hand ...“	148
9.	Fazit: Anwendungsoptimierte Konzepte entwickeln sich weiter fort	152
	Nachwort des Redakteurs	154
Teil II	Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft	157
	PD DR. HABIL. JOACHIM BRUNOTTE THÜNIEN-INSTITUT FÜR AGRARTECHNOLOGIE (TI, EHEMALS FAL BRAUNSCHWEIG) PD DR. HABIL. CLAUS SOMMER, BRAUNSCHWEIG	
1.	Grundlagen	160
2.	Umsetzung in der Praxis	166
3.	Auswirkungen auf Düngung und Pflanzenschutz.	188
4.	Kosten und Nutzen im Vergleich	195
	Literaturverzeichnis	200
	Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis für Teil II finden Sie auf Seite 159	
	AMAZONE Maschinen im Überblick	201
	Weiterführende Informationen	207

Begriffsdefinitionen rund um die Bodenbearbeitung

In Anlehnung an KTBL 2013

Wendende Bodenbearbeitung – „Pflugsaat“

Wesentliches Kennzeichen ist die alljährliche Lockerung der Krume mit dem Pflug. Dabei werden Unkräuter und organische Reststoffe in den Boden eingewendet. Es entsteht eine lockere, von Reststoffen freie Ackeroberfläche, die den störungsfreien Einsatz herkömmlicher Sätechnik ermöglicht.

Nichtwendende Bodenbearbeitung – „Mulchsaat“

Verzichtet auf den Einsatz des Pfluges und belässt die Reststoffe der Vor- und/oder Zwischenfrucht an der Ackeroberfläche. Sie ist damit gekennzeichnet durch zwei Grundgedanken:

- Die Reduzierung der üblichen Intensität der Grundbodenbearbeitung nach Art, Tiefe und Häufigkeit des mechanischen Eingriffes. Nicht wendende, schonende Lockerung hat ein stabiles, tragfähiges Bodengefüge zum Ziel als vorbeugenden Schutz gegen Verdichtung durch nachfolgendes Befahren.
- Belassen von Pflanzenreststoffen nahe oder auf der Bodenoberfläche. Ziel ist eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung über einem intakten Bodengefüge als vorbeugender Schutz gegen Verschlammung und Erosion. Die Aussaat ist definiert als Mulchsaat, da in eine vorhandene Mulchauflage gesät wird.

Strip Till-Verfahren

Der Boden wird nicht ganzflächig sondern in partiellen Streifen entlang der Saatreihen (45 cm bis 80 cm Reihenabstand) bis auf maximal Krumentiefe gelockert. Dabei kann im Streifen organischer oder mineralischer Dünger als Unterfuß- (bis 10 cm tief) bzw. Unterflurdüngung (tiefer als 10 cm) abgelegt werden. Im gleichen oder einem getrennten Arbeitsgang erfolgt die Saatgutablage.

Direktsaat

Bestellung ohne jegliche Bodenbearbeitung seit der vorangegangenen Ernte. Zum Einsatz kommen Scheiben-, Zinken- bzw. Meißelschare.

3C-Ackerbau-Konzept

Cost Cutting Concept: die optimale Kombination der Verfahrensschritte Stoppelpflege, Bodenbearbeitung, Saat und Bestandsführung.



1. Die Bodenbearbeitung im Fokus des Ackerbaus

AMAZONE hat das Prinzip des nachhaltigen, effizienten Ackerbaus seit vielen Jahren in die Entwicklung seiner Maschinen integriert und darauf aufbauend das 3C-Konzept (Cost Cutting Concept) entwickelt. Im Mittelpunkt dieses Konzepts steht die optimale Kombination der Verfahrensschritte Stoppelbearbeitung, Bodenbearbeitung, Saat und Bestandsführung. Hier gibt das 3C-Konzept eine klare Übersicht zu den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten, wägt die Vor- und Nachteile ab und zeigt gleichzeitig die Potentiale zur Kostenoptimierung auf.

Die Ausgangsbasis für alle anderen Verfahrensschritte bildet dabei immer das jeweils eingesetzte Bodenbearbeitungsverfahren. So gilt es, je nachdem ob der Pflug, der Grubber oder die Direktsaat zum Einsatz kommen, alle anderen Verfahrensschritte darauf abzustimmen (Klassifizierung der Verfahren nach KTBL, 2013, siehe auch Teil II: Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft).





Tabelle 1: Ziele der Bodenbearbeitung

In Anlehnung an Lütke-Entrup und Oehmichen, Lehrbuch des Pflanzenbaus Bd. 2, 2000

Ackerbauliche Ziele	Pflanzenbauliche Ziele	Verfahrenstechnische Ziele
Schaffung optimaler Wachstumsvoraussetzungen	Erhaltung/Steigerung der Ertragsfähigkeit	Hohe Schlagkraft und termingerechte Arbeits erledigung
Gezielte und bedarfsgerechte Bearbeitung	Schaffung optimaler Feldaufgänge	Reduzierung der variablen Kosten
Erhaltung einer stabilen Bodenstruktur	Vorbeugende und direkte Unkrautregulierung	Vielseitige Verwendbarkeit der eingesetzten Technik
Einarbeitung der organischen Reststoffe	Erfüllen der spezifischen Pflanzenansprüche	Günstige Bedingungen für nachfolgende Arbeitsgänge schaffen
Einhaltung der umweltrelevanten Forderungen		

Tabelle 2: Wichtigste Vor- und Nachteile der Verfahren im Überblick

Wendende Bodenbearbeitung	Nichtwendende Bodenbearbeitung	Direktsaat
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • gute Marktorientierung möglich (enge cash-crop Fruchtfolge) • Höchstertträge einfach erreichbar • geringer Anspruch an Verfahrens-Knowhow • Saatbett frei von organischen Reststoffen für sichere Feldaufgänge • geringes phytosanitäres Risiko • geringerer Pflanzenschutzmittel-Einsatz 	<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Höchstertträge möglich • hohe Schlagkraft • geringe Arbeitserledigungskosten • guter Erosions- und Bodenschutz • aktives Bodenleben • gute Befahrbarkeit/Tragfähigkeit 	<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • geringe Verfahrenskosten (Maschinen und Arbeitszeit) • höchste Schlagkraft • perfekte Bodenschonung und Erosionsschutz • ideal für Trockenregionen • gute Befahrbarkeit/Tragfähigkeit
<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • höhere Verfahrenskosten • fehlender Erosionsschutz • geringere Tragfähigkeit der Böden • Gefahr der Pflugsohlenverdichtung • starker Humusabbau • Störung des Bodenlebens 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • standortabhängige, individuelle Verfahrensgestaltung notwendig • anspruchsvolle Handhabung bei engen und unsteten Fruchtfolgen • erhöhtes Schnecken- und Mäuserisiko • erhöhter Pflanzenschutz Aufwand insbesondere in marktorientierten Fruchtfolgen • hoher Anspruch an Verfahrens-Knowhow • kapitalintensiv bei variablen Mechanisierungsketten 	<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • unsichere Ertragssituation insbesondere in maritimen Regionen • ausgewogene Fruchtfolgen erforderlich • Probleme mit ausdauernden Unkräutern • erhöhtes Resistenzrisiko bei einseitigem Pflanzenschutzmitteleinsatz

Um die Vor- und Nachteile dieser doch sehr unterschiedlichen Verfahren besser einordnen zu können, erinnern Sie sich zunächst noch einmal an die generellen Ziele, die man mithilfe aller Verfahren erreichen will. An oberster Stelle stehen Ökonomie und Ökologie: Einerseits gilt es, die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit zu sichern, andererseits hohe Flächenerträge bei bester Qualität und reduzierten Kosten zu produzieren. Geht man weiter ins Detail, lassen sich die in Tabelle 1 aufgeführten Ziele nach ackerbaulichen, pflanzenbaulichen und verfahrenstechnischen Kriterien unterscheiden.

Vor dem Hintergrund dieser Ziele lässt sich ein Vergleich zwischen der wendenden Bodenbearbeitung mit Pflug, der nichtwendenden Bearbeitung und der Direktsaat aufstellen. Die Tabelle 2 listet hierzu die Vor- und Nachteile der Verfahren.

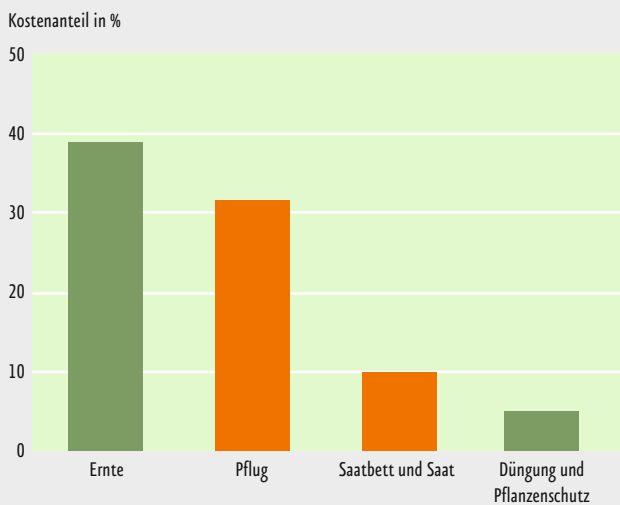
Die Gesamtbewertung und Eignung der Verfahren im Hinblick auf die Ziele der Bodenbearbeitung fällt ganz unterschiedlich aus, je nachdem welche Klimaregion betrachtet wird. Schaut man z.B. auf die maritim bis

leicht kontinental geprägten Klimaregionen Westeuropas (siehe Karte S. 76), die aufgrund hoher Ertragspotentiale und intensiver Bewirtschaftung besondere Herausforderungen mit sich bringen, zeigt sich, dass die nichtwendende Bodenbearbeitung die unterschiedlichen Ansprüche am besten erfüllt. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Ressourcenschonung und die Nachhaltigkeit. Je nach einzelbetrieblicher Situation sprechen – vor allem in Zeiten hoher Erzeugerpreise – aber auch verschiedene Vorteile für die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug. Die Direktsaat hingegen hat in dieser Region nur geringe Bedeutung.

Einflussfaktor Bodenart

Mitentscheidend dafür, welches Bodenbearbeitungsverfahren in den maritimen Klimaregionen zum Einsatz kommt, ist zunächst die jeweilige Bodenart. So bieten mittlere Böden mit 50 bis 70 Bodenpunkten die besten Voraussetzungen für die nichtwendende Bodenbearbeitung. Zu den Bearbeitungszeitpunkten haben sie



Abb. 1: Kostenstruktur in Ackerbaubetrieben ab 100 ha


Die Verteilung der Kostenanteile zeigt: In der Verringerung der Intensität der Bodenbearbeitung liegt ein großes Einsparpotenzial (Position „sonstige Kosten“ in der Darstellung nicht aufgeführt).

meistens die richtige Struktur, sie fallen gut und sind problemlos zu bearbeiten. Sandige Lehm- und Lössböden, die in Hanglagen besonders erosionsgefährdet sind, machen die Mulchsaat sogar zwingend erforderlich.

Schwere Böden, auch Minutenböden genannt, sind da schon kritischer. Sie sind nicht nur ohne Pflug, sondern auch mit Pflug besonders schwierig zu handhaben. Diese Böden zeichnen sich zumeist durch ein kurzes Zeitfenster für die Bearbeitung aus. Dass die konservierende Bodenbearbeitung auch unter diesen Bedingungen funktioniert, zeigen die AMAZONE Versuche im holländischen Hellevoetsluis bei Rotterdam. Auf diesen Böden ist es sogar als ein entscheidender Vorteil der konservierenden Verfahren zu werten, dass sie sich schlagkräftiger und zu den optimalen Zeitpunkten durchführen lassen.

Am anspruchsvollsten in der Bodenbearbeitung sind die leichten, sandigen Böden, weil Dichtlagerungen auftreten können. Somit darf man nicht fortlaufend flach arbeiten. Vielmehr muss alle zwei bis drei Jahre ein tieferer Bearbeitungsgang erfolgen. Sonst wird der Sauerstoff auf den verdichteten Böden zum begrenzenden Faktor, die Pflanzenwurzel braucht aber 10 Vol.-% Sauerstoff in der Bodenluft. Dass die konservierende Bodenbearbeitung auch auf sandigen Böden gelingt, beweisen viele Betriebe, zum Beispiel in der Region Uckermark (Brandenburg), die schon jahrelang damit arbeiten.

Einflussfaktor Fruchtfolge

Neben der Bodenart ist die Fruchtfolge ein wichtiger Erfolgsfaktor. Je weiter die Fruchtfolgen sind, desto einfacher wird die Handhabung der Mulchsaatverfahren. Besonders getreidelastige Fruchtfolgen hingegen, also der fortlaufende Anbau von Winterung nach Winterung, hemmen den Erfolg der Mulchsaatverfahren, weil sie zwischen Ernte und Aussaat nur ein kurzes Zeitfenster für die Bodenruhe zulassen. Fruchtfolgen mit hohem Hackfruchtanteil oder Sommerungen hingegen ermöglichen eine deutlich längere Bodenruhe. Das entzerrt vieles, auch hinsichtlich des Krankheitsdrucks, weil mehr Zeit für die Rotte der Ernterückstände verbleibt.

Bei engen Fruchtfolgen hat der Pflug einige Vorteile, denn es lässt sich in kurzer Zeit ein gutes Saatbett vorbereiten. Die langjährigen AMAZONE Versuche in Huntlosen und Leipzig zeigen aber, dass auch unter diesen Bedingungen ohne Pflug erfolgreich gewirtschaftet werden kann. Wichtig sind hier auf jeden Fall eine hohe Schlagkraft und ein gut abgestimmtes Strohmanagement.

Von daher müssten eigentlich auch die sehr breiten Fruchtfolgen im ökologischen Landbau beste Voraussetzungen für die nichtwendende Bodenbearbeitung bieten. Hier fehlen auf der anderen Seite aber die Möglichkeiten des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes, sodass die nichtwendende Bodenbearbeitung gerade für die ökologisch wirtschaftenden Betriebe eine besondere Herausforderung darstellt.

Einflussfaktor Krankheitsdruck

Probleme durch Krankheitsdruck, Unkraut und Ausfallgetreide können bei der Mulchsaat stärker auftreten als bei Pflugeinsatz und lassen sich dann nur durch entsprechende Pflanzenschutzmaßnahmen sowie eine besonders große Sorgfalt bei der Sortenwahl ausgleichen. Auch wenn die Kosten dadurch steigen, rechnen sich die zusätzlichen Maßnahmen unter dem Strich in vielen Fällen besser als der zusätzliche Zeit- und Kraftstoffaufwand, der durch den Einsatz des Pfluges entsteht. Der gesellschaftliche Zielkonflikt zwischen geringem Pflanzenschutzmittelaufwand einerseits und geringem Verbrauch fossiler Energieträger andererseits ist dabei für den einzelnen Betrieb nicht zu lösen.

Einflussfaktor Strohmanagement

Unabhängig vom eingesetzten Bodenbearbeitungsverfahren ist das Strohmanagement ein wichtiger Erfolgsfaktor. So hängt die Intensität aller nachfolgenden Bodenbearbeitungsgänge entscheidend von der Qualität der Strohzerkleinerung und -verteilung ab. Fehler in diesem Bereich lassen sich auch durch noch so gute Maschinenlösungen später bei der Bodenbearbeitung und Sätechnik nicht mehr ausgleichen.

Jedes Verfahren hat seine Berechtigung

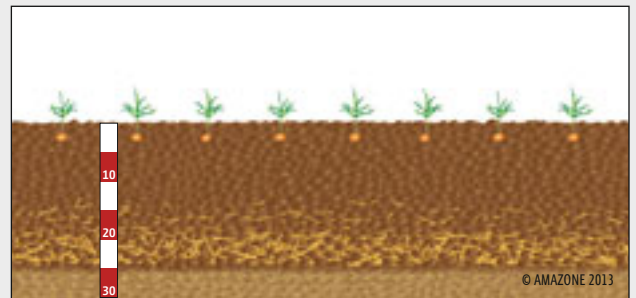
Ob wendende oder nichtwendende Bodenbearbeitung oder Direktsaat – es zeigt sich, dass jedes Verfahren seine Berechtigung hat. Zu den wichtigsten Vorteilen der wendenden Bodenbearbeitung zählt, dass sie universell und einfach zu praktizieren ist. Sie wird umso häufiger eingesetzt, je geringer der Kostendruck ist, je schwieriger die Böden zu führen und je besser die Niederschläge verteilt sind. Andererseits sind die Kosten und der Arbeitszeitbedarf häufig deutlich höher als bei der nichtwendenden Bodenbearbeitung und der Direktsaat.

Im Vergleich dazu ist die Handhabung der nichtwendenden Bodenbearbeitung bzw. Mulchsaat anspruchsvoller. Denn sie umfasst verschiedenste Verfahrensvarianten. Welche Variante die richtige ist, hängt vom einzelnen Standort, den Ertragserwartungen und der jeweils aktuellen Situation ab. Die AMAZONE Versuche an den verschiedenen Standorten zeigen, dass man das Mulchsaatverfahren prinzipiell überall einsetzen kann.

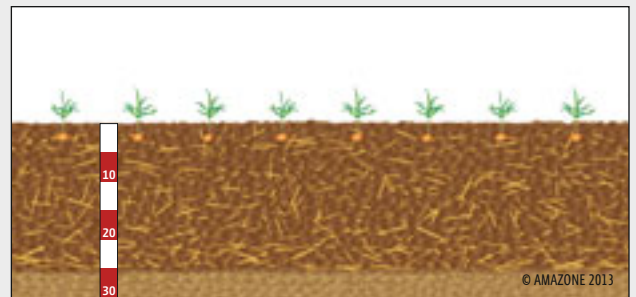
Auf der anderen Seite kommen z.B. unter den trockenen kontinentalen Klimabedingungen Osteuropas die Vorzüge der Direktsaat am stärksten zum Tragen. Denn hier gilt es vor allem, bei geringem Kostenaufwand den Boden möglichst wenig zu bewegen und damit den Bodenwasserhaushalt zu schonen. Vor allem in der Direktsaat ist eine ausgewogene weite Fruchtfolge eine wichtige Voraussetzung für einen möglichst geringen Krankheitsdruck und wenig Unkrautkonkurrenz.

Anders als noch vor wenigen Jahren wird der Einsatz der verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren auf vielen Betrieben heute deutlich flexibler gehandhabt. So setzen Betriebe, die früher nur gepflügt haben, inzwischen bei einzelnen Fruchtfolgegliedern auf die nichtwendende Bodenbearbeitung, um Kosten zu sparen. Andere Betriebe, die jahrelang alle Flächen nichtwendend bearbeitet

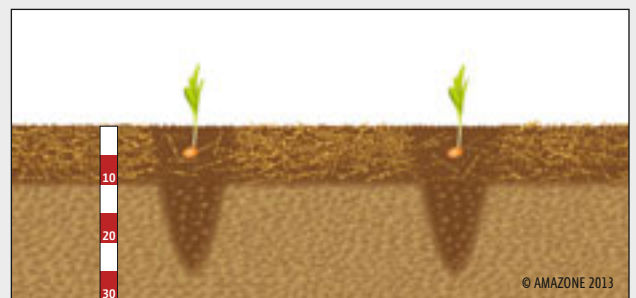
Abb. 2: Die Ackerbauverfahren im Überblick



Wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug



Nichtwendende Bodenbearbeitung mit Kompaktscheibenegge und Grubber mit tiefer Lockerung



Nichtwendende Bodenbearbeitung mit Kompaktscheibenegge und streifenweiser Lockerung – Intensives Strip Till



Direktsaat

haben, sind bei engen Fruchtfolgen oder extrem trockenen bzw. extrem feuchten Jahren an die Grenzen der Praktikabilität gestoßen. Daraus entwickelte sich – sozusagen als Trend im modernen Ackerbau – dass immer mehr Betriebe zwei oder sogar drei Bodenbearbeitungsverfahren parallel einsetzen.

Drei Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Der mittlere Veredelungsbetrieb mit einer Mais/Getreidefruchtfolge setzt auf den Pflug, um vor allem nach der Maisernte eine optimale Weizenbestellung sicherzustellen. Die Aussaat der Winterzwischenfrüchte nach Getreide erfolgt hingegen pfluglos mit seinem Mulchgrubber und aufgebauter GreenDrill-Sämaschine für Zwischenfrüchte. Bei Winterraps in der Fruchtfolge wird auch Weizen nach Raps pfluglos bestellt.
- Der größere Ackerbaubetrieb hat schon seit Jahren auf die Mulchsaat gesetzt. Hier hat sich gezeigt, dass neben der flachen Einarbeitung immer wieder eine tiefe Lockerung notwendig ist, um Höchstserträge zu erreichen. Unter nassen und kalten Bedingungen setzt dieser Betrieb jetzt wieder den Pflug ein und nimmt

dabei die etwas höheren Verfahrenskosten in Kauf. Auch wenn die Flächen einmal gepflügt wurden, stellen sich die Vorteile der nichtwendenden Bodenbearbeitung relativ schnell wieder ein.

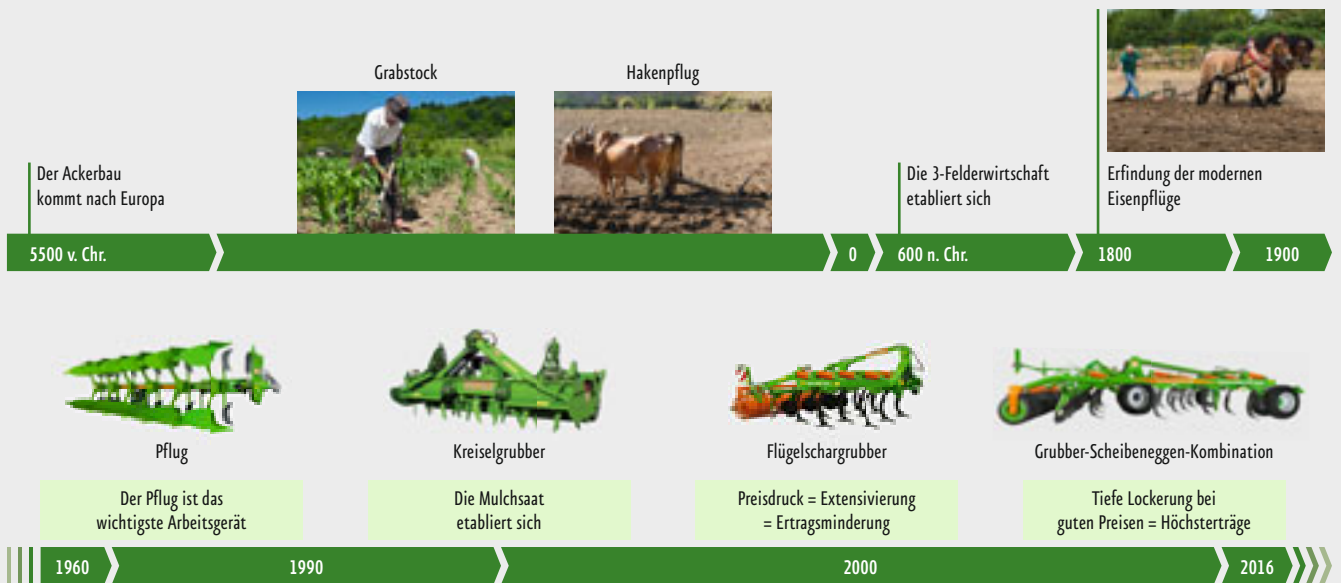
- Für den Großbetrieb in Russland hat sich die Direktsaat mit Meißelscharen zum Standardverfahren entwickelt. Sehr kurze Zeiträume zwischen Ernte und Wintereinbruch erfordern hier eine hohe Schlagkraft, wobei die von der Sämaschine freigeräumte Furche sehr gute Feldaufgänge sicherstellt. Um aber den Aufwuchs von Sonnenblumen zu beschleunigen, deren Jugendentwicklung häufig sehr langsam verläuft, wird auch hier flach mit der Kompaktscheibenege vorgearbeitet.

Versuchsflächen und Teststrecken hinter dem AMAZONE Werksgelände in Leipzig.



Historische Entwicklung der Ackerbauverfahren in Mitteleuropa

Von der Handarbeit über den Pflug bis hin zur Mulchsaat



Nach vielen Jahrhunderten der einfachen Landbewirtschaftung in Handarbeit begann Anfang des 19. Jahrhunderts mit der Erfindung der Eisenpflüge der moderne Ackerbau. Der Pflug hinter dem Pferd oder später hinter der Dampfmaschine ermöglichte relativ hohe Flächenleistungen und machte vor allem auch vor dem Anbau der nächsten Kultur einen „reinen Tisch“ auf dem Acker.

Im Laufe der industriellen Revolution wurden dann – bei wachsender Weltbevölkerung und zunehmender Verstädterung – neue Gebiete für den Ackerbau erschlossen (Great Plains in den USA; Steppe Kasachstans). Lange Jahrzehnte war der Pflug dabei ein dominierendes Arbeitsgerät in der Landwirtschaft.

Erste Grenzen der Bewirtschaftung zeigen sich in den 1930er Jahren mit der Erscheinung der „Dust Bowls“ in den USA. Die Winderosion sorgte dafür, dass die gerade erst mit dem Pflug urbar gemachten Böden der Prärie in kürzester Zeit wieder weggeweht wurden. Aus dieser Zeit stammen die ersten Ansätze der Mulch- und Direktsaatverfahren (Gründung des Soil Conservation Service, heute Natural Resources Conservation Service). Damals waren es zunächst breit schneidende Scharformen, die bei der Mulchsaat zum Einsatz kamen, um die Unkräuter ohne Pflanzenschutzmittel und auch ohne Einsatz des Pflugs zu unterdrücken.

In den trockenen Klimaregionen musste man außerdem nach Möglichkeiten suchen, die Kosten zu verringern,

um bei geringen Erträgen und schwankenden Marktpreisen dennoch erfolgreich Ackerbau betreiben zu können. Ein weiterer großer Schritt bei der Etablierung der reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren war die Erfindung der synthetisierten Pflanzenschutzmittel in den 60er und 70er Jahren. 1974 brachte Monsanto das erste Totalherbizid mit dem Wirkstoff Glyphosat auf den Markt. Diese Pflanzenschutzmittel machten es möglich, auch in kontinentalen Klimaregionen trotz geringer Erträge (10 – 30 dt/ha Weizen) mit Hilfe von Direktsaatverfahren einen konkurrenzfähigen Ackerbau zu betreiben.

In Europa wirkte sich Anfang der 90er Jahre der Fall des Eisernen Vorhangs auf die Entwicklung und Etablierung der Anbauverfahren aus. Die großen Flächenstrukturen in Ostdeutschland und Osteuropa mussten von nun an mit kostengünstigeren Methoden als vorher bearbeitet werden. Aufgrund des Wettbewerbs zwischen den Landtechnikherstellern entstanden daraufhin viele verschiedene Entwicklungen, die bis heute eine große Breite an Bodenbearbeitungsgeräten und -verfahren hervorgebracht haben.

Der Pflug bleibt aber nach wie vor ein wichtiges Bodenbearbeitungsgerät. Allerdings erfolgt der Einsatz heute dank der Alternativen wesentlich bewusster und gezielter als noch in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts.

2.

Worauf es ankommt: Die Grundregeln des 3C-Ackerbau-Konzepts



2.1 Regeln für die nichtwendende Bodenbearbeitung:

- So tief wie nötig
- So flexibel wie möglich
- Feuchtigkeit im Boden halten
- Stroh optimal in den Boden einmischen
- Frühzeitig und schnell fertig werden

„3C“ – hinter dieser Formel verbirgt sich das „Cost Cutting Concept“ von AMAZONE. Im 3C-Konzept fasst AMAZONE alle seine Aktivitäten rund um Maschinen und Verfahren für die Bodenbearbeitung, Bestellung und Bestandsführung zusammen. Es beinhaltet verschiedene Verfahrensvarianten, die – trotz sehr unterschiedlicher technischer Lösungen – immer das gleiche Ziel verfolgen: eine effektive und kostengünstige Bestellung, die zu hohen Erträgen führt.

In das 3C-Konzept fließen fortlaufend neue Erkenntnisse aus Wissenschaft, Beratung und landwirtschaftlicher Praxis zusammen. Dadurch lässt sich das AMAZONE Maschinenprogramm weiter optimieren. Zugleich können praktische Empfehlungen für einen optimalen Einsatz abgeleitet werden.

Regeln für die nichtwendende Bodenbearbeitung

Insbesondere für die Mulchsaat gilt, dass die einzelbetrieblichen Anforderungen von vielen Faktoren wie zum Beispiel der jeweiligen Flächenstruktur, den Klimaverhältnissen oder der Fruchtfolge abhängen. Deshalb werden je nach Betrieb verschiedene Maschinen und Verfahrenskombinationen eingesetzt. Hinzu kommen unterschiedliche Intensitätsstufen bei der Durchführung der Arbeitsgänge.

Trotz aller Unterschiede bei der individuellen Handhabung lassen sich Grundregeln ableiten, die Praktikern eine gute Orientierung bieten. Diese Regeln haben wir nachfolgend zunächst für die nichtwendende Bodenbearbeitung aufgeführt. Sie zeigen, worauf es ankommt, um möglichst kostengünstig hohe Erträge zu erreichen.

Regel 1: So tief wie nötig

Die Erhaltung der Bodenstruktur ist ein wichtiges Ziel bei der Bodenbearbeitung. Auf der anderen Seite müssen die mehr oder minder großen Mengen an Pflanzenresten der jeweiligen Vorfrucht in den Boden eingearbeitet werden, bevor die neue Aussaat erfolgen kann.

Das bedeutet: Je besser die Strohverteilung durch den Mähdrescher und je kürzer die Häcksellängen, desto geringer kann die Intensität der Stroheinarbeitung in den Boden ausfallen. Zugleich ist die Bearbeitungstiefe/-intensität nach Blattfrüchten wie Rüben und Kartoffeln sowie Raps niedriger als nach Früchten mit großen Strohmenge (Mais, Getreide). Nach Blattfrüchten wird sogar oftmals nur noch ein Bearbeitungsgang durchgeführt, und der zumeist relativ flach.

Ist die Voraussetzung guter Strohverteilung und Häckselqualität erfüllt, außerdem der Unterboden gut strukturiert und ausreichend mit Sauerstoff versorgt, gilt die Faustzahl: 1 t Stroh/ha erfordert mindestens 1 cm Arbeitstiefe zur Einmischung. Auf strukturschwachen Böden hingegen, beispielsweise auf Sanden, die zur Dichtlagerung neigen, oder an Stellen mit zeitweiliger Staunässe, muss der Boden krumentief bis in Bereiche von 20 bis 30 cm gelockert werden. Nur so kann auch hier eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Wurzeln sichergestellt werden.

Je besser die Strohverteilung durch den Mähdrescher und je kürzer die Häcksellängen, desto geringer kann die Intensität der Stroheinarbeitung in den Boden ausfallen.



Regel 2: So flexibel wie möglich

Die Theorie fordert: eine flache Stoppelbearbeitung (1. Arbeitsgang, z.B. mit dem Catros) und anschließend eine tiefere Bearbeitung (2. Arbeitsgang, z.B. mit dem Cenius). Dieses Vorgehen kann in der Praxis aus verschiedenen Gründen (Fruchtfolge, Bodenart, Wetter) nicht immer komplett bzw. in dieser Reihenfolge umgesetzt werden.

Es gilt vielmehr (siehe Tab. 3):

- War der 1. Arbeitsgang flach, ist der 2. Arbeitsgang tiefer, um das Ausfallgetreide einzuarbeiten.
- War der 1. Arbeitsgang tief, muss der 2. Arbeitsgang flach sein (kein Grubber), damit das Stroh nicht wieder hochgeholt wird, unter Umständen kann er ganz entfallen.
- Der 1. und 2. Arbeitsschritt werden manchmal sogar auf einen Arbeitsgang reduziert, der dann meistens erst kurz vor Aussaat der Folgefrucht stattfindet. Die Vorfrucht Raps bleibt in manchen Fällen sogar unbearbeitet bis zur nächsten Aussaat liegen.

Tabelle 3: Alternative Kombinationen von 1. und 2. Arbeitsgang

	1. Arbeitsgang	2. Arbeitsgang	Anmerkungen
Alternative 1	flach	tief	Auflaufgetreide einarbeiten
Alternative 2	tief	entfällt oder sehr flach	Stroh im 2. Arbeitsgang nicht wieder hochholen
Alternative 3	zu einem Arbeitsgang kurz vor der Saat zusammengefasst		
Alternative 4	beide Arbeitsgänge entfallen		z.B. nach Raps

Meistens findet als 1. Arbeitsgang eine flache Stoppelbearbeitung statt.



Regel 3: Feuchtigkeit im Boden halten

Vor allem dort, wo die Bodenfeuchte als begrenzender Faktor wirkt, gilt es, die Verdunstung so gut wie möglich zu unterbinden. Deshalb soll der Stoppelsturz direkt im Anschluss an den Mähdrescher erfolgen. Die Kapazitäten von Kurzscheibenegge und Mähdrescher müssen daher etwa gleich groß sein. Arbeitsbreiten und Einsatzzeiten dieser Maschinen sollten genau aufeinander abgestimmt sein.

Das Gleiche gilt für den Einsatz von Grubber und Sämaschine. Denn auch ein 2. Arbeitsgang sowie die Aussaat sollen innerhalb weniger Stunden erfolgen; am besten arbeiten beide Systeme gleichzeitig auf dem Schlag. Damit hängt die erforderliche Flächenleistung eines Grubbers von der Flächenleistung der eingesetzten Sätechnik ab. Ziel ist es auch hier, die restliche Bodenfeuchtigkeit zu erhalten, damit das Getreide keimen kann. Ist die Kapazität des Grubbers nicht hoch genug, lässt sich diese entweder durch größere Arbeitsbreiten hinter leistungsstärkeren Traktoren erhöhen oder durch verlängerte Einsatzzeiten/Tag bzw. Schichtarbeit innerhalb der zur Verfügung stehenden Feldarbeitszeit.

Regel 4: Stroh optimal in den Boden einmischen

Diese Regel gilt auch unter widrigen Bedingungen. Die Kurzscheibenegge Catros ist deshalb die bevorzugte Maschine für den Stoppelsturz. Sie arbeitet leichtzügig und mit einer hohen Schlagkraft, bei gleichzeitig geringem spezifischen Kraftstoffverbrauch.

Cenius-Grubber lockern den Boden, ohne ihn zu wenden, und mischen das Stroh sehr gut ein.



Gibt es Probleme, z.B. durch unzureichende Strohverteilung des Mähdreschers oder bei langen/liegenden Stoppeln nach Lagergetreide, so kommen, sofern auf dem Betrieb vorhanden, beim 1. Arbeitsgang eine schwere Scheibenegge oder ein Strohstriegel im Vorlauf zur Kurzscheibenegge zum Einsatz. Mit den entsprechenden Scharen ausgerüstet, kann man hier aber auch einen Grubber wie den Cenius nutzen, um das Stroh in den Boden einzumischen.

Herrschen trockene Verhältnisse vor, so läuft die Strohverrottung nach dem 1. Arbeitsgang tendenziell schlechter ab. Es gilt: Je schlechter die Verrottung, desto tiefer muss man die Ernterückstände beim 2. Arbeitsgang einarbeiten.

Die tiefe Einmischung lässt sich mit den Cenius-Grubbern von AMAZONE, wenn sie mit entsprechenden Schmal-scharen ausgerüstet sind, erreichen: Sie lockern den Boden auf die gewünschte Tiefe und mischen das Stroh entsprechend ein, ohne den Boden jedoch zu wenden.

Manche Betriebe setzen an dieser Stelle den Pflug ein, um den Boden möglichst tief zu lockern und zu mischen. Man pflügt bevorzugt zwischen Mais und Weizen, ebenso nach Weizen oder Mais, wenn eine Sommerung folgt (Rüben, Kartoffeln, Braugerste, Erbsen etc.). Je nach Bodentyp erfolgt die tiefe Lockerung im Herbst (schwere Böden) oder im Frühjahr (leichte und mittlere Böden).

Aktive Kombinationen mit Kreiselgrubber/-egge und Sämaschine schaffen je nach Arbeitsbreite (3 bis 6 m) Tagesleistungen von 15 bis 50 Hektar.





Die Cirrus ist mit vorarbeitenden Scheibensegmenten ausgerüstet und schafft Tagesleistungen von 25 bis 60 Hektar (je nach Arbeitsbreiten von 3 bis 6 m).



Beim absätzigen Verfahren erfolgen der 2. Arbeitsgang und die Saat getrennt voneinander – je nach Standortbedingungen mit mehr oder weniger zeitlichem Versatz.

Regel 5: Frühzeitig und schnell fertig werden

Um ihre jeweiligen Zeitvorgaben auch bei schlechten Witterungsbedingungen zu halten, müssen die Betriebe Maschinen mit hoher Schlagkraft bereithalten. Das trifft für die Stoppelbearbeitung, vor allem aber auch für die Saat zu.

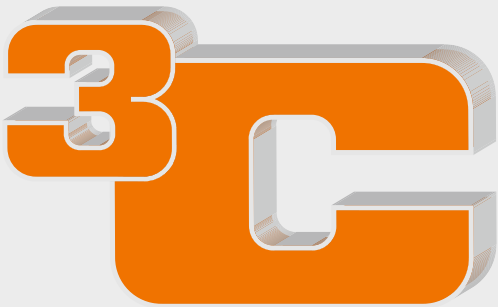
Säkombinationen mit aktiv arbeitenden Werkzeugen kommen bevorzugt bei kleinen bis mittleren Betriebsstrukturen zum Einsatz. Kombinationen mit Kreiselgrubber/-egge und Sämaschine schaffen je nach Arbeitsbreite (3 bis 6 m) Tagesleistungen von 15 bis 50 Hektar. Vorteil der aktiven Kombinationen: optimale Kombination von Bodenbearbeitungsgang und Saat.

Können die Flächen nicht mehr mit einer aktiven Kombination zum optimalen Termin bestellt werden, bietet das AMAZONE Programm die Säkombination Cirrus: Mit vorarbeitenden Scheibensegmenten ausgerüstet schaffen diese Kombinationsmaschinen Tagesleistungen von 25 bis 60 Hektar (bei Arbeitsbreiten von 3 bis 6 m).

Für noch höhere Flächenleistungen empfiehlt AMAZONE die Solo-Großflächen-Sämaschinen Citan mit 8, 9, 12 und 15 m Arbeitsbreite. Sie erreichen Tagesleistungen von 75 bis 120 ha, sind aber nicht mit Vorwerkzeugen ausgerüstet. Je größer also die erforderliche Flächenleistung der Sämaschine, desto stärker geht dies zulasten der Intensität bei der Saatbettvorbereitung, sodass schließlich ein separater Arbeitsgang vor der Saat erforderlich wird.



Auch wenn die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug einfacher zu handhaben ist als die nichtwendende Bodenbearbeitung, gilt es auch hier verschiedene Regeln zu beachten, um die Möglichkeiten dieses Verfahrens optimal zu nutzen.



2.2 Regeln für die wendende Bodenbearbeitung:

- Gutes Stroh- und Stoppelmanagement
- Den richtigen Zeitpunkt wählen
- Die Arbeitstiefe variieren
- Gute Rückverfestigung vor der Saatbettbereitung
- Schadverdichtungen vermeiden

Regel 1: Gutes Stroh- und Stoppelmanagement

Auch die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug setzt ein sorgfältiges Strohmanagement voraus. So kommt es auch hier zunächst auf eine möglichst gleichmäßige Stroh- und Spreuverteilung durch den Mähdrescher an. Anschließend wird die Kapillarität des Bodens durch einen flachen Stoppelsturz unterbrochen, sodass die Strohrotte einsetzen kann und das Ausfallgetreide zur Keimung angeregt wird.

Die verbleibende Stroh- und Stoppelauflage sollte dann als möglichst homogenes Stroh-Bodengemisch eingepflügt werden, um den Rotteprozess der Ernterückstände zu fördern. Wichtig ist, dass das organische Material nicht als Strohmatte unten im Boden liegt, sondern über die unteren zwei Drittel der Pflugtiefe verteilt wird. Deshalb ist die sorgfältige Einstellung der Vorschäler oder Stroheinleger von großer Bedeutung. Auf keinen Fall sollten organische Reste an der Bodenoberfläche verbleiben, um den „reinen Tisch“ sicherzustellen.

Regel 2: Den richtigen Zeitpunkt wählen

Je nach Beschaffenheit des Bodens erfolgt die wendende Bodenbearbeitung in mehr oder weniger großem Abstand vor der Saat. Hier gilt: Je leichter die Böden, desto näher kann der Pflugtermin an die Saat heranrücken. Bei schweren und mittleren Böden ist anschließend in der Regel mindestens noch ein zusätzlicher Arbeitsgang zur Herstellung eines ausreichend feinkrümeligen Saatbettes notwendig.

Zu beachten ist außerdem die Bodenfeuchte. Ist es zu trocken, gestaltet sich der Einzug des Pfluges schwierig, Verschleiß und Zugkraftbedarf steigen an. Hinzu kommt, dass das noch vorhandene Bodenwasser verdunstet, was die Anfälligkeit für Winderosionen fördert. Auf der anderen Seite erhöht sich bei zu feuchten Bodenbedingungen der Schlupf des Traktors und dementsprechend der Kraftstoffverbrauch. Außerdem verschmiert die Sohle unter dem Furchenrad, was den Gas- und Wasserhaushalt des Bodens beeinträchtigt.



Um die Möglichkeiten des Verfahrens optimal zu nutzen, gilt es auch bei der wendenden Bodenbearbeitung verschiedene Regeln zu beachten.

Regel 3: So tief wie nötig

Generell gilt auch beim Pflugeinsatz die Regel „so tief wie nötig“. Immerhin werden auf einem Hektar 150 t Boden pro cm Bearbeitungstiefe bewegt. Grundsätzlich bietet eine Verringerung der Pflugtiefe die Möglichkeit, Dieselverbrauch und Arbeitszeitbedarf zu reduzieren. Andererseits hängt die optimale Pflugtiefe von der Bodenart, der Fruchtfolge und den klimatischen Verhältnissen am jeweiligen Standort ab. Hier gilt: Je lockerungsbedürftiger der Boden ist, desto tiefer muss gepflügt werden. So ist z.B. eine flache Pflugfurche auf strukturschwachen Sandböden, die zur Dichtlagerung neigen, ackerbaulich nicht sinnvoll.

Daneben spielt die Tiefgründigkeit des Oberbodens eine entscheidende Rolle. So sollte man auf keinen Fall humusarmen Unterboden hochpflügen. Auch die Menge an organischen Reststoffen, die die Vorfrucht hinterlassen hat, wirkt sich auf die Pflugtiefe aus. Denn es gilt ja, eine gute Einmischung in den Boden und damit den zügigen Abbau der Pflanzenreste sicherzustellen. Tendenziell kann deshalb die Pflugtiefe zu Halmfrüchten flacher ausfallen als zu Blattfrüchten.

Regel 4: Gute Rückverfestigung vor der Saatbettbereitung

Um die Kapillarität wiederherzustellen und die Befahrbarkeit für nachfolgende Arbeitsgänge zu verbessern, sollte der gelockerte Boden nach dem Pflügen wieder rückverfestigt werden. Eine gute Rückverfestigung bildet zugleich die Basis für eine gleichmäßige Saatgutablage und hohe Feldaufgänge.

Für die Rückverfestigung bietet sich im ersten Schritt der kombinierte Einsatz eines Packers hinter dem Pflug an. Der Packer beschleunigt das Absetzen überlockter Böden, sodass die engen Zeiträume zwischen Vorfruchternte und Bestellung der Folgefrucht einfacher zu handhaben sind. In Regionen, die von ausgeprägten Frühjahrs- bzw. Sommertrockenheiten geprägt sind, sollte der kombinierte Einsatz von Pflug und Packer möglichst kurzfristig vor der Aussaat erfolgen, um die Verdunstung von Bodenwasser aufs Minimum zu reduzieren.

Insbesondere auf schweren Böden kann der Packer zudem ein erstes Aufbrechen der Bodenoberfläche bewirken. Das kommt einem ersten Arbeitsschritt für die Saatbettbereitung gleich.

Regel 5: Schadverdichtungen vermeiden

Um die Ausbildung von Radsohlenverdichtungen bzw. Pflugsohlen zu vermeiden, ist es sinnvoll, von Jahr zu Jahr mit unterschiedlichen Arbeitstiefen zu pflügen. Das Problem der Pflugsohlenbildung stellt sich heute allerdings weniger gravierend dar, weil mit größer werdender Pflugarbeitsbreite eine zunehmende Gewichtsverlagerung zum Landrad und eine entsprechende Entlastung des Furchenrades stattfinden (siehe dazu auch entsprechende Untersuchungsergebnisse im zweiten Teil „Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft“, S. 157). Dennoch sollte man der Gefahr von Pflugsohlenbildungen durch den Einsatz von Allrad-Traktoren, die gut ballastiert sowie hochwertig bereift sind und mit möglichst geringem Luftdruck gefahren werden, entgegenwirken.

3.

AMAZONE Maschinen im 3C-Ackerbau-Konzept

Für die verschiedenen Verfahrensvarianten der Bodenbearbeitung und die anschließende Bestandsführung bietet AMAZONE ein optimal abgestimmtes Programm: Die Kompaktscheibeneggen Catros und Certos, den Mulchgrubber Cenius, die Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus, die Cayron- und Cayros-Pflüge, verschiedene Sämaschinen bzw. Säkombinationen sowie Düngestreuer und Pflanzenschutzspritzen.



Angebaute Kompaktscheibenegge Catros+ Special mit Keilringwalze KW.



Erster Arbeitsgang: Die Stoppelbearbeitung

Beim 1. Arbeitsgang, der Stoppelbearbeitung, erledigt die Kompaktscheibenegge Catros (2,5 m bis 12 m Arbeitsbreite) eine schnelle und ganzflächig flache Bearbeitung – auch auf unebenen Flächen. Als Alternative gibt es die gezogene, große Kompaktscheibenegge Certos (4 m bis 7 m), die auch besonders große Mengen organischen Materials verstopfungsfrei einarbeitet.

Für Betriebe, bei denen sich die Anschaffung einer Einzelmaschine zur Stoppelbearbeitung nicht lohnt, bietet AMAZONE den Grubber Cenius (3 m bis 8 m) an. Er kann sowohl bei der intensiv mischenden, mitteltiefen bis tiefen Bodenbearbeitung (2. Arbeitsgang), aber ebenso im 1. Arbeitsgang für die flache Stoppelbearbeitung genutzt werden. Für jeden Einsatzbereich stehen spezielle Schartypen zur Verfügung.

Außerdem gibt es für die Betriebe, die sehr viel organische Masse wie Körnermais oder Zwischenfrüchte einarbeiten müssen bzw. sehr flexibel mit ein- und demselben Gerät flach oder tief arbeiten wollen, die Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus (4 m bis 7 m).



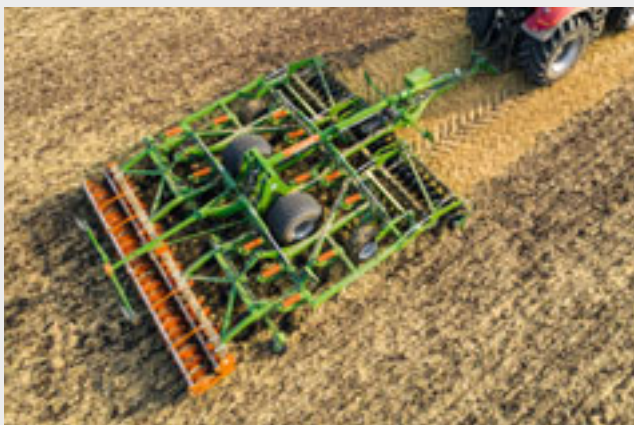
Kompaktscheibenegge Catros, 2,5 m bis 12 m.



Der Centius eignet sich ideal für den 2. Arbeitsgang.



Certos 5001-2TX in 5 m Arbeitsbreite.



Ceus 6000-2TX in 6 m Arbeitsbreite.

Zweiter Arbeitsgang: Die tiefere Bodenbearbeitung

Der Centius in den Arbeitsbreiten von 3 m bis 8 m ist die ideale Maschine für den 2. Arbeitsgang bei der nichtwendenden Bodenbearbeitung. Er schafft eine zuverlässige, intensive Mischung von Pflanzenrückständen und Boden bei mittlerer Arbeitstiefe, aber auch die krumentiefe Bodenlockerung. Als multifunktionale Bodenbearbeitungsmaschine kann der Centius ebenfalls für die flache Stoppelbearbeitung genutzt werden.

Auch die gezogene große Kompaktscheibenegge Certos TX mit Arbeitsbreiten von 4 m bis 7 m eignet sich für die tiefere Bodenbearbeitung, denn sie dringt dank ihrer 660 mm großen Scheiben bis zu 20 cm tief in den Boden ein. Eine weitere Alternative ist die Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus (Arbeitsbreiten von 4 m bis 7 m), mit der sich eine flache Bearbeitung auf Arbeitstiefen von 5 bis 14 cm und eine anschließende Lockerung auf bis zu 30 cm Arbeitstiefe in einer Überfahrt kombinieren lassen.



Anbaudrehpflug für die wendende Bodenbearbeitung.

Für den zweiten Arbeitsgang im Zuge der wendenden Bodenbearbeitung bietet AMAZONE mit den Baureihen Cayron, Cayros und Hektor ein breites Programm von Pflügen an. Es umfasst Anbaupflüge mit 2 bis 6 Scharen und einen Aufsattelpflug mit bis zu 8 Scharen. Für alle Pflüge gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Pflugkörper und Ausstattungsvarianten.

Aufsatteldrehpflug Hektor, 8-scharig.





Als gezogene Säkombination ermöglicht die Cirrus höhere Arbeitsgeschwindigkeiten.

Dritter Arbeitsgang: Die Saat (solo oder in Kombination)

Für die Saat liefert AMAZONE Säkombinationen mit angetriebenen oder mit passiven Werkzeugen oder Solosämaschinen. Die Vorteile der aktiven Lösungen (angebaute Kreiselgrubber-Säkombination oder Fronttank-Säkombination Avant mit bis zu 6 m Arbeitsbreite) zeigen sich bei hoher Bodenfeuchtigkeit aufgrund geringeren Schlupfs und in Hanglagen, bei ungünstiger Flächenstruktur, auf schweren Böden/Tonkuppen sowie bei

eingeschränktem Strohmanagement und geringem Feinerdeanteil. Zudem erweisen sich die angetriebenen Säkombinationen bei spät räumenden Früchten oftmals als „Problemlöser“.

Bei gutem Strohmanagement, großen Flächen und mittleren Böden hingegen liegen die gezogenen Kombinationen aufgrund der höheren Fahrgeschwindigkeiten und Flächenleistungen vorne. Hier empfiehlt AMAZONE den Einsatz der Cirrus-Säkombination bzw. für noch mehr Flächenleistungen die Großflächen-Sämaschine Citan.



Die angebaute, mechanische Säkombination Cataya ist die ideale Maschine zur Pflug- und Mulchsaat.



Die pneumatische Aufbausämaschine AD-P Special in 3 m Arbeitsbreite für den Einsatz auf mittelgroßen Betrieben.



Düngung und Pflanzenschutz

Um die Bestände nach der Saat erfolgreich durch die Vegetation zu führen, sind eine fachgerechte Planung und Durchführung der Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen entscheidend. Von der eingesetzten Technik wird hier nicht nur Verlässlichkeit, sondern vor allem auch höchste Präzision bei der Applikation gefordert.

AMAZONE wird mit seinem lückenlosen Maschinenprogramm auch hier den unterschiedlichen Kapazitätsansprüchen der Betriebe gerecht. Für die Düngung stehen Zentrifugal-Anbaustreuer oder angehängte Großflächenstreuer mit Arbeitsbreiten von 10 m bis 54 m zur Verfügung. Für den Pflanzenschutz bietet AMAZONE Anbau-, Anhäng- und selbstfahrende Pflanzenschutzspritzen von 12 m bis 40 m Arbeitsbreite sowie Behältergrößen von 900 l bis 11.200 l an.

Das AMAZONE Programm umfasst Anbau-, Anhäng- und selbstfahrende Pflanzenschutzspritzen von 12 bis 40 m Arbeitsbreite sowie Behältergrößen von 900 l bis 11.200 l.

Für die Düngung bietet AMAZONE Zentrifugal-Anbaustreuer und angehängte Großflächenstreuer mit Arbeitsbreiten von 10 m bis 54 m an.



4. Hand in Hand: Theorie und Praxis für eine optimale Funktion

Der Erfolg jedes Bodenbearbeitungsverfahrens hängt zu einem Großteil auch davon ab, in welchem Maße die eingesetzte Technik den gestellten Anforderungen gerecht wird. Produzieren Maschinen Ergebnisse minderer Qualität oder funktionieren die Verfahren nicht einwandfrei, werden ihre Vorteile vom Anwender zu Recht infrage gestellt.

Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit und Komfort sind daher Kriterien, die bei AMAZONE hohen Stellenwert haben. Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit bei AMAZONE sind deshalb nicht nur die Stabilität, sondern

auch die Arbeitsqualität, die Einsatzsicherheit und der Bedienkomfort. Ein ganz wichtiger Punkt ist heute auch der möglichst kraftstoffsparende Maschineneinsatz.

Grundaufbau, Stabilität sowie Arbeitswerkzeuge einer Bodenbearbeitungsmaschine erarbeiten die Ingenieure zunächst am Computer. Ein Instrument für die Lösung dieser komplexen Konstruktionsaufgaben sind z.B. die Finite-Elemente-Programme, mit denen der Ingenieur den Verlauf der Kräfte sehr gut simulieren und entsprechende Verbesserungen vornehmen kann.

Stein-Teststrecke für AMAZONE Bodenbearbeitungsgeräte.





Da fliegen die Funken – Kreselgrubber KG beim Einsatz auf der Huder Steinteststrecke.

Nach den Konstruktionsarbeiten am Computer werden einzelne Teile und Werkzeuge zunächst im Laborversuch getestet. Es folgen der Bau erster Vorserienmaschinen und Einsatztests. Um beispielsweise die Stabilität unter steinigen Bedingungen zu überprüfen, verfügt AMAZONE über verschiedene Teststrecken, wie Steinteststrecken, auf denen die Maschinen unter härtesten Bedingungen auf ihre Tauglichkeit und Haltbarkeit getestet werden.

Für den verlässlichen Einsatz müssen die Maschinen schließlich breitflächig in der Praxis getestet und optimiert werden. Dafür arbeitet AMAZONE mit landwirtschaftlichen Partnerbetrieben überall auf der Welt zusammen. So können Einsatzsicherheit und Arbeitsqualität der Maschinen über Tausende von Hektar erprobt werden. In dieser wichtigen Phase wechseln die AMAZONE Ingenieure ihren Arbeitsplatz und sind in Overall und Stiefeln direkt vor Ort, um „ihre“ Maschinen im Feldeinsatz weiter intensiv zu begleiten.

So wurde und wird bei AMAZONE nicht nur ein komplexes, sondern auch zuverlässiges Programm für die Bodenbearbeitungs- und Sätechnik entwickelt. Verschiedene Details der aktuellen Technik und Verfahren, die man von außen nicht ohne Weiteres erkennt, wollen wir Ihnen hier vorstellen.

Die Stoppelbearbeitung mit den Kompaktscheibeneggen Catros oder Certos

Bei der Stoppelbearbeitung soll die obere Bodenschicht gelockert, zerkleinert, eingeebnet und anschließend wieder rückverfestigt werden. So lassen sich direkt nach der Ernte günstige Voraussetzungen für ein Keimen von Ausfallgetreide und Unkrautsamen schaffen.

Die Kompaktscheibenegge Catros arbeitet deshalb mit zwei Reihen aggressiv angestellter Hohl-scheiben und einer nachfolgenden Walze. Sie erweist sich als äußerst kurz, kompakt und wendig. Die Anlenkung der Scheiben am Rahmen verfügt über elastische Gummifeder-Elemente mit Steinsicherung (s. Abb. 3). Anders als bei Maschinen mit starrem Geräte-rahmen folgen die Hohl-scheiben der Bodenkontur beim 1. flachen Arbeitsgang, sodass Spuren nicht einfach zugeschüttet, sondern auch bearbeitet werden. Arbeitsqualität bedeutet damit beim System Catros, dass man auch bei unebenen Verhältnissen einen gleichmäßig flachen 1. Bodenbearbeitungs-gang durchführen kann.

Ist der Catros mit einer Keilringwalze ausgerüstet, so hinterlässt er rückverfestigte Streifen und sorgt damit für einen optimalen Bodenschluss – Ausfallgetreide und Unkrautsamen können sicher ankeimen. Da die Rückverfestigung nur streifenweise erfolgt, verbleiben offene Zwischenräume. So kann es nicht mehr zu Verschlämmungen kommen – auch nicht auf druckempfindlichen Böden. Weil der Catros hohe Flächenleistungen ermöglicht und darüber hinaus auch verstopfungsfrei und verschleißarm arbeitet, kommt er immer häufiger anstelle der bisher vorrangig verwendeten Flügelscharrgrubber (Scheibengrubber) zum Einsatz.

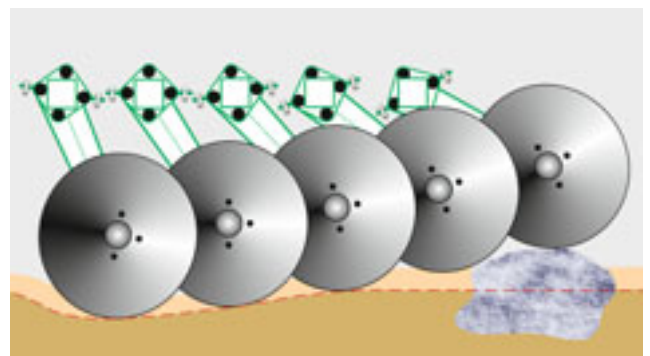


Abb. 3: Gummifeder-Elemente mit Steinsicherung am Catros

Abb. 4: Wartungsfreie Lagerung der Catros-Scheiben dank kombinierter Abdichtung aus Filzring und Gleitringen an den 2-reihigen Schrägkugellagern. 1.000.000-fach bewährt!

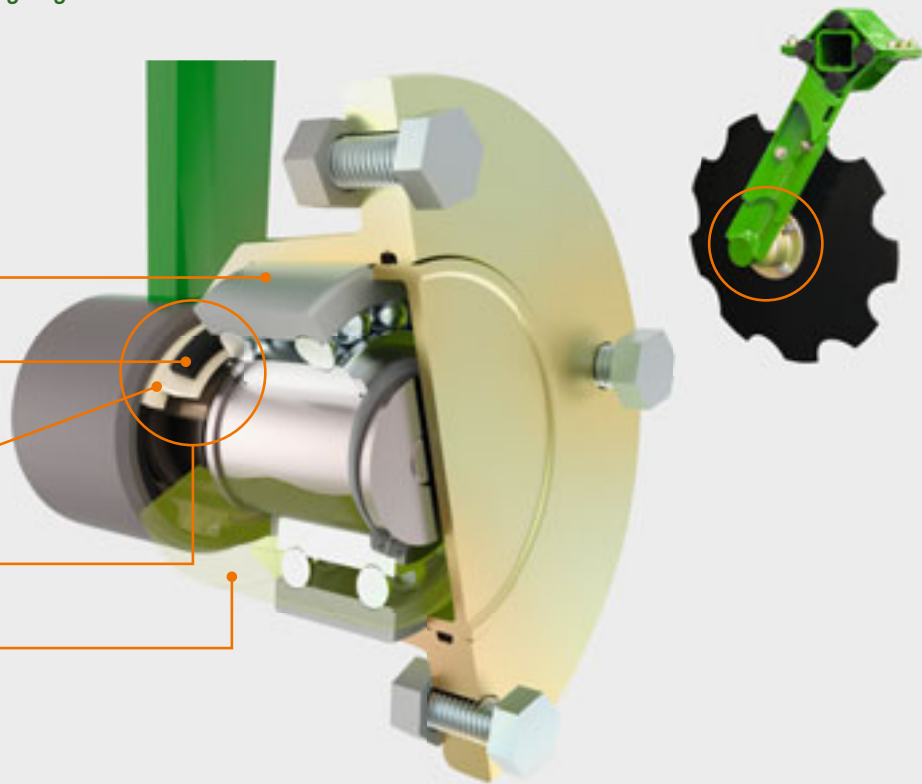
2-reihiges Schrägkugellager

2 x Rollkörper (O-Ring)

2 x Gussringe mit Gleitfläche

Gleitringdichtung eingebaut
in konische Aufnahmen

Getriebeölfüllung



Hohe Flächenleistungen, niedriger Kraftstoffverbrauch und geringer Verschleiß sind die Stärken der Catros-Kompaktscheibeneggen. Hier Kompaktscheibenegge Catros⁺ 12003-2TS mit 12 m Arbeitsbreite beim Stoppelsturz.





Kompaktscheibenegge Catros+ 3003 Special mit gezackten Scheiben in 3 m Arbeitsbreite.

Das Catros-Programm umfasst Dreipunktanbaumaschinen von 2,5 m bis 6 m sowie gezogene Maschinen von 4 m bis 12 m Arbeitsbreite. Es beginnt mit den Anbauscheibeneggen Catros Special in Arbeitsbreiten von 2,5 m bis 4 m als Einstiegsmodelle für kleine bis mittelgroße Betriebe. Während die Scheibenreihen bei den Catros-Special-Produkttypen fest angeordnet sind, sind die klassischen Catros-Produkttypen mit einem verstellbaren Versatz der beiden Scheibenreihen ausgerüstet. Diese Catros gibt es als Dreipunktanbaumaschinen mit Arbeitsbreiten von 3 m bis 6 m sowie als gezogene Maschinen mit Arbeitsbreiten von 4 m bis 6 m.



Kompaktscheibenegge Catros+ 5002-2 in 5 m Arbeitsbreite mit gezackten Scheiben (510 mm Durchmesser).



Kompaktscheibenegge Catros+ 6002-2TS mit Schwenkfahrwerk.





In Kombination mit der Säeinheit GreenDrill lassen sich die Kompaktscheibeneggen Catros und Certos auch für die Aussaat von Feinsämereien nutzen. Alternativ kann die Säeinheit GreenDrill auch mit dem Mulchgrubber Cenius, dem Kreiselgrubber KG, der Kreiselegge KE oder den Sämaschinen Cataya und Centaya eingesetzt werden.

Die glatten Catros-Scheiben mit 460 mm Durchmesser sind die ideale Lösung für eine präzise, extrem flache und intensiv mischende Stoppelbearbeitung auf 3 cm bis 12 cm Arbeitstiefe. Die gezackten Catros⁺-Scheiben mit 510 mm Durchmesser zeichnen sich durch eine aggressivere Arbeitsweise und einen sicheren Einzug auch unter schwierigen Verhältnissen aus und eignen sich für eine Bearbeitung auf 5 cm bis 14 cm Tiefe.

Auf Arbeitstiefen von 5 cm bis 16 cm sind die Dreipunktanbaumaschinen Catros^{XL} (3 m bis 4 m Arbeitsbreite) ausgelegt. Besonderes Merkmal dieser Maschinen sind die wahlweise angebotenen gezackten oder fein gezackten Scheiben mit 5 mm Materialstärke und 610 mm Durchmesser. Die großen Scheiben gewährleisten einen hohen Durchgang und einen perfekten Einzug selbst unter härtesten Bedingungen. Sie sind optimal für die Einarbeitung von Zwischenfrüchten und Körnermais.

Ob als Dreipunktmaschine hinter Selbstfahrern oder über einen separaten Arbeitsgang: Catros Kompaktscheibeneggen werden – in Kombination mit einer speziellen Catros pro-Ausrüstung – gerne auch für die Gülleeinarbeitung genutzt. Die spezielle Scheibentechnik mit ihrer wartungsfreien Lagerung und die perfekt abgestimmten Nachläufer gewährleisten auch unter diesen extremen Bedingungen eine hohe Funktionsicherheit.







Große Kompaktscheibenegge Certos 5001-2TX in 5 m Arbeitsbreite.

Die größeren Anhängemaschinen Catros⁺-2TX und Catros⁺ 12003-2TS von 7 m bis 12 m Arbeitsbreite können wahlweise mit glatten oder gezackten Catros⁺-Scheiben ausgerüstet werden. Bei beiden Ausführungen haben die Scheiben eine Materialstärke von 5 mm.

Im Arbeitsbreitenbereich von 4 m bis 7 m bietet AMAZONE außerdem die großen Anhäng-Kompaktscheibeneggen Certos-2TX an. Dank 6 mm starker, grob gezackter Scheiben mit 660 mm Durchmesser eignen sie sich besonders gut für die mitteltiefe und intensive Bodenbearbeitung auf bis zu 20 cm.

Übersicht: AMAZONE Scheibenprogramm mit Arbeitstiefen.

					
Catros 460 mm	Catros ⁺ 510 mm (glatt)	Catros ⁺ 510 mm (gezackt)	Catros ^{XL} 610 mm (grob gezackt)	Catros ^{XL} 610 mm (fein gezackt)	Certos 660 mm
Arbeitstiefe 3 – 12 cm	Arbeitstiefe 5 – 14 cm		Arbeitstiefe 5 – 16 cm		Arbeitstiefe 7 – 20 cm



Rückverfestigung mit der richtigen Nachlaufwalze

Um je nach Bedingungen und Bodenart einen optimalen Bodenanschluss zu gewährleisten, können die Kompaktscheibeneggen Catros und Certos als Alternative zur Keilringwalze mit einer Vielzahl anderer Walzen zur Rückverfestigung und Tiefenführung kombiniert werden. So stehen z.B. für den Einsatz auf mittleren bzw. wechselnden Böden die Keilringwalze oder für die Bearbeitung von Sandböden die U-Profilwalze oder Doppel-U-Profilwalze zur Verfügung. Für schwere und tonige Böden eignet sich vor allem die Winkelprofilwalze mit Schneidelementen oder die Disc-Walze sowie für schwerste und klebrige Böden die Doppel-Disc-Walze. Speziell für die Saatbettbereitung stehen für viele Walzen auch nachlaufende Striegel zur Verfügung.

Die perfekte Ergänzung zur Saatbettbereitung: Für die Saatbettbereitung zu Mais oder Zuckerrüben können die AMAZONE Kompaktscheibeneggen bei vielen der Walzen zusätzlich mit einem Striegel ausgerüstet werden. Striegel schaffen eine sehr feinkrümelige Bodenstruktur und damit die perfekten Keimbedingungen für nachfolgende Kulturen. Ein weiterer Vorteil bei dem Einsatz eines Striegels ist die Optimierung der Strohverteilung.



Für jeden Einsatz die richtige Nachlaufwalze

			
		Stabwalze SW 520 mm	Stabwalze SW 600 mm
schwere Böden	Krümelung	○	+
	Rückverfestigung	○	○
	Eigenantrieb (Schieben)	++	++
	Tragfähigkeit	++	++
	Unempfindlichkeit gegen Steine	○	+
	Unempfindlichkeit gegen Verkleben	+	+
	Geringe Verstopfungsneigung	+	+
mittlere Böden	Krümelung	+	+
	Rückverfestigung	○	○
	Eigenantrieb (Schieben)	++	++
	Tragfähigkeit	+	++
	Unempfindlichkeit gegen Steine	○	+
	Unempfindlichkeit gegen Verkleben	+	+
	Geringe Verstopfungsneigung	+	+
leichte Böden	Krümelung	+	++
	Rückverfestigung	○	○
	Eigenantrieb (Schieben)	++	++
	Tragfähigkeit	○	+
	Unempfindlichkeit gegen Steine	○	+
	Unempfindlichkeit gegen Verkleben	+	+
	Geringe Verstopfungsneigung	+	+

Stabwalze SW



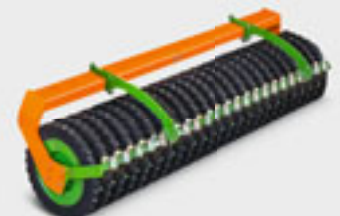
Tandemwalze TW

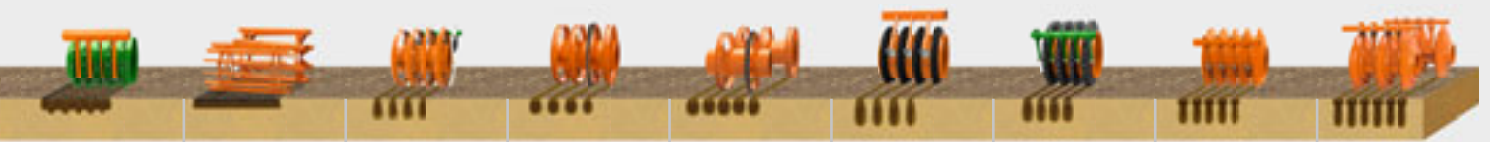


Keilringwalze KW



Keilringwalze mit Matrixreifenprofil KWM





Zahn- packerwalze PW 600 mm	Tandemwalze TW 520/380 mm	Winkel- profilwalze WW 580 mm	U-Profilwalze UW 580 mm	Doppel-U- Profilwalze DUW 580 mm	Keilringwalze KW 580 mm	Keilringwalze mit Matrix- reifenprofil KWM 650 mm	Disc-Walze DW 600 mm	Doppel- Disc-Walze DDW 600 mm
+	+	++	o	o	o	+	+	++
+	o	+	o	o	+	++	++	++
++	++	+	+	++	+	++	++	++
++	++	+	++	++	++	++	++	++
++	o	-	++	++	+	+	++	++
++	o	+	+	+	+	++	++	++
++	+	+	+	++	++	++	++	++
+	++	++	o	+	+	+	+	+
+	o	++	+	+	++	++	++	++
+	+	+	+	++	+	++	++	++
++	+	++	++	++	++	++	++	++
++	o	-	++	++	+	+	++	++
++	o	+	++	++	+	++	++	++
++	+	+	++	++	++	++	++	++
+	++	+	+	+	+	+	+	+
+	o	+	+	+	++	++	++	++
+	+	+	+	+	+	++	+	+
+	+	+	++	++	+	++	+	+
++	o	-	++	++	+	+	++	+
++	o	+	++	++	+	++	++	++
++	+	+	++	++	++	++	++	++

- weniger gut geeignet o geeignet + gut geeignet ++ sehr gut geeignet

U-Profilwalze UW



Doppel-U-Profilwalze DUW mit Heckstriegel (optional)



Zahnpackerwalze PW



Winkelprofilwalze WW



Disc-Walze DW



Doppel-Disc-Walze DDW





Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus 6000-2TX im Praxiseinsatz.

Die Bodenbearbeitung mit Ceus, Cenius oder Cayron und Cayros

Die Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus

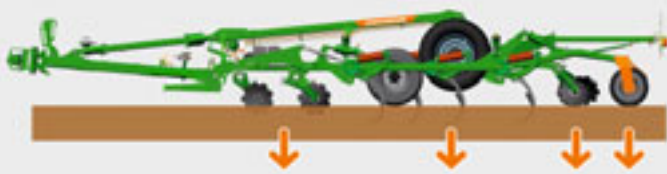
Der Ceus in den Arbeitsbreiten von 4 bis 7 m ist eine Kombinationsmaschine, die aus einer Kompaktscheibenegge für die flache Bearbeitung und einem Zinkenfeld für die tiefe Lockerung besteht. Das vorlaufende Scheibenfeld ist mit gezackten 510-mm-Scheiben ausgerüstet und bearbeitet den Boden auf Tiefen von 5 bis 14 cm. Es zerkleinert die organische Masse sehr gut, indem es die Erntereste intensiv schneidet und mischt. Gleichzeitig entsteht auf der oberen Bodenschicht eine feinkrümelige Struktur. Dies schafft zum einen optimale Voraussetzungen für die Rotte und zum anderen sehr gute Keim- und Auflaufbedingungen.

Für die anschließende Lockerung der tiefen Bodenschichten auf bis zu 30 cm Arbeitstiefe folgt das mit C-Mix-Zinken bestückte Zinkenfeld. Man kann aber auch flach damit arbeiten, sodass die Scharspitze unter feuchten und schweren Bedingungen knapp unterhalb der Arbeitstiefe der Scheibenegge läuft. Dadurch wird der Horizont gelockert bzw. eine rauere Struktur im Boden geschaffen und damit die Verschlammungsgefahr auf diesen Böden deutlich reduziert.

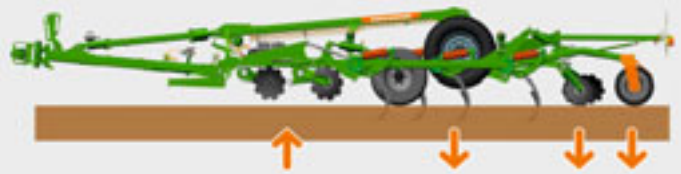
Für die Bestückung des Zinkenfeldes steht das gesamte AMAZONE C-Mix-Scharsystem zur Auswahl. Mit einem Strichabstand von ca. 40 cm und den optional angebotenen 40-mm-HD-Scharen erweist sich der Ceus auch bei einer tiefen Lockerung als besonders leichtzünftig. Als Überlastsicherung ist der vom Mulchgrubber



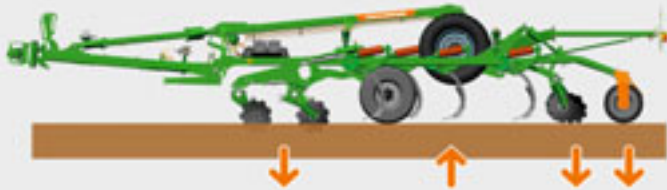
Werkzeugabfolge Ceus-2TX



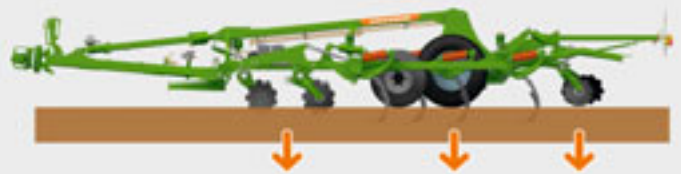
Ceus-2TX mit allen Werkzeugen in Arbeitsstellung



Arbeiten ohne Scheibenfeld



Arbeiten ohne Zinkenfeld



Arbeiten ohne Walzen

Übersicht: Mögliche Einstellungen der Werkzeuge beim Ceus-2TX.

Cenius bewährte C-Mix-Super-Zinken mit einer Auslöse- kraft von 600 kg montiert.

Auch bei maximaler Arbeitstiefe des Zinkenfeldes lässt sich das vorlaufende Scheibenfeld in der obersten Position komplett deaktivieren, sodass eine tiefe Lockerung auch ohne den Einsatz des Scheibenfeldes möglich ist. Ebenso kann man das Zinkenfeld ausheben und nur mit dem vorlaufenden Scheibenfeld arbeiten, um lediglich eine flache Stoppelbearbeitung durchzuführen.

Der Mulchgrubber Cenius

Das Haupteinsatzgebiet der Mulchgrubber Cenius liegt in der intensiv mischenden, mitteltiefen bis tiefen Bodenbearbeitung. Zusätzlich können sie für die flache Stoppelbearbeitung sowie zur Saatbettbereitung im Frühjahr eingesetzt werden.

Als Dreipunktanbaumaschine bietet AMAZONE den Cenius mit Arbeitsbreiten von 3 m, 3,5 m und 4 m an. Die Zinken (wahlweise mit Scherbolzen- oder Druckfeder-Überlastsicherung) sind dreibalkig angeordnet (s. Abb. 5b). So mischt der Cenius die Strohrückstände zunächst gleichmäßig und intensiv ein. Die spezielle Anordnung der Zinken und ein größerer baulicher Freiraum sichern auch bei großen Strohmen gen eine hohe Funktionssicherheit. Für die Bodenbearbeitung auf unterschiedliche Tiefen zwischen 5 und 30 cm stehen mehrere Scharformen zur Verfügung.



Cenius 3003 Special: 11 C-Mix-Special-Zinken mit Scherbolzen-Überlastsicherung und Keilringwalze.



Cenius 3003 Super: 11 C-Mix-Super-Zinken mit Druckfeder-Überlastsicherung und Doppel-U-Profilwalze.



Mulchgrubber Cenius-2TX bei der intensiv mischenden Bodenbearbeitung.

Zur weiteren Einmischung und Einebnung des Bodens können dann wahlweise Blattfederelemente oder wartungsfreie Hohl-scheiben genutzt werden. Beide sind zentral und werkzeuglos einstellbar.

Zur Rückverfestigung des Bodens bietet AMAZONE auch für den Cenius eine breite Auswahl von Nachläuferwalzen an. Sie umfasst neben der Keilringwalze KW die Stabwalze SW, die Zahnpackerwalze PW, die Tandemwalze TW, die Disc-Walze DW und Doppel-Disc-Walze DDW, die Keilringwalze mit Matrixreifenprofil KWM, die Winkelprofilwalze WW sowie die U-Profilwalze UW und die Doppel-U-Profilwalze DUW mit Heckstriegel (siehe Übersicht S. 34/35).

In den größeren Arbeitsbreiten von 4 m, 5 m, 6 m, 7 m und 8 m gibt es die Anhängegrubber Cenius-2TX. Zu den speziellen Merkmalen dieser Maschinen zählen u.a. die neu entwickelte C-Mix-Druckfeder-Überlastsicherung und ein integriertes Fahrwerk (s. Abb. 6).



Abb. 6: C-Mix-Super-Zinken mit Druckfeder-Überlastsicherung



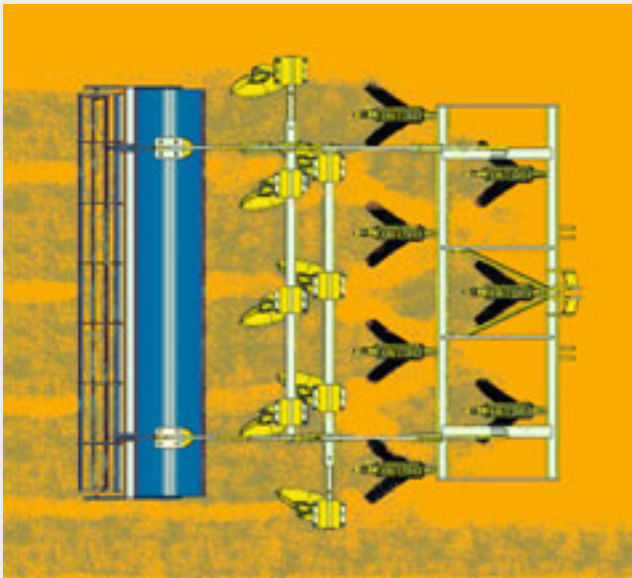


Abb. 5a: Unzureichende Stroheinarbeitung und gleichzeitige Schwadbildung bei zweibalkigen Flügelscharrgrubbern

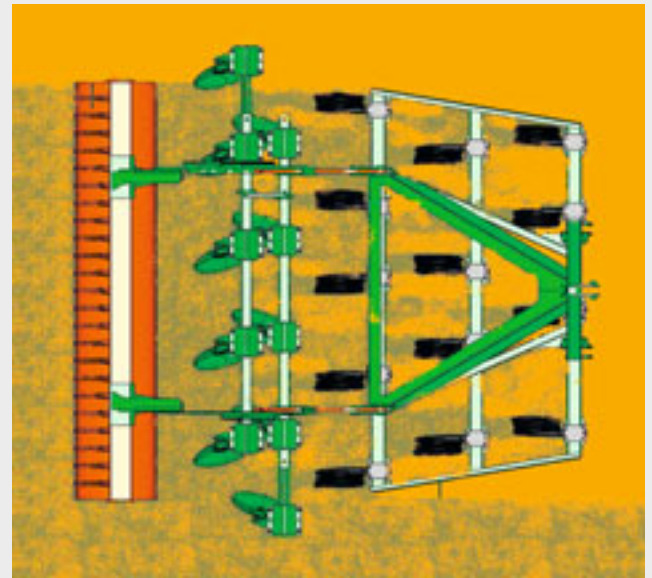


Abb. 5b: Gleichmäßige Stroheinarbeitung durch einen Grubber mit drei oder vier Balken

Übersicht: C-Mix-Scharsystem – Für jedes Einsatzspektrum den richtigen Schartyp.

		C-Mix-Gänsefußschar mit Leitblech		C-Mix-Scharspitze mit Leitblech			C-Mix-Scharspitze mit Leitblech		C-Mix-Schar	
Variante		C-Mix-Schar	C-Mix-Clip	C-Mix-Schar	C-Mix-Clip	mit C-Mix-Flügelschar 350 mm*	C-Mix-Schar*	C-Mix-Clip	mit C-Mix-Flügelschar 350 mm*	C-Mix-Schar*
Scharbreite		320 mm		100 mm			80 mm		40 mm	
Arbeitstiefe	0 bis 5 cm	+		-		o	-		o	-
	6 bis 10 cm	++		-		+	-		+	-
	11 bis 15 cm	o		++		++	++		++	o
	16 bis 20 cm	o		++		o	++		o	+
	21 bis 30 cm	-		o		-	+		-	++
Lockerung		++		+		++	+		++	++
Einmischung		++		+		++	+		++	-

- weniger gut geeignet o geeignet + gut geeignet ++ sehr gut geeignet

* als HD-Variante erhältlich



Mit 83 cm Rahmenhöhe und einem glattem Rahmenprofil verfügt der Cayron über einen besonders guten Durchgang.

Der Anbau-Volldrehpflug Cayron

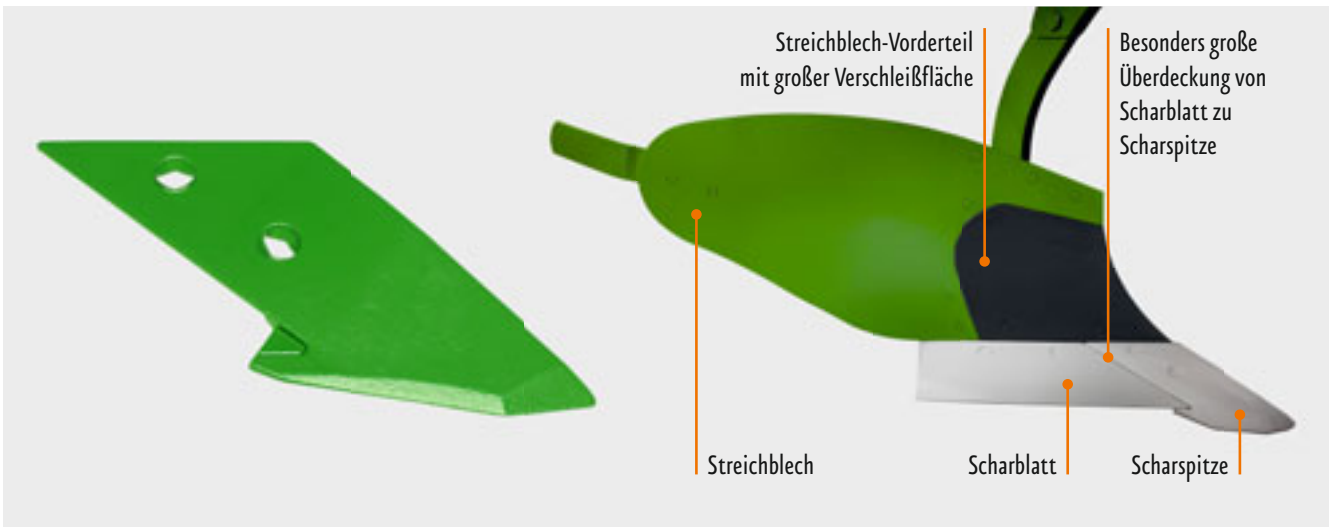
AMAZONE bietet mit dem 5- bzw. 6-scharigen Anbau-Volldrehpflug Cayron 200 eine leistungsfähige Technik für die wendende Bodenbearbeitung an. Mit variablen Schnittbreiten von 30 bis 55 cm und einer groß dimensionierten 130 mm-Hohlwelle in der Wendeachse ist der Cayron für den Einsatz hinter Traktoren bis 290 PS ausgelegt.

Insbesondere für ein sauberes Pflugbild ist es wichtig, dass ein Pflug exakt konstruiert und gefertigt wird und sich auch nach vielen Jahren noch präzise einstellen lässt. Der AMAZONE Cayron verfügt deshalb über einige konstruktive Besonderheiten. So bietet das massive Rechteck-Rahmenrohr (200 x 120 mm) die Gewähr für eine hohe Verwindungssteifigkeit. Dank des hohen Rahmenrohrs, das in der Senkrechten nur eine geringe Elastizität aufweist, ist die Arbeitstiefe vom ersten bis zum letzten Pflugkörper immer gleich.

Ober- und Unterseite des Cayron-Rahmens sind frei von Bohrungen, was die Stabilität und Langlebigkeit verbessert. Mit 83 cm Rahmenhöhe und glattem Rahmenprofil bietet der Cayron zugleich einen besonders guten Durchgang. Die Anbringung der Pflugkörper am Rahmen erfolgt über spezielle Formelemente aus Zapfen und Scheiben, die eine spielfreie Verbindung sicherstellen.



Cayron mit Streifenkörper STU 40



Scharspitze

C-Blade-Universalkörper U 40

Das kombinierte Stütz- und Transportrad ist im Hinblick auf die Umrüstung zwischen Straßen- und Feldposition genial einfach konstruiert. Die seitliche Anbringung des Rads im Bereich innerhalb der Arbeitsbreite ermöglicht ein exaktes Auspflügen an den Feldrändern.

Der Tragbock des Cayron ist mit einer gefederten Unterlenkerachse ausgerüstet, die eine sehr gute Dämpfung

bewirkt und so die Belastung auf das Hubwerk des Traktors deutlich reduziert. Möglich wird dies durch zwei Gelenklager jeweils rechts und links der Tragachse, die alle auftretenden Stöße wirkungsvoll absorbieren. Weiterhin ist die Unterlenkerachse in der Höhe verstellbar, um stets eine optimale Anbauposition der Traktorunterlenker zu ermöglichen. Standardmäßig erfolgt der Anbau an die Traktorunterlenker in der KAT III.

Für alle bekannten Cayron-Pflugkörper bringt AMAZONE eine neu gestaltete Scharspitze. Bei der neuen Scharspitze handelt es sich um ein Schmiedeteil, bei dem die Materialverteilung optimiert und damit die Standzeit und das Einzugsverhalten verbessert wurde. Die neue Spitze ist sowohl in Normal- als auch in gepanzelter Ausführung erhältlich.

Der C-Blade-Universalkörper U 40 hat ein vergrößertes Streichblech-Vorderteil, das den Verschleißbereich vollständig abdeckt. Außerdem hat es eine besonders große Überdeckung von Scharblatt zu Scharspitze. Infolgedessen können Störstoffe wie z. B. Ballenschnüre, Drähte oder Wurzelreste nicht mehr in der Fügestelle hängen bleiben.



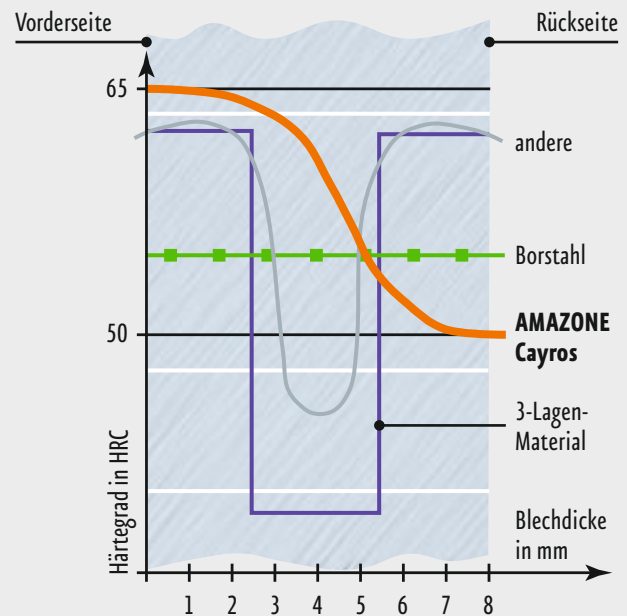

Anbau-Volldrehpflug Cayros

Der Anbau-Volldrehpflug Cayros

Ergänzend zur Baureihe Cayron hat AMAZONE mit den Cayros-Pflügen fünf weitere Typen von Anbaudrehpflügen in verschiedenen Größen und Bauarten von 3 bis 6 Scharen für Traktoren von 60 bis 380 PS im Programm. Die kleinste Baureihe Cayros M umfasst zwei- bis vier-scharige Pflüge für Traktoren bis 120 PS. Die Cayros M kommen auf 78-cm-Rahmenhöhe und einen Körperabstand von 95 bzw. 102 cm. Das Rahmenrohr misst 120 x 100 x 8 mm und die Wendeachse hat einen Durchmesser von 80 mm, bei den Produkttypen mit stufenloser Schnittbreitenverstellung und hydraulischer Steinsicherung sogar 90 mm.

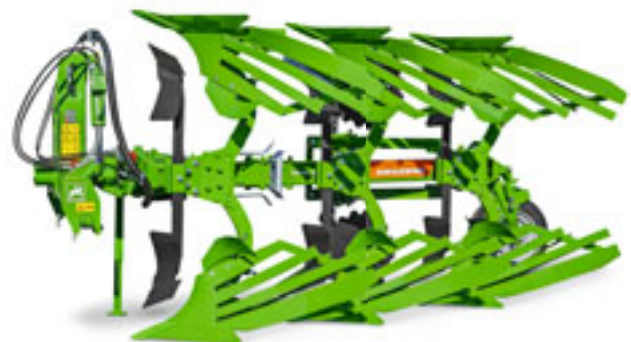
Mit immer stärkeren Baukomponenten warten die nächstgrößeren Produkttypen Cayros XM, XMS und XS für Traktoren bis 140 PS bzw. 200 und 260 PS auf. Die Cayros-XS-pro-Pflüge mit Körperabständen bis 105 cm und Rahmenhöhen bis 90 cm schließen das Programm nach oben hin ab. Diese Pflüge verfügen über 200x150x10 mm starke Rahmenrohre sowie Wendeachsen mit 120 mm Durchmesser. Zu diesen Produkttypen gehören drei Typen mit vier bis sechs Scharen für Traktoren bis 380 PS. Sie sind als Hochleistungspflüge für Großbetriebe und den überbetrieblichen Einsatz konzipiert.

Alle Produkttypen bieten eine breite Ausstattungsvielfalt. So können die Pflüge wahlweise mit einer mechani-



schen oder hydraulischen Schnittbreitenverstellung ausgestattet werden. Bei den Steinsicherungen stehen eine mechanische über Scherschrauben, eine halbautomatische durch Spiralfedern oder eine vollautomatisch hydraulische Variante zur Auswahl.

Mit acht verschiedenen Pflugkörpern inklusive eines Streifenkörpers bietet das Cayros-Pflugprogramm auch hier eine breite Auswahl und garantiert damit eine perfekte Arbeit bei unterschiedlichsten Bodenverhältnissen. Eines der besonderen Qualitätsmerkmale der Cayros-Streichbleche ist die Wärmebehandlung mit dem ©plus-Härteverfahren, die zu längeren Standzeiten, hoher Schlagfestigkeit sowie einem geringeren Zugkraft-


Cayros XM 3-scharig

Auswahlkriterium		Körperform							
		WY 400	WL 430	WX 400	WX 400 PE	WXL 430	WXH 400	WST 430	UN 400/ UN 430
Einsatzgebiet	Leichter Boden (Sand)	+	+	o	-	o	+	+	++
	Mittlerer Boden	++	++	+	o	+	++	++	+
	Schwerer Boden	++	+	++	+	++	++	+	o
	Sehr schwerer Boden (Ton)	++	o	++	+	++	++	o	-
	Leichter, klebender Boden (Moor)	-	o	o	++	o	+	++	+
	Schwerer, klebender Boden (Klei)	+	+	++	++	++	++	+	o
Arbeitsqualität	Hanglagen	o	++	-	-	o	+	+	-
	Krümelung	+	++	o	o	+	+	++	++
	Furchenräumung	+	++	+	+	++	++	++	+
	Geringer Zugkraftbedarf	++	+	++	++	++	++	+	+
	Bodenwendung	++	++	+	+	++	++	++	++

- weniger gut geeignet o geeignet + gut geeignet ++ sehr gut geeignet

Die Cayros-Pflugkörper

bedarf und reduzierten Kraftstoffverbrauch führt. Außerdem können die Cayros-Pflüge in Abstimmung auf die jeweiligen Einsatzbedingungen mit verschiedenen Vor- und Arbeitswerkzeugen sowie Scheibensechen in unterschiedlichen Durchmessern ausgestattet werden.

Dank der intelligenten Ausgestaltung als vielseitiges Baukastensystem lässt sich mit den Cayros-Anbaudrehpflügen eine Vielzahl an Pflugvarianten darstellen. Das ermöglicht eine kompromisslose Abstimmung auf die jeweiligen Anforderungen.

Der Aufsatteldrehpflug Hektor

AMAZONE bietet außerdem den Aufsatteldrehpflug Hektor mit 6 bis 8 Scharen für Traktoren bis 257 kW/350 PS an. Ausgestattet mit einem robusten Rahmen in der Dimension 150 x 150 x 12 mm und einer mechanischen Schnittbreitenverstellung in vier Stufen von 36 bis 48 cm je Körper steht der Hektor für eine einfache Handhabung sowie hohe Einsatzsicherheit auf Großflächen. Sein Körperlängsabstand von 100 cm sowie die Rahmenhöhe von 82 cm sichern das verstopfungsfreie Arbeiten auch bei größeren Mengen an Ernterrückständen. Dank einer übersichtlichen und einfachen Pflugeinstellung lässt sich überall ein optimales Pflugbild erreichen.

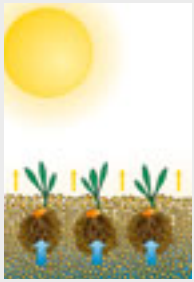
Hektor-Aufsatteldrehpflug im Praxiseinsatz





Kreiselgrubber und Aufbausämaschine.

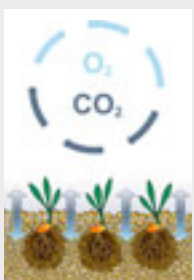
Abb. 7: Arbeitsweise der aktiven Säkombination: Stroheinmischung, Saatbettbereitung und Saat in einem Arbeitsgang



Bei großer Trockenheit erreicht das Kapillarwasser den Keimling.



Große Niederschlagsmengen versickern in den ungewalzten, losen Bereichen.



Gasaustausch im lockeren Boden – die Wurzeln können atmen.



Rollenstriegel
oder Exaktstriegel

RoTeC-Control-
Schare

Keilringwalze

Planierbalken

Kreiselgrubber

Die Saat mit Kreiselgrubber-Säkombinationen, Cirrus, Citan oder Zinkenschar-Sämaschinen

Sämaschinen oder Säkombinationen müssen die Saat im Stroh-Boden-Gemisch exakt in einer gewünschten Tiefe platzieren können. Im Folgenden werden zwei unterschiedliche Verfahrensvarianten vorgestellt: 1. Kreiselgrubber-Säkombinationen und 2. Solo-Sämaschinen.

Durch die Kombination von Kreiselgrubber, Walze und Sämaschine wird der stroheinmischende mit dem saatbettbereitenden Arbeitsgang gekoppelt. Die Vorteile:

1. Die Grundbodenbearbeitung kann vorher mit geringerem Aufwand durchgeführt werden.
2. Die Qualität der Stroheinmischung kann weiter verbessert werden. Bei großen Strohmenge und für den Fall, dass Getreide nach Getreide angebaut wird, wirkt sich Letzteres immer positiv auf den Ertrag aus. AMAZONE bietet als Kombinationsmaschinen den Kreiselgrubber mit Anbau- bzw. Aufbausämaschinen oder die Fronttankkombination Avant mit bis zu 6 m Arbeitsbreite an.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist der kombinierte Einsatz von Zapfwellenmaschine, Walze und Sämaschine dann richtig und sinnvoll, wenn die Saat zum optimalen Saatzeitpunkt erfolgen kann. Da diese Kombinationen langsamer fahren als Solo-Sämaschinen, müsste man die Flächenleistung mit zunehmender Betriebsgröße durch größere Arbeitsbreiten und stärkere Traktoren erhöhen. Dies ist jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze möglich.

So erfolgt die Verfahrensumstellung auf eine schneller fahrende Solo-Sämaschine fast immer dann, wenn die Bestellarbeit nicht mehr durch eine Arbeitskraft zu den optimalen Terminen auf der gesamten Betriebsfläche möglich ist. Diese Grenze liegt je nach den betrieblichen Gegebenheiten zwischen 500 ha und 700 ha.

Kommt oberhalb dieser Grenze eine Solo-Sämaschine zum Einsatz, müssen die Böden schon vor der eigentlichen Saat fertig vorbereitet sein. Dafür kann dann aber die Särarbeit mit maximaler Flächenleistung erfolgen. Um hier bei ausreichender Saateinbettungsqualität die Flächenleistung durch schnellere Fahrgeschwindigkeiten erhöhen zu können, sind spezielle Schar-Systeme erforderlich.



AMAZONE Bestellkombinationen kommen sowohl nach wendender als auch nach nichtwendender Bodenbearbeitung zum Einsatz. Je nach Einsatzfall gibt es unterschiedliche Sämaschinen-Konzepte:

Die angebotenen Alleskönner-Kombinationen

AMAZONE Bestellkombinationen haben sich sowohl bei der kostengünstigen Mulchsaat, ob mit oder ohne vorhergehender Lockerung, aber auch bei der konventionellen Pflugsaat tausendfach bewährt. Der Kreiselgrubber KG lockert auch harte, feste Böden, er hält dabei die Arbeitstiefe, weil die Zinken „auf Griff“ stehen, und gleichzeitig mischt er das Stroh ein. Dank großer Freiräume zwischen den Zinken kann das Stroh-Boden-Gemisch die Maschine auch oberhalb der Werkzeugträger problemlos passieren. Der nachfolgende Planierbalken beseitigt Wälle und Furchen.

Das Roller Drill System RDS bürgt für die exakte Abstimmung des Zusammenspiels von Keilringreifenwalze, RoTeC-Control-Rollscharen und Exakt- oder Rollenstriegel. Die Keilringwalze rückverfestigt den Boden streifenweise entlang der Saatfurchen. In diesen glatten Spuren laufen die Rollschare RoTeC-Control besonders ruhig und können dabei sehr exakte Furchen ziehen, bevor sie das Saatgut auf dem rückverfestigten Furchenboden ablegen.

Auf die Schare folgen der Rollenstriegel oder der Exaktstriegel, die das Saatgut mit losem Boden zudecken bzw. bei Einsatz des Rollenstriegels zusätzlich andrücken. Dabei lässt sich der Druck des Rollenstriegels unabhängig vom Schardruck verstellen, bei Bedarf kann der Rollenstriegel sogar komplett ausgehoben werden.



Mechanische Anbausämaschine D9



Mechanische Aufbausämaschine AD



Mechanische Aufbausämaschine Cataya



Pneumatische Aufbausämaschine AD-P



Pneumatische Aufbausämaschine Centaya



Pneumatische Fronttank-Säkombination Avant

Als besonderer Vorteil der RoTeC-Control-Einscheibenschare, die mit bis zu 35 kg Schardruck beaufschlagt werden können, erweist sich die seitlich an jedem Säschar angebaute Tiefenführungsscheibe Control 10 mit 10 mm oder die Tiefenführungsrolle Control 25 mit 25 mm breiter Aufstandsfläche. Da diese Scheiben direkt neben den Säscharen laufen, ermöglichen sie eine sehr präzise Tiefenführung (siehe Abb. 8).

Neben dem RoTeC-Control-Einscheibenscharsystem bietet AMAZONE die TwinTeC-Doppelscheibenschare an. Bei einem Schardruck von bis zu 60 kg/Schar laufen auch diese Schare sehr ruhig durch den Boden und legen das Saatgut präzise ab.

Die Ablagetiefe wird über parallelgeführte Tiefenführungsrollen, die einzeln hinter jedem TwinTeC-Schar angeordnet sind, bestimmt und kann unabhängig vom Schardruck zentral für alle Schare von 0 bis 6 cm eingestellt werden. Dank des großen Scharschrittes von 195 mm und der Anbindung der Tiefenführungsrolle durch einen obengeführten Rollenträger bleibt viel

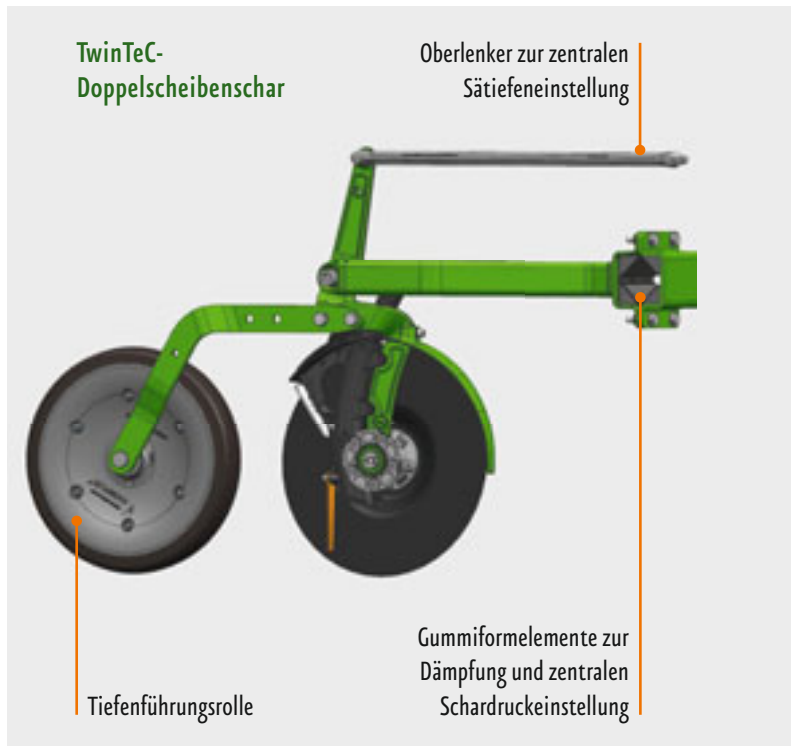
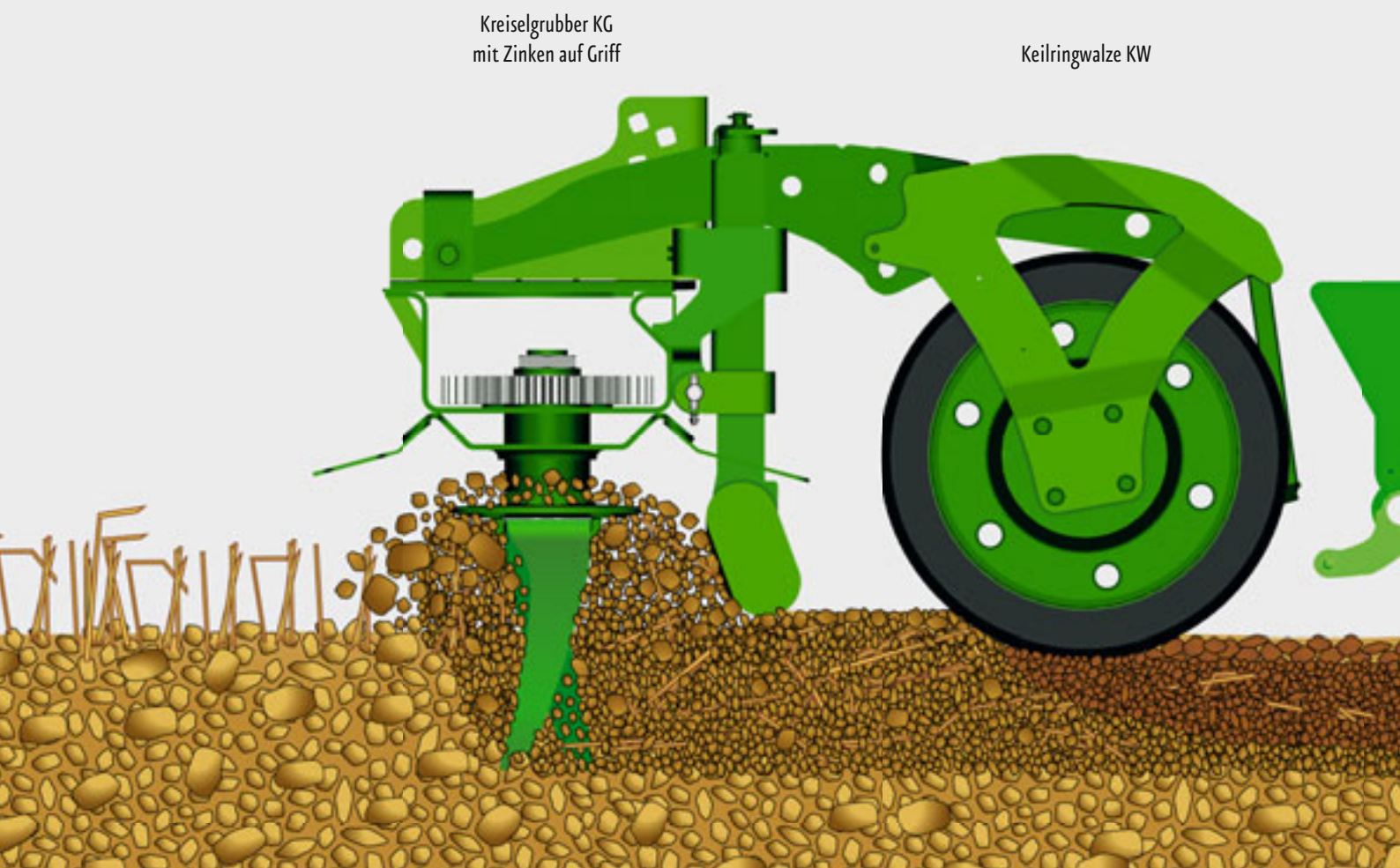


Abb. 8: Funktionsaufbau bei einer Keisringwalber-Kombination: Präzise walzen mit der Keilringwalze, präzise säen mit dem Einscheibenschar RoTeC-Control und flexibel einbetten mit Exakt- oder Rollenstriegel.



Freiraum für ein verstopfungsfreies Arbeiten. Aufgrund des geringen Anstellwinkels der Säescheiben von 10° ist der Durchgang auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und Ernterückständen hervorragend. Optional lieferbare Abstreifer an der Tiefenführungsrolle sorgen auch unter feuchten und klebrigen Bedingungen zuverlässig für die jeweils gewünschte Ablagetiefe.

Die Tiefenführungsrollen gibt es als zwei Varianten. Während sich die Ausführung Control 50 mm insbesondere für den Einsatz auf schweren, tragfähigen Böden eignet, bietet die Tiefenführungsrolle Control 65 mm insbesondere auf leichteren Standorten eine höhere Tragfähigkeit.

Da alle Schare in einem parallelogrammgeführten Rahmen aufgehängt sind, ist eine zentrale und stufenlose Einstellung des Schardruckes möglich, optional auch als hydraulische Schardruckverstellung. Mit hydraulischer Scharaushebung können die Schare um bis zu 145 mm ausgehoben werden, sodass das Vorgewende ohne ein Mitlaufen der Schare vorgearbeitet werden kann. Außer-

dem besteht die Möglichkeit, den Schardruck z.B. im Bereich der Traktorräder durch weitere Zugfedern noch einmal um 6 kg zu erhöhen.

Um einen reibungslosen Scharlauf zu gewährleisten, verfügen die Doppelscheibenschare über Innenabstreifer. Sie sind optional auch als Hartmetallabstreifer z.B. für sehr bindige lehmige Böden erhältlich.

Für die abschließende Einebnung der Bodenoberfläche gibt es zwei Alternativen: Wahlweise einen Exaktstriegel oder einzeln an den Scharen befestigte Striegel. Der Exaktstriegel passt sich dank einzeln schwenkbar gelagerter Striegelelemente allen Bodenunebenheiten an und bewirkt eine gleichmäßige Saatgutbedeckung. Der Striegeldruck wird mechanisch zentral eingestellt. Als Sonderausüstungen gibt es einen hydraulischen Striegelaushub und eine hydraulische Striegeldruckverstellung, die sich in Verbindung mit der hydraulischen Schardruckverstellung automatisch anpasst.

Einscheibenschar RoTeC-Control mit Tiefenführungsrolle Control 25 oder Tiefenführungsscheibe Control 10

Rollenstriegel



RDS
Roller Drill System



Die Cirrus bearbeitet und ebnet den Boden mit einem zweireihigem Scheibeneggen-Segment.

Die gezogenen Cirrus-Säkombinationen

Die Palette der Baureihe Cirrus umfasst mehrere Typen von 3 m bis 6 m Arbeitsbreite mit Behältervolumina von 3.000 bzw. 3.600 l. Die Modellvarianten Cirrus 4003, 4003-2C und 6003-2C sind mit einem zweispitzigen, 4.000 l fassenden Drucktank für eine Single-Shoot-Düngerdosierung ausgerüstet. Mit der Cirrus 3003 Compact bietet AMAZONE ein besonders wendiges Modell für kleinere Strukturen an.

Zu den entscheidenden Neuerungen der Baureihe Cirrus zählt u.a. die Bereifung der Packerwalze, die gleichzeitig als Fahrwerk dient. Sie besteht aus neu entwickelten Matrix-Reifen mit jeweils 400 mm Breite und einem

Durchmesser von 880 mm. Mit dieser Bereifung sind die Maschinen in Deutschland für den 40 km/h-Straßentransport bei vollem Tank zugelassen. Für Betriebe, die keine Kapazitäten für eine Feldrandbefüllung vorhalten können, bedeutet dies eine deutliche Leistungssteigerung.

Zugleich verfügen die neuen Matrix-Reifen über ein spezielles Längs- und Querprofil. Die Kombination aus neuem Profil und hohem Reifendurchmesser reduziert den Rollwiderstand bei der Feldarbeit und damit auch den Zugkraftbedarf. Gleichzeitig führt das Längsprofil der Reifen zur streifenweisen Rückverfestigung des Bodens; die schmalen Querstege des Profils hingegen sorgen

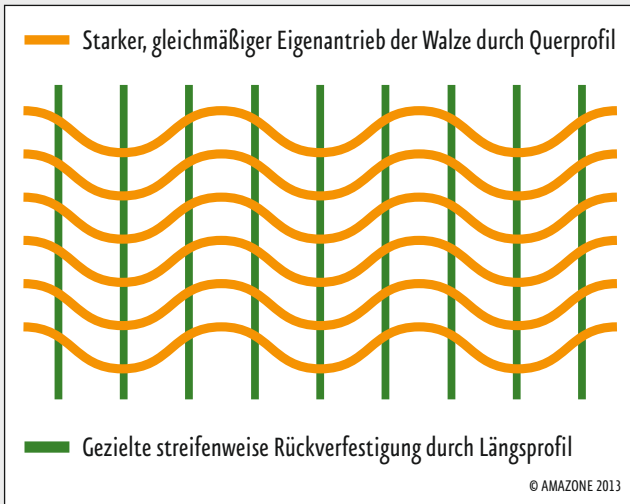


Mit der Cirrus 3003 Compact bietet AMAZONE ein besonders wendiges Modell für kleinere Strukturen an.



Sowohl die Cirrus- als auch die Citan-Sämaschinen können in kürzester Zeit auf 3 m Transportbreite zusammengeklappt werden.

Zu den entscheidenden Neuerungen der Baureihe Cirrus 03 zählen die Matrix-Reifen der Packerwalze.

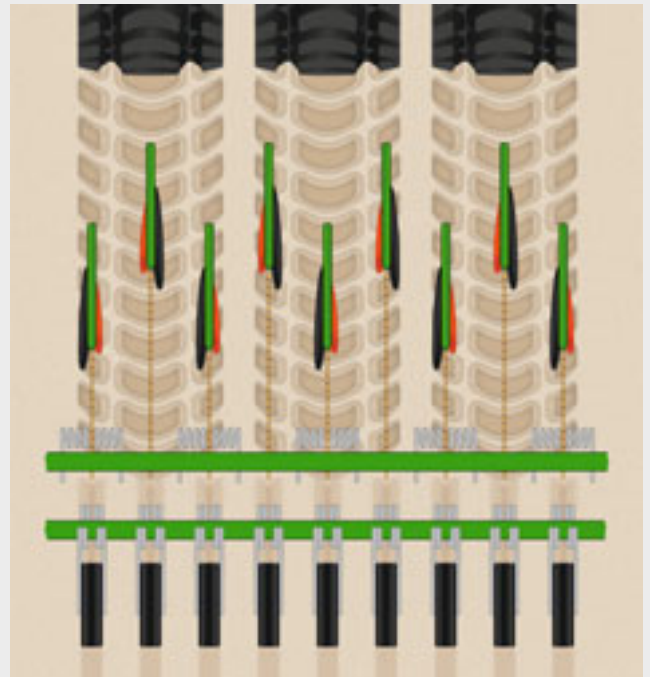


Prinzip Matrix

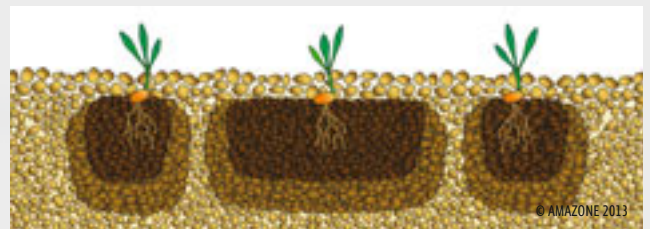


Matrix-Reifen:
Dank der stark federnden, radialen Bauweise stützt sich das Profil der Matrix-Reifen nahezu gleichmäßig über alle Reihen auf dem Boden ab und schafft gleiche Wachstumsbedingungen.

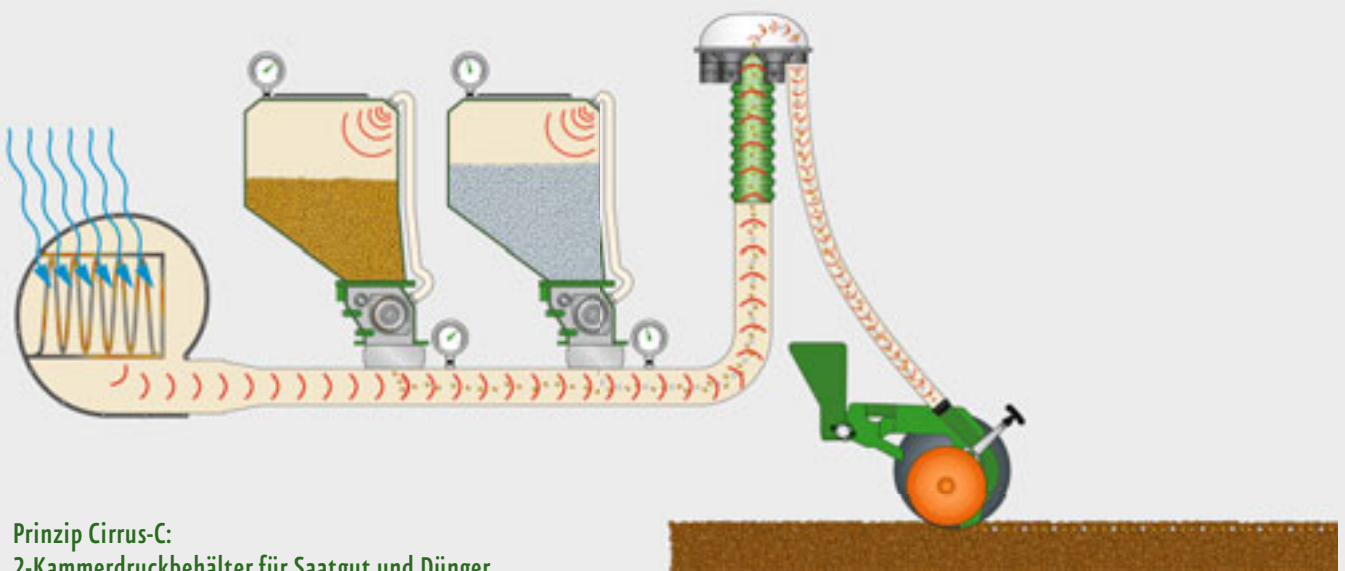
Streifenweise Rückverfestigung mit den Matrix-Reifen.



Reihenabstand 16,6 cm



Pflanzen im Reihenabstand von 16,6 cm



Prinzip Cirrus-C:
2-Kammerdruckbehälter für Saatgut und Dünger



Großflächen-Säkombination Cirrus 4003-2.

dafür, dass mehr Feinerde für die anschließende Bedeckung der Saat zur Verfügung steht. So entsteht eine heterogene Bodenoberfläche, die optimale Wachstumsbedingungen für alle Pflanzen schafft. Die Radialreifen – mit serienmäßig 3,5 bar Reifendruck – verfügen dank ihrer Bauart über eine sehr gute Selbstreinigung; Abstreifer sind deshalb nicht erforderlich.

Als Alternative für Standorte mit weniger sensiblen Keimbedingungen bietet AMAZONE AS-Diagonalreifen mit der Größe 15.0/55-17 an. Dank kurzer Stollen ist der Rollwiderstand auch bei diesen Reifen sehr gering.

Das vorlaufende Scheibenfeld der Cirrus-Modelle verfügt über stärker angestellte, gezackte Scheiben, die

RoTeC pro-Schar: Das universelle Einscheibenschar



Säuscheibe

Tiefenführungsrolle Control 25

Furchenformer

RoTeC pro-Schar (Ø 400 mm) hier mit Tiefenführungsrolle Control 25:
Die rückwärtig geöffneten Lamellen sorgen für eine sehr gute Eigenreinigung.

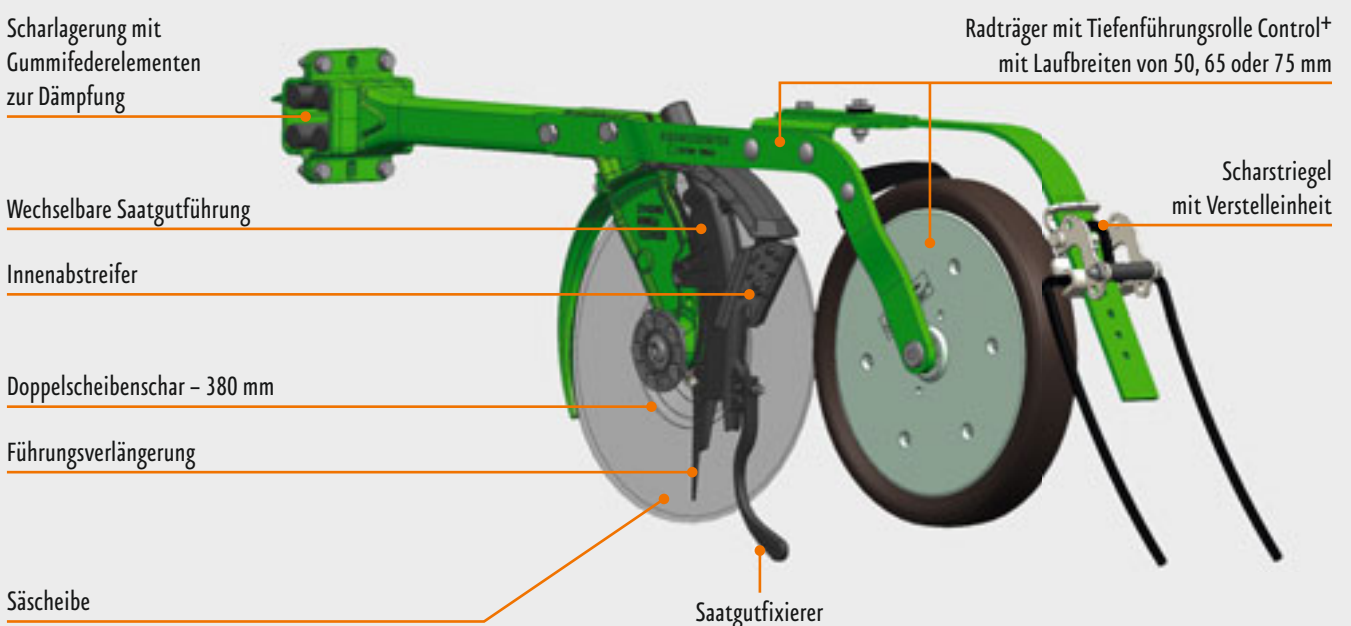
für eine gute Durchmischung des Bodens sorgen. Die Arbeitstiefe dieser Einheit kann der Fahrer aus der Traktorkabine heraus hydraulisch verstellen. Als Option bietet AMAZONE außerdem ein hydraulisch verstellbares Crushboard an, das den Boden vor dem Scheibenfeld einebnet.

Dosierung und Verteilung des Saatgutes erfolgen bei allen Cirrus-Modellen über ein hydraulisch angetriebenes Gebläse. Die Dosierköpfe ermöglichen je nach Fahrgassenrhythmus eine halbseitige Abschaltung. Zugleich sichert das Roller Drill System RDS mit RoTeC pro-Scharen, Tiefenführungsrollen Control und einem direkt an den Scharen wirksamem Druck von 55 kg auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten einen ruhigen Lauf der Schare und eine entsprechend gleichmäßige Sätiefe.

Wie die Säkombinationen mit aktiv angetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten können auch die Cirrus-Säkombinationen mit zwei verschiedenen Scharsystemen ausgerüstet werden. Hier stehen die RoTeC pro-Einscheibenschare und die TwinTeC⁺-Doppelscheibenschare zur Wahl. Mit RoTeC pro-Einscheibenscharen, die bei Reihenabständen von 12,5 oder 16,6 cm mit bis zu 55 kg Schardruck gefahren werden, spielt die Cirrus ihre Stärken insbesondere auf bindigen Böden aus.

TwinTeC⁺-Doppelscheibenschare kommen mit einem Schardruck von bis zu 100 kg sowie durch ihre gute Schneidwirkung auch mit harten und klutigen Bedingungen im Saatbett sehr gut zurecht. Dank einer innovativen Schardruckverstellung im Ölumlauflauf bleibt der Schardruck auch in stark kuppigem Gelände konstant, sodass die jeweils eingestellte Sätiefe sicher gehalten wird. Die Ausrüstung mit TwinTeC⁺-Doppelscheibenscharen gibt es für 16,6 cm Reihenabstand.

TwinTeC⁺-Schar: Das leistungsfähige Doppelscheibenschare (Schnittbild).



Das Konzept einer gezogenen Säkombination

- ① **Behälterposition:** Die optimierte Position des Saatgutbehälters gewährleistet eine verbesserte Traktortraktion und viel Raum für enge Wendemanöver. Der Füllstand des Behälters hat keine Auswirkungen auf die Ablagetiefe des Saatgutes.
- ② **Dosierung:** Schnell tauschbare Dosierwalzen sorgen mit einem leisen und leistungsfähigen Gebläse für eine gleichmäßige Förderung des Saatgutes zum Verteilerkopf auch bei höchsten Sägeschwindigkeiten. Die Wegimpulse werden über Radar ermittelt. Bei Bedarf ist der Tank mittels Schieber von der Dosierung zu trennen um die Dosierwalze auch bei gefülltem Tank zu wechseln.
- ③ **Arbeitskomfort:** Servicesteg über dem Scheibenfeld sorgen für ein komfortables Erreichen des Dosierers und des Verteilerkopfes.

- ④ **Lockerung:** Zwei Traktorspurlockerer pro Seite sorgen für eine effektive Lockerung des Bodens nach dem Traktor.
- ⑤ **Einebnung:** Vor oder hinter dem Scheibenfeld kann ein hydraulisch einstellbares Crushboard für die Einebnung des Bodens angebaut werden.
- ⑥ **Saatbettbereitung:** Das Scheibenfeld mit wartungsfreien, speziell angewinkelten Scheiben liefert ein hervorragend bearbeitetes und eingeebnetes Saatbett. Die Arbeitstiefe kann während der Arbeit hydraulisch angepasst werden.



- ⑦ **Rückverfestigung:** Eigens entwickelte Matrix-Reifen verfestigen das Saatbett streifenweise. Genau in diesen definierten Streifen folgt das Säschar auch bei hohem Tempo sehr lauffähig.
- ⑧ **Einebnung:** Dammräumer zwischen den Reifen ermöglichen ein ebenes, gleichmäßiges Arbeitsbild. Alternativ sind Abstreifer erhältlich, die ein Zusetzen der Reifen unter extremen Bodenverhältnissen vermeiden.
- ⑨ **Saatgutablage:** Dank der zwei verschiedenen Scharsysteme RoTeC pro und TwinTeC⁺ wird je nach Anforderung eine optimale Saatgutablage erreicht. Durch das universelle RoTeC pro-Einscheibenschar-System bewährt sich die Cirrus auch bei extrem feuchter Witterung. Das leistungsfähige TwinTeC⁺-Doppelscheibenschar ist sehr robust und arbeitet äußerst präzise.
- ⑩ **Saatleitungsüberwachung:** Ein weiteres sinnvolles Assistenzsystem ist die optionale Saatleitungsüberwachung, die Blockaden am Schar und in der Leitung sofort erkennt. Direkt hinter dem Verteilerkopf kontrollieren Sensoren in den Saatschläuchen den Saatgutfluss. Geschaltete Fahrgassen werden vom System automatisch erkannt. Insbesondere bei langen Arbeitstagen ist die Überwachung eine elegante Möglichkeit, das Arbeitsergebnis zu kontrollieren.



7

8

9



Großflächen-Sämaschine Citan 12001-C
mit 12 m Arbeitsbreite und 3 m Transportbreite.

Die Großflächen-Sämaschine Citan

Die Großflächen-Sämaschine Citan (8 m, 9 m, 12 m und 15 m Arbeitsbreite) kommt überall dort zum Einsatz, wo im Zuge konservierender oder konventioneller Ackerbauverfahren besonders hohe Flächenleistungen erforderlich sind. Da diese Solo-Sämaschine über keinerlei Vorwerkzeuge verfügt, muss vor ihrem Einsatz eine mehr oder weniger intensive Bodenbearbeitung im getrennten Arbeitsgang mit großer Kompaktscheibenegge, Grubber oder Pflug erfolgen. Das absetzige Verfahren, die großen Arbeitsbreiten und die hohen Arbeitsgeschwindigkeiten führen zu einer weiteren, enormen Steigerung der tatsächlichen Säleistung – ein wichtiges Argument für Großbetriebe. So schafft die Citan Arbeitsgeschwindigkeiten, die je nach Bedingungen zwischen 10 und 20 km/h liegen. Als Faustregel für die Flächenleistung gilt ca. ein Hektar pro Stunde und Meter Arbeitsbreite. Zugleich beträgt der Kraftstoffverbrauch nur 2,8 l/ha (Messungen DLG-Testzentrum) und der Zugleistungsbedarf ca. 25 PS pro Meter Arbeitsbreite.

Schafft besonders hohe Flächenleistungen – die Citan mit Düngereinrichtung und bis zu 15 m Arbeitsbreite.



Die Citan 12001-C und 15001-C bieten die Möglichkeit, zusammen mit dem Saatgut auch eine Düngergabe in der Saarfurche abzulegen. Deshalb ist der Behälter zweigeteilt und lässt sich zu 2/3 mit Saatgut und 1/3 mit Dünger oder einer zweiten Saatgutsorte beladen. Ist eine Aufteilung des Tanks nicht erforderlich, wird der Behälter komplett mit einer Saatgutsorte befüllt. Die Dosierung erfolgt über Vario-Getriebe, die jeweils Aussaatmengen von 2 bis 400 kg/ha dosieren können.

Trotz des hohen Arbeitstempos ist die Qualität der Saatgutablage sehr gut. So sichern auch bei der Citan-RoTeC⁺-Schare und Tiefenführungsrollen Control 25 eine hohe Laufruhe bei absolut exakter Tiefenbegrenzung. Für die optimale Einbettung der Saat stehen Exaktstriegel oder Rollenstriegel, letzterer mit verstellbarer Andruckintensität, zur Verfügung.



Zweigeteilter Behälter bei der Citan 12001-C und 15001-C.



Für den Einsatz auf Trockenstandorten können die Citan-Sämaschinen mit einem Rollenstriegel ausgerüstet werden.

Sämaschinen mit Zinken- und Meißelscharen

Für Verfahren mit extrem reduzierter Bodenbearbeitung, aber auch für die Direktsaat in den kontinentalen Regionen empfiehlt AMAZONE den Einsatz von Sämaschinen, die mit speziellen Zinkenscharen ausgerüstet sind. Diese Empfehlung gilt auch für die Ausaat bei besonders schwierigen Bodenverhältnissen, z.B. für extrem harte Böden oder Böden mit hohem Steinbesatz. AMAZONE bietet mit der Primera DMC, der Condor und der Cayena drei verschiedene Maschinen an, die jeweils für unterschiedliche Einsatzschwerpunkte konzipiert sind. Gemeinsames Merkmal aller Maschinen ist, dass mit Hilfe der Zinken- bzw. Meißelschare, die das Saatgut unterhalb der Ernterückstände ablegen, ein besonders guter Saat-Boden-Kontakt entsteht, was optimale Auflaufbedingungen schafft. Diese Schare zeichnen sich darüber hinaus durch ihre schmale Form aus: Das reduziert die Bodenbewegung und damit Bodenfeuchtigkeitsverluste auf ein Minimum. Auch der Zugkraftbedarf ist gering. Weitere Merkmale aller Maschinen sind die gute Bodenadaptation der Schare, außerdem die Eigenschaft, dass sie ein sehr breites Spektrum an Kulturen säen können.

Primera DMC für Direkt- und Mulchsaatverfahren.

Die Primera DMC mit wahlweise 3 m, 4,5 m, 6 m, 9 m oder 12 m Arbeitsbreite lässt sich universell für Direkt- oder Mulchsaatverfahren, aber auch für die Saat nach konventioneller Bodenbearbeitung einsetzen. Sie arbeitet mit parallelogrammaufgehängten AMAZONE Meißelscharen im Reihenabstand von 18,75 cm. In der Tiefe geführt werden die Meißelschare über jeweils links und rechts hinter jedem Schar angeordnete, schräg angestellte Bügelrollen. Diese Bügelrollen führen das Schar auch bei hohen Sägeschwindigkeiten sicher in der Tiefe. Zugleich reflektieren sie den vom Meißelschar schräg nach hinten und seitwärts geworfenen Erdstrom zurück auf die Säfurche, die somit auch bei sehr feuchten Bodenverhältnissen zuverlässig mit losem Boden geschlossen wird.

Die Schareinheiten sind vierreihig und versetzt zueinander an Längstraversen angeordnet, sodass sich zwischen den Scharen ein schräg verlaufender „Tunnel“ von ca. 75 cm Breite ergibt. Das erlaubt zum einen den relativ geringen Scharabstand von 18,75 cm und verhindert gleichzeitig Verstopfungen durch Ernterückstände.

Die Saat auf steinigem Böden ist dank Revomat-Steinsicherung kein Problem. Optional kann man mit der Primera DMC Saatgut und Dünger gleichzeitig ablegen. Die Maschine arbeitet bis zu 18 km/h schnell und zeichnet sich durch Leichtzügigkeit, ein breites Einsatzspektrum und hohe Schlagkraft aus.





TineTeC-Schar

Die Cayena ist mit TineTeC-Scharen ausgerüstet und eignet sich vor allem für die Aussaat auf harten und steinigem Böden.



ConTeC-Schar

Die Condor für die Direktsaat bei trockenen Bodenverhältnissen und großen Flächenstrukturen.

Die 6 m breit arbeitende Sämaschine Cayena eignet sich vor allem für die Aussaat auf harten und steinigem Böden in trockenen Regionen, unabhängig davon, ob vorher eine Bodenbearbeitung erfolgte oder im Direktsaatverfahren gearbeitet wird. So ist die Cayena z.B. auf Standorten in Mittel- und Südeuropa, die von Kalksteinverwitterungsböden geprägt sind, die ideale Maschine. Sie ist mit speziellen TineTeC-Scharen (16,6 cm Reihenabstand) ausgerüstet, die das Saatgut sauber in der Rille ablegen. Die Rückverfestigung erfolgt über eine Keilringreifenwalze die das Saatbett streifenweise, genau und exakt über dem abgelegten Saatgut andrückt.

Die Anpassung der am Hauptrahmen angeordneten Schare an die Bodenkontur erfolgt über Gummifeder-elemente, die zugleich als Überlastsicherung dienen. Der Zugkraftbedarf der Cayena, die bis zu 15 km/h schnell arbeiten kann, ist gering.

Mit der Cayena 6001-C bietet AMAZONE auch eine Düngerausstattung an. Bei dieser Maschine ist der 4.000 l fassende Behälter im Verhältnis 60:40 in zwei Kammern aufgeteilt und mit zwei elektrischen Dosierern ausgestattet. Beide Kammern können wahlweise mit Saatgut oder Dünger befüllt werden. Um auch bei hohen

Fahrgeschwindigkeiten große Mengen von Saatgut und Dünger auszubringen zu können, steht der Saatgut- und Düngerbehälter unter Druck.

Die Condor mit 12 m oder 15 m Arbeitsbreite ist speziell für die Direktsaat bei trockenen Bodenverhältnissen sowie großen Flächenstrukturen konzipiert. Parallel zur Saatgutablage erfolgt bei dieser Maschine eine Düngergabe in den Säschlitz (2/3 Saatgut + 1/3 Dünger).

Die nur 12 mm breiten ConTeC-Schare der Condor stehen mit jeweils einem nachlaufenden Packerrad in Verbindung; das ermöglicht eine optimale Anpassung der Schare an Bodenunebenheiten sowie eine korrekte Tiefenführung. Über das Packerrad erfolgt zugleich eine Rückverfestigung, die für den Bodenschluss des Saatgutes sorgt. Die Schare sind dreibalkig und mit 25 cm oder wahlweise 30 cm Abstand zueinander angeordnet. Diese Anordnung sowie die Rahmenhöhe von 80 cm ermöglichen auch bei sehr großen Strohmenzen bzw. einer ungünstigen Strohverteilung verstopfungsfreies Arbeiten. Mit der 15 m breiten Condor z.B. lassen sich bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 9 bis 10 km/h Tagesleistungen (13 h) von 150 ha realisieren.



Die ED-Einzelkorn-Sämaschinen bietet AMAZONE mit Arbeitsbreiten von 3 m bis 6 m an.



ED 6000-2C Super mit Düngertank, 8 Reihen und 6 m Arbeitsbreite.

Die Einzelkornsaat mit ED und EDX

Mit den ED-Einzelkorn-Sämaschinen in Arbeitsbreiten von 3 m bis 6 m bietet AMAZONE professionelle und leistungsfähige Maschinen an, die vor allem im überbetrieblichen Einsatz einen hervorragenden Ruf genießen. Sie zeichnen sich einerseits durch ihre robuste Bauweise sowie die einfache und bequeme Bedienung aus, andererseits überzeugen sie durch große Ablagegenauigkeit, Zuverlässigkeit und Wertbeständigkeit.

Je nach Einsatzschwerpunkt stehen für die ED verschiedene Säaggregate zur Verfügung, darunter das Contour-Säaggregat, welches sich sowohl für die Be-

stell-, Mulch- und je nach den Bedingungen auch für Direktsaat eignet. Dieses Aggregat schafft eine Säfurche, die nahezu frei von organischem Material ist. Weil das Sächar die Räumtische unterschneidet, wird eine gut rückverfestigte, keilförmige Furche ausgebildet. Das schafft optimale Voraussetzungen für eine gute Ablage und hohen Aufgang.

Eine besonders schlagkräftige Lösung für die Aussaat von Mais, Raps und Sonnenblumen stellen die EDX-Einzelkorn-Sämaschinen dar. Mit Arbeitsgeschwindigkeiten bis 15 km/h schaffen diese Maschinen Flächenleistungen, die um bis zu 50% höher liegen als bei herkömmlichen Einzelkorn-Sämaschinen. Das EDX-Pro-

Einzelkorn-Sämaschine EDX 9000-T mit 12 Reihen und 9 m Arbeitsbreite.



gramm umfasst 3 Dreipunktanbaumaschinen mit 6 m Arbeitsbreite sowie zwei gezogene Maschinen mit 6 m bzw. 9 m Arbeitsbreite.

Das Herz der Maschinen ist das Xpress-Kornvereinzelungs- und -Ablagesystem (s. Abb. 9). Dieses System wurde auf der Agritechnica 2007 mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Anstatt der herkömmlichen Saugluft-Vereinzelung kommt beim System Xpress ein Überdrucksystem zum Einsatz, bei dem Kornvereinzelung und Kornablage getrennt voneinander stattfinden. Während die exakte pneumatische Vereinzelung der Körner bis zu acht Reihen über eine zentrale Vereinzelungstrommel erfolgt, befördert das Überdrucksystem die Saatkörner aktiv bis hin zur präzisen Ablage in der Saatsfurche. Dort fängt jeweils eine Kunststoff-Fangrolle die einzelnen Körner auf und drückt sie in der Furche fest.

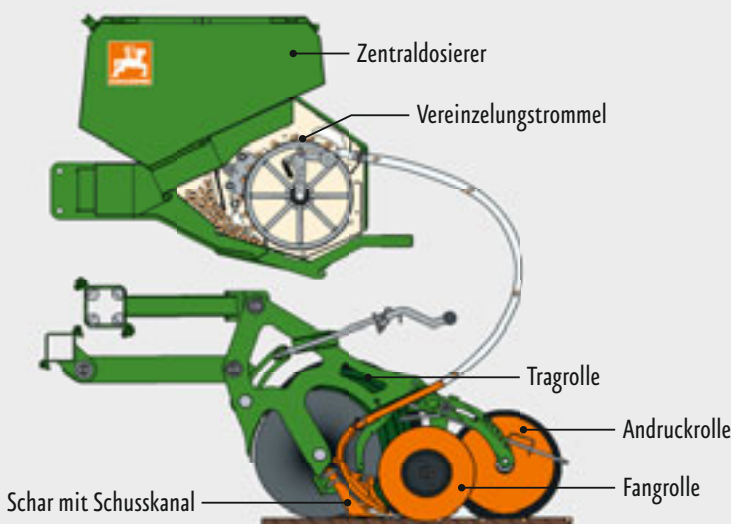
Mit Hilfe zentraler, großer Saatgut- und Düngervorratsbehälter, einer zentralen Abstreiferverstellung sowie einer zentralen hydraulischen Druckverstellung für Dünger- und Säschar hat AMAZONE bei den EDX außerdem die Rüst- und Nebenzeiten entscheidend verringert. Auch der Aufwand für eine manuelle Verstellung der Abstreifer ist deutlich geringer, weil die Verstellung für mehrere Reihen gleichzeitig erfolgt. Als Option gibt es sogar die Abstreiferverstellung über Plus-/Minus-Tasten am AMATRON 3, sodass der Fahrer nicht mehr anhalten und vom Traktor absteigen muss.



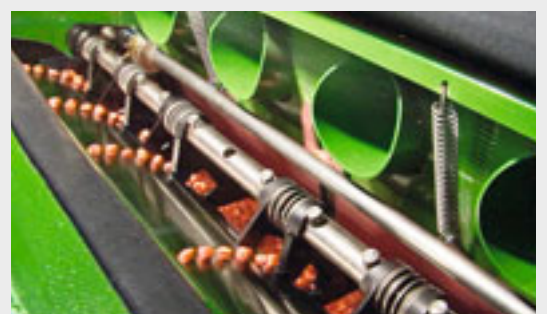
Einzelkorn-Sämaschine EDX 6000-T mit 8 Reihen und 6 m Arbeitsbreite.

Alle EDX-Einzelkorn-Sämaschinen sind für die Pflug-, Mulch- und Direktsaat geeignet. Engsaatausrüstungen sind möglich, sodass sich z.B. die speziellen Anforderungen der Erosionskataster-Gesetzgebung erfüllen lassen. Auf Wunsch werden die Maschinen auch mit Fahrgassen- und Teilbreitenschaltungen geliefert.

Abb. 9: Funktionsschema des neuen Xpress-Kornvereinzelungs- und Ablagesystems



Blick auf die zentrale, rotierende Vereinzelungstrommel des Xpress-Systems.





Düngerstreuer ZA-TS und N-Sensor für die teilflächenspezifische Düngung.

Trends in der Düngetechnik

Die ausgewogene Pflanzenernährung ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil des modernen Ackerbaus. Vor speziellen Düngemaßnahmen gilt es aber, zunächst die Standortverhältnisse im Hinblick auf eine vollständige Nährstoffnutzung durch die Pflanzen zu optimieren, d.h. schon bei Bodenbearbeitung und Saat, aber auch durch Pflanzenschutzmaßnahmen, die Basis für eine optimale Nährstoffaufnahme zu schaffen.

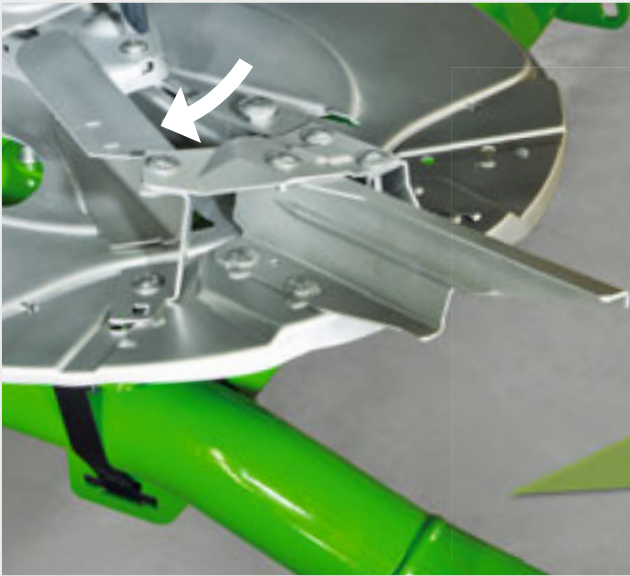
Anbaustreuer wie auch gezogene Streuer bietet AMAZONE seinen Kunden in verschiedenen Leistungsklassen mit Arbeitsbreiten von 10 m bis 54 m sowie Behältergrößen von 500 l bis 10.000 l. Mit dem Soft Ballistic System SBS verfügen alle AMAZONE Streuer über eine Ausrüstung, die den Mineraldünger besonders schonend behandelt. Beim neuen ZA-TS z.B. fällt der Dünger vom langsam drehenden Sternrührwerk über die Auslauföffnung auf den arbeitsbreitenabhängigem Aufgabepunkt im Zentrum der Streuscheibe. Niedrige Scheibendrehzahlen und lange Streuschaufeln ermöglichen es anschließend, das Düngerkorn schonend und gleichmäßig bis zur optimalen Abwurfgeschwindigkeit zu beschleunigen. Daraus ergeben sich genau definierte Flugbahnen, die ein optimales Streubild möglich machen.

Eine **fahrgeschwindigkeitsabhängige Mengenregelung** am Düngerstreuer ist vor allem beim Einsatz hinter Traktoren mit lastschaltbaren Getrieben eine wichtige Eigenschaft, um das volle Leistungspotential

auszunutzen. Eine elektrische Schieberregelung bietet dazu eine rechts und links individuell einstellbare Plus/Minus-Mengenregelung. Die Bedienung dieser Elemente erfolgt in den Ausstattungspaketen „Tronic“ und „Hydro“ über den AMATRON 3, das CCI-100-Terminal oder das AMAPAD.

Mit Hilfe der Wiegetechnik lässt sich auch die Längsverteilung weiter optimieren. Bei den ZA-TS-Streuern hat AMAZONE dafür Wiegezellen in ein Parallelogramm integriert. Das Wiegesystem erkennt in kürzester Zeit Veränderungen des Düngerfließverhaltens und stellt automatisch die neue Schieberöffnung ein, sodass stets die gleichbleibende Menge gestreut wird. Ein optional angebotener Neigungssensor korrigiert die Gewichtsmessung und stellt so auch in Hanglagen eine gleichbleibend hohe Dosiergenauigkeit sicher. Ein Abdrehen ist nicht mehr erforderlich. So spart man Dünger und Zeit und hat fortlaufend alles unter Kontrolle.

Geht es um das Grenzstreuen, so sind Grenzstreuscheiben, die von Hand ausgewechselt und auf die Funktionen Randstreuen, Grenzstreuen oder Grenzgrabenstreuen eingestellt werden, die einfachste Ausrüstungsvariante. Sehr viel komfortabler ist die Grenz- und Randstreuvorrichtung Limiter, die über eine hydraulische Fernbetätigung in den Streufächer hineingeschwenkt wird. Hier muss der Fahrer lediglich für einen Wechsel zwischen den verschiedenen Streufunktionen vom Traktor absteigen. Beim ZA-TS lässt sich die gewünschte Grenzstreufunktion mit Hilfe der Auto-TS-Funktion ohne Arbeitsunterbrechung direkt am Terminal



Grenz- und Randstreuuvorrichtung AutoTS für angebaute Streuer ZA-TS und gezogene Streuer ZG-TS.

einstellen. Das spart Zeit und vereinfacht die Handhabung des Grenzstreuens erheblich.

Hydro-Düngerstreuer mit hydraulischem Streuscheibenantrieb dosieren die Düngermenge unabhängig von der Motordrehzahl und lassen sich z.B. in Kombination mit GPS-Switch bis zu vollautomatischen Streuern ausbauen. Ein Vorteil ist, dass der jeweilige Traktor mit kraftstoffsparenden, niedrigen Drehzahlen gefahren werden kann. Mit einer bis zu 128-fachen Teilbreitenschaltung lässt sich die Düngung außerdem noch exakter an die Gegebenheiten anpassen (s. Abb. 10). Streumengen über Schieberöffnung, Streubreiten über Streuscheibendrehzahl und Position des Einleitsystems können beidseitig individuell verstellt werden.

Systeme für die teilflächenspezifische Stickstoffdüngung sind seit Jahren bekannt. Einige Dienstleistungsunternehmen bieten heute Bodenbeprobungen mit GPS-Unterstützung an. Anhand der Ergebnisse lässt sich eine Applikationskarte erstellen, die als Grundlage zur teilflächenspezifischen Düngung in Kombination mit dem AMATRON 3, dem CCI 100, dem AMAPAD oder anderen ISOBUS-Terminals dient. Mit dieser Methode wird die Nährstoffversorgung ausgeglichen und damit aus Sicht der Pflanzenernährung teilflächenspezifisch optimale Bedingungen für das Pflanzenwachstum geschaffen.

Mit Sensorsystemen lassen sich weitere Ertragspotentiale ausschöpfen. Man nutzt Biomasse, Pflanzenhöhe bzw. Chlorophyllgehalt oder die Grünfärbung als



Abb. 10: Düngerstreuer mit hydraulischem Streuscheibenantrieb und bis zu 128 Teilbreiten.

Indikatoren zur Bestimmung der bereits aufgenommenen Stickstoffmengen bzw. des Stickstoffbedarfs. Mit Hilfe der Sensorik werden diese Daten ermittelt und über moderne Bordrechner wie AMATRON 3, CCI-100-Terminal oder AMAPAD in die optimale Ausbringmenge umgerechnet und die Mengenausbringung entsprechend gesteuert. Auch die weitere technische Entwicklung bei der Mineraldüngung wird von Sensorsystemen geprägt, welche die verschiedensten Daten online erfassen und komplexe Verteilsysteme steuern können.

Gezogene Düngerstreuer ZG-TS mit 7.500 l oder 10.000 l Behältervolumen.





Argus-System zur Streufächererfassung.

Die radargestützte Streufächerüberwachung Argus-Twin für die Düngestreuer ZA-TS und ZG-TS ist eine Neuheit mit weitreichenden Verbesserungen des Bedienkomforts und der Arbeitsqualität. So überwacht ArgusTwin mit Hilfe von 14 Radarsensoren die Düngerquerverteilung an der linken und der rechten Streuscheibe. Bei Abweichungen von den Sollwerten wird das elektrische Einleitsystem des Düngerstreuers automatisch korrigiert, sodass eine stets optimale Querverteilung sichergestellt ist. Da die Radartechnik unabhängig von Staub und Verunreinigungen arbeitet, liefert sie sehr zuverlässige Ergebnisse. Dies gilt auch bei wechselnden Düngerqualitäten, Hangfahrten, Anfahr- und Abbremsvorgängen oder abgenutzten Streuschaufeln.

Anhängestreuer ZG-TS 10001 mit WindControl.

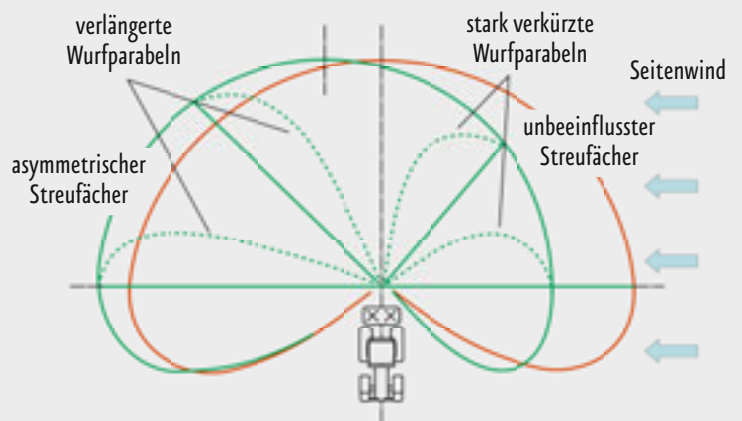


WindControl ist eine weitere neue Technik, die – aufbauend auf ArgusTwin – auch den Windeinfluss auf das Streubild permanent überwacht und automatisch ausgleicht. Ein an der Maschine montierter, hochfrequent messender Windsensor erfasst dabei sowohl die Windgeschwindigkeit als auch die Windrichtung und übermittelt diese Informationen an den Job-Rechner. Anhand dieser Daten berechnet der Job-Rechner in Verbindung mit den Informationen von ArgusTwin neue Einstellwerte für das Einleitsystem und die Streuscheiben-Drehzahl, die automatisch angepasst werden.

Auf diese Weise vergrößert WindControl die Zeitfenster für das Düngestreuen unter Windeinflüssen. Bei besonders starken Winden, wenn das System nicht mehr in der Lage ist, die Windeinflüsse zu kompensieren oder wenn zu häufig wechselnde Windböen auftreten, gibt WindControl automatisch eine Warnung an den Fahrer aus.

Der mobile Prüfstand EasyCheck ist eine digitale Innovation, die eine sehr schnelle Überprüfung und Optimierung der Querverteilung von Düngerstreuern möglich macht. Anstatt Auffangschalen, wie beim klassischen, mobilen Prüfstand, werden mit EasyCheck nur noch 16 leichte Fangmatten aus Gummi und eine Smartphone-App benötigt. Die Fangmatten werden in vier Reihen in bestimmten Abständen zur Fahrgasse ausgelegt. Anschließend werden die entsprechenden Fahrgassen abgestreut, und dann die Matten mit den aufgefangenen Düngerkörnern per Smartphone fotografiert.

Die App vergleicht automatisch, wie viel Dünger in den einzelnen Fangmattenreihen aufgefangen wurde und



Reaktion:
Drehzahlreduzierung und Verschwenken des Streufächers nach innen

Reaktion:
Drehzahlerhöhung und Verschwenken des Streufächers nach außen

Automatischer Ausgleich des Windeinflusses

setzt die Ergebnisse der einzelnen Reihen in ein Verhältnis. Auf Grundlage dieser Auswertung kann das Streuergebnis einfach kontrolliert werden. Sollte es nicht optimal sein, schlägt die App automatisch eine Korrektur der Streuscheiben-Drehzahl oder des Einleitsystems beim ZA-TS oder der Streuscheufelstellung beim ZA-V oder ZA-M vor.

Durch den schnelleren Auf- und Abbau des Prüfstandes sowie die schnelle Reinigung der Auffangmatten ergibt sich im Vergleich zum klassischen Mobilien Prüfstand mit Hartschalen ein deutlicher Zeitvorteil. Die EasyCheck-App kann im Appstore kostenlos heruntergeladen werden und auf dem eigenen Smartphone, mit entsprechender Kameraqualität, genutzt werden.

Mit dem neuen Spreader Application Center baut AMAZONE – passend zum 25-jährigen Jubiläum des DüngeServices – seinen Kunden-Service noch weiter aus. Zusätzlich zu den bereits etablierten Bereichen Dünge-Service, Stofflabor-Service und Streuhalle umfasst das Spreader Application Center auch die Säulen „Test und Training“, „Daten-Management“ sowie den dazugehörigen „Wissenstransfer“.



Fangmatten aus Gummi für den mobilen Prüfstand EasyCheck.



Düngerstreuer-Testhalle





Der Selbstfahrer Pantera ist das Flaggschiff der AMAZONE Pflanzenschutztechnik.

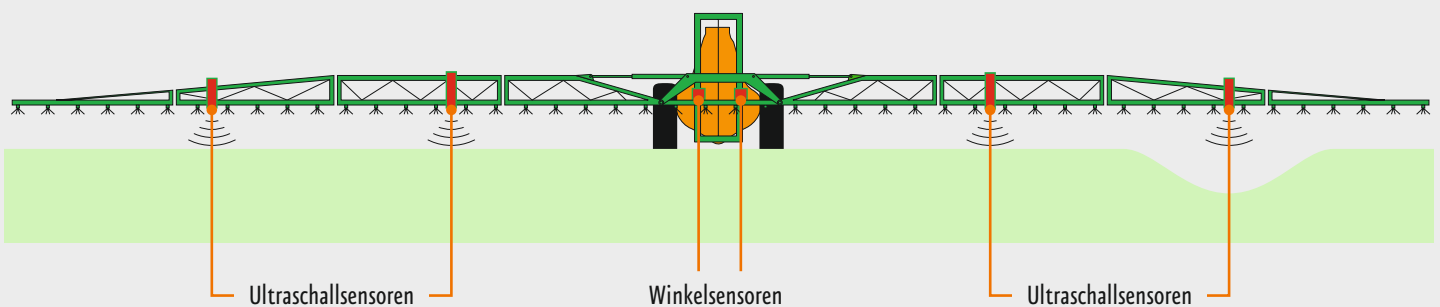
Trends in der Pflanzenschutztechnik

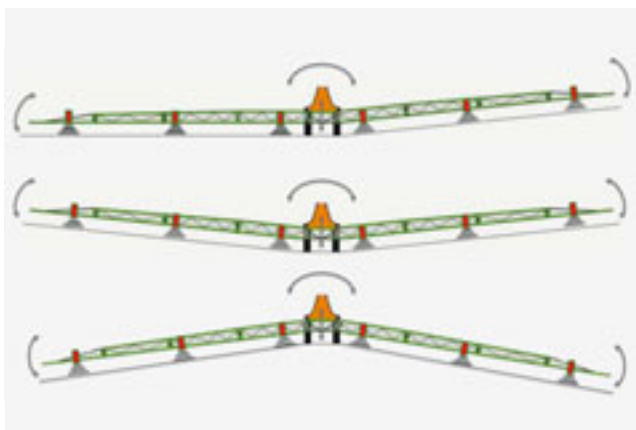
Sowohl bei konservierenden wie auch konventionellen Anbauverfahren dienen die nachfolgenden Pflanzenschutzmaßnahmen dem Ziel, weitere Leistungssteigerungen für das pflanzenbauliche Ergebnis zu erreichen. Weil sich sehr viele Betriebe dank maximaler Behältervolumina, großen Arbeitsbreiten und reduzierten Transportzeiten auch beim Pflanzenschutz schon an ein Optimum herangetastet haben, steht hier ebenfalls die Elektronik immer stärker im Zentrum der technischen Innovationen.

Die automatische Höhen- und Neigungsregelung DistanceControl (siehe Abb. 11) bietet dem Fahrer noch mehr Entlastung. Die Automatisierung erfolgt über Ultraschallsensoren und das Bedien-Terminal. Einmal eingestellt richtet sich das Gestänge auf eine optimale Höhe von 50 cm ein und folgt vollautomatisch den Geländekonturen. Neben der Entlastung des Fahrers lassen sich Spritzfehler, die z.B. durch unbeabsichtigte Bestandskontakte oder zu große Spritzhöhen entstehen, vermeiden. Die Auto-Lift Funktion, mit der alle Feldspritzen mit Profi-Klappung ausgerüstet sind, sorgt dafür, dass sich das Gestänge beim Abschalten der letzten Teilbreite am Vorgewende automatisch auf eine definierte Höhe anhebt. Beim erneuten Einschalten wird das Gestänge automatisch wieder abgesenkt.

Die aktive Gestängeführung ContourControl ist eine innovative Technik, die vertikale Gestängebewegungen reduziert. Die wichtigsten Komponenten von ContourControl sind ein besonders schnell agierendes Hydrauliksystem sowie sechs Ultraschallsensoren, die gleichmäßig über die Arbeitsbreite des Gestänges verteilt sind. Dank dieser intelligenten Steuerung kann sich das Gestänge sehr flexibel und zugleich präzise an die

Abb. 11: Die automatische Höhen- und Neigungsregelung DistanceControl plus mit 4 Ultraschallsensoren





ContourControl-Gestänge mit 6 Ultraschallsensoren.



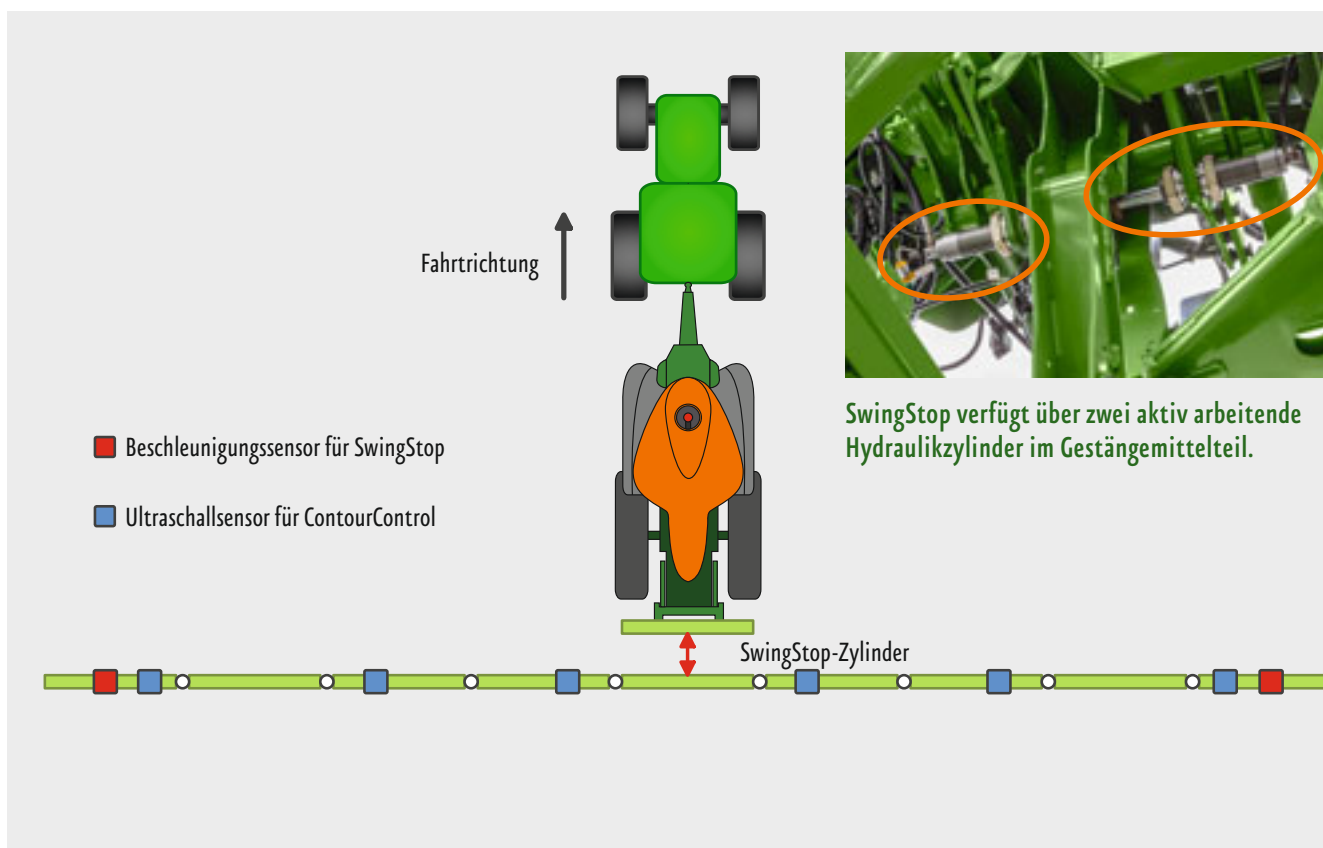
ContourControl mit Gestängeanwinkelung nach unten.

jeweiligen Gelände- bzw. Bestandsgegebenheiten anpassen. Sogar ein negatives Anwinkeln der seitlichen Ausleger ist möglich, d.h. die Ausleger können z.B. bei der Fahrt über eine Bergkuppe links und rechts unter das Niveau des Mittelauslegers absinken. So ist sichergestellt, dass die jeweils gewünschte Applikationshöhe unter allen Bedingungen exakt eingehalten wird – auch bei weniger als 50 cm Zielflächenabstand.

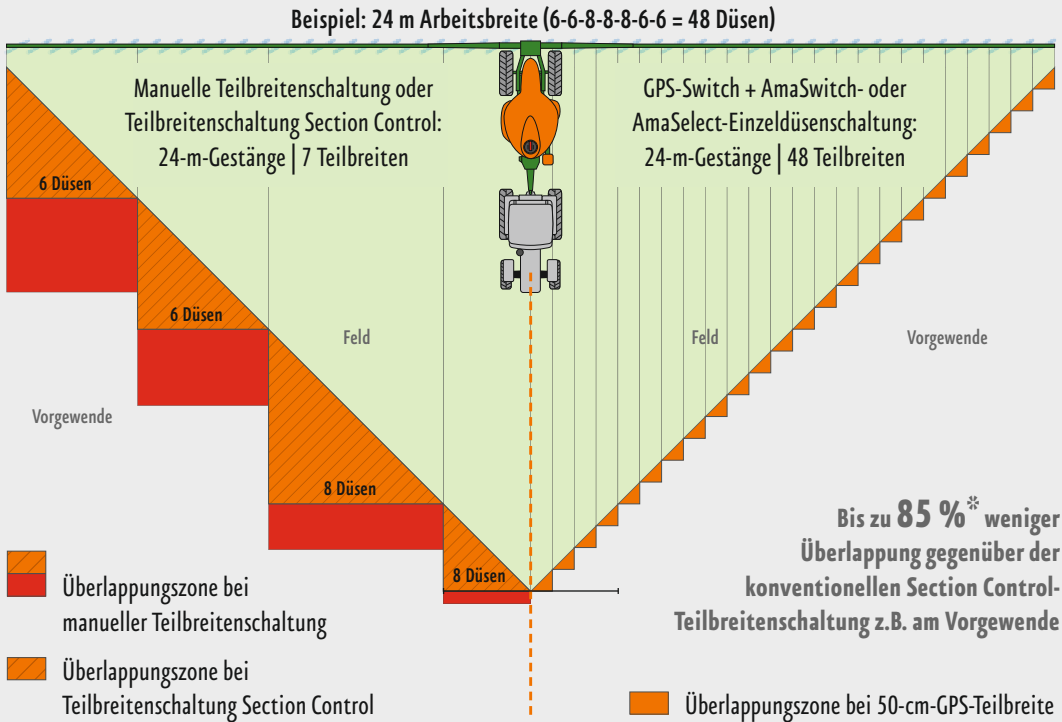
Die aktive Schwingungstilgung SwingStop gleicht auch die horizontalen Gestäμβewegungen aus und wird als Sonderausstattung für die Gestängesteuerung ContourControl angeboten. Bei diesem System messen Beschleunigungssensoren die horizontalen Schwingun-

gen. Die Messsignale werden dann an zwei Hydraulikzylinder in der Gestängeaufhängung weitergeleitet, die für einen aktiven Ausgleich der Schwingungen sorgen.

Während ContourControl für eine sehr gute vertikale Gestängeführung sorgt, optimiert SwingStop gerade bei großen Gestängen auch die horizontale Lage. Diese sehr schnell und exakt arbeitende hydraulische Gestängeführung erlaubt höhere Fahrgeschwindigkeiten während der Applikation. In Verbindung mit der elektrischen Einzeldüzenschaltung AmaSelect kommt man so auf ein sehr hohes Leistungsniveau bei großer Präzision.



SwingStop verfügt über zwei aktiv arbeitende Hydraulikzylinder im Gestängemittelteil.



Automatische Vorgewende- und Teilbreitenschaltung
GPS-Switch

5 %*

Einsparung von Pflanzenschutzmitteln



Elektrische Einzeldüsen-schaltung
AmaSwitch oder AmaSelect

5 %*

Zusätzliche Einsparung von Pflanzenschutzmitteln

* Werte abhängig von Flächenstruktur, Arbeitsbreite und Teilbreitenanzahl

Die elektrische Einzeldüsen-schaltung AmaSelect für das Super L-Gestänge eröffnet viele neue Möglichkeiten der teilflächenspezifischen Applikation im Intelligenten Pflanzenbau. Besonderes Merkmal von AmaSelect sind die Vierfachdüsenkörper, deren Einzeldüsen flexibel angesteuert werden können. Bei wechselnden Aufwandmengen und/oder Fahrgeschwindigkeiten schaltet AmaSelect automatisch zwischen zuvor definierten Einzeldüsen hin- und her. Es lassen sich sogar zwei Düsenpositionen gleichzeitig ansteuern, sodass man in Verbindung mit der HighFlow-Ausstattung bis zu 1.000 l/ha bei 6 km/h (bis zu 400 l/min Durchfluss zum Gestänge) ausbringen kann. Dies ist z.B. bei



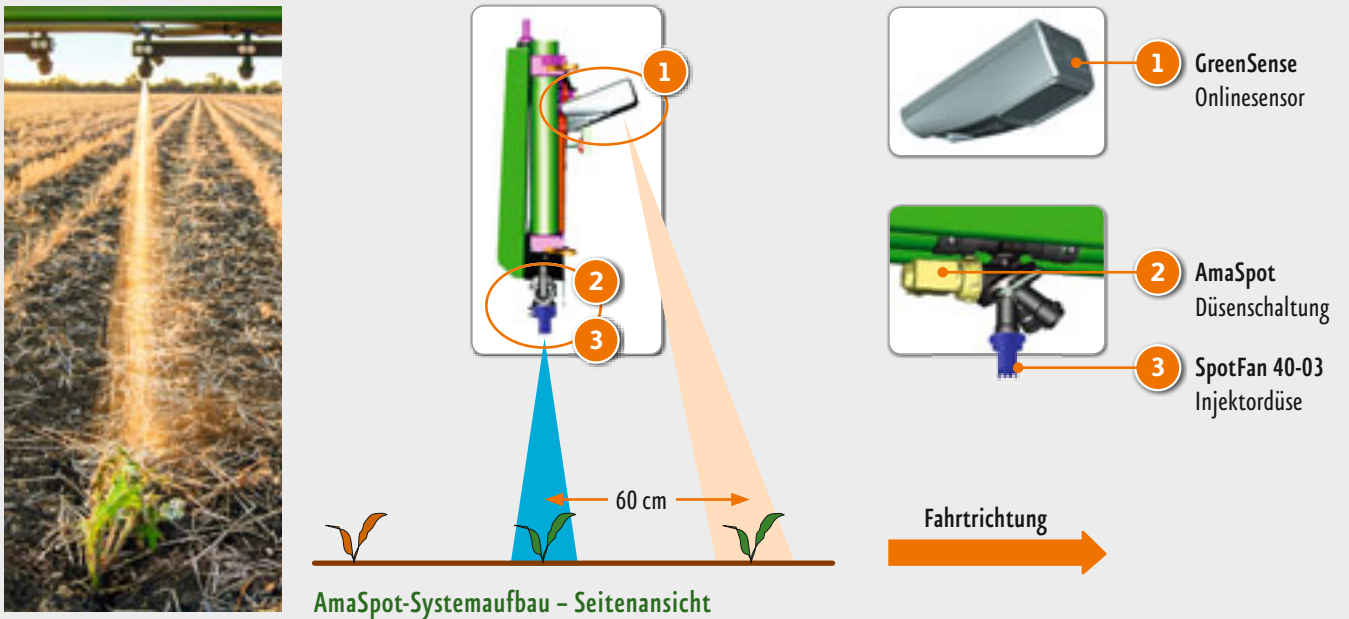
Mit Vierfachdüsenkörpern, deren Einzeldüsen flexibel angesteuert werden können, eröffnet die elektrische Einzeldüsen-schaltung AmaSelect viele neue Möglichkeiten für die teilflächenspezifische Applikation.

der Anwendung von stabilisierten Flüssigdüngern im Ackerbau oder im Gemüsebau erforderlich.

Kombiniert man AmaSelect mit GPS-Switch, so können Teilbreiten im 50-cm-Abstand geschaltet und dementsprechend die Überlappungsbereiche auf ein Minimum reduziert werden. Das ist sowohl in wirtschaftlicher wie auch ökologischer Hinsicht optimal.

Mit einem Erweiterungssatz für die Düsenkörper kann der Fahrer während der Applikation zwischen 50 cm und 25 cm Düsenabstand umschalten – zum Beispiel von einer grobtropfigen, abdriftarmen Düse des Kalibers 05 (Einsatz am Feldrand) auf zwei feintropfige 025er Doppelflachstrahldüsen (Einsatz im Feldinneren) und umgekehrt. Zusätzlich lassen sich über AmaSelect verschiedene Düsentypen mit unterschiedlichen Tropfencharakter in einem Gestänge bei gleichem Druck ansteuern. So kann man beispielsweise bei großen Arbeitsbreiten (> 30 m) nur den maximal notwendigen Außenbereich (5 bis 15 m) grobtropfig bearbeiten, während es zum Feldinneren hin bei feintropfigen und pflanzenbaulich optimalen Applikation bleibt.

Als Zusatzausstattung bietet AMAZONE integrierte LED-Einzeldüsen-Beleuchtungen für die AmaSelect Düsenkörper an. Damit lassen sich die Spritzkegel auch bei Dämmerung und Dunkelheit sehr gut beobachten. Dank einer intelligenten Elektronik wird das AmaSelect-System ausschließlich über die konventionelle 12 Volt Anlage des Traktors mit Strom versorgt und benötigt deshalb zur Schaltung der Düsen keinerlei Luftdruckunterstützung.



Die elektrische Einzeldüsenschialtung AmaSwitch ist eine preisgünstige Alternative für Anwender, die das fernbediente elektrische Umschalten von Düsen nicht benötigen. Bei AmaSwitch kommen anstelle der elektrisch umschaltbaren 4-fach-Düsenstöcke manuell zu bedienende 3-fach-Düsenkörper zum Einsatz, bei denen ein elektrisches Ventil für das Öffnen und Schließen der Düse sorgt. AmaSwitch ermöglicht damit ebenfalls eine über GPS geschaltete 50-cm-Teilbreite mit all ihren Vorteilen. Neben der automatischen Schaltung mit 50 cm Teilbreiten besteht die Möglichkeit, die Teilbreiten frei zu konfigurieren.

Eine weitere neue Lösung für die teilflächenspezifische Applikation ist das Sensor-Düsen-System AmaSpot, das AMAZONE in Kooperation mit den Firmen Rometron und dem Düsenhersteller agrotop entwickelt. Dieses System ermöglicht enorme Mitteleinsparungen, Leistungssteigerungen und Umweltschonung im Bereich der Totalherbizidausbringung. So bietet sich mit AmaSpot z.B. die Möglichkeit, auf die ganzflächige Anwendung von Glyphosat zu verzichten und nur noch die Teilbereiche zu behandeln, auf denen auch tatsächlich Unkräuter oder Ausfallgetreide stehen.

Die entscheidende Innovation von AmaSpot ist das elektronische Zusammenspiel von Fluoreszenzsensoren, Düsenschialtungen und Pulsweiten-Frequenzmodulationsdüsen. Dies ermöglicht eine bis auf den Punkt genaue Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln wie z.B. Glyphosat. Die Sensoren „tasten“ den Boden vor dem Spritzgestänge ab und erkennen die Bereiche, in denen Un-

kraut oder Ausfallgetreide steht. Die AmaSpot-Düsen behandeln dann diese detektierten Stellen mit Pflanzenschutzmittel punktgenau.

In wissenschaftlichen Untersuchungen der Universität Wageningen konnten mit AmaSpot unter mitteleuropäischen Bedingungen Einsparungen von 20 bis 60 % realisiert werden. Unter Direktsaatbedingungen konnten in den ersten Praxiserfahrungen mit AmaSpot sogar Mitteleinsparungen von bis zu 80 % im Vergleich zu einer ganzflächigen Standardbehandlung erzielt werden.



Sensor-Düsen-System AmaSpot.



Die UX mit bis zu 11.200 l Behältervolumen ist das Spitzenmodell der AMAZONE Anhängespritzen.

Eine Automatisierung bei Befüllung, Rühren und Reinigung ermöglicht das „Comfort-Paket“ von AMAZONE. Beim Befüllen schaltet das Saugventil automatisch ab, wenn der vorgegebene Füllstand erreicht ist. Der Fahrer kann sich währenddessen auf die Zudosierung der Pflanzenschutzmittel konzentrieren. Während der Applikation wird die Rührintensität automatisch dem aktuellen Behälterfüllstand angepasst.

Auch die Reinigung von Rührwerken und Behälter startet der Fahrer über den Bordcomputer. Die verdünnte Restmenge kann umgehend ausgespritzt werden. Weil der Fahrer die Kabine nicht mehr verlassen muss, fällt es leicht, diesen Vorgang mehrmals zu wiederholen. Nur so ist sichergestellt, dass die Restmenge in hoher Verdünnung ausgebracht wird, und nur noch sehr geringe und zugleich stark verdünnte Restmengen im System verbleiben. Neben einer vollständigen Reinigung ist es möglich, bei Unterbrechung der Spritzarbeit lediglich das Gestänge zu spülen, um Ablagerungen und Düsenausfälle zu vermeiden.



Eine Beleuchtungsanlage am Gestänge oder eine LED-Einzeldüsenbeleuchtung erleichtern die Arbeit bei Dunkelheit.

Ausrüstungen zur Leistungssteigerung im Pflanzenschutz werden bei AMAZONE unter dem Oberbegriff „Speed-Spraying“ zusammengefasst. Höhere Spritzgeschwindigkeiten z.B. nutzen immer mehr Praktiker, um die Flächenleistung zu steigern. Die mehrfach gedämpften AMAZONE Gestänge – unterstützt von DistanceControl, ContourControl oder SwingStop – lassen diese höheren Fahrgeschwindigkeiten zu, aus Sicht der Gerätetechnik sogar bis in Bereiche jenseits von 20 km/h.

Reduzierte Wasseraufwandmengen werden in gleichem Maße immer populärer, um die Leistung zu steigern. Unterhalb von 200 l/ha ist jedoch zu beachten, dass Risiken den Erfolg der Pflanzenschutzmaßnahmen gefährden. Auch die Gewährleistung der Mittelhersteller kann entfallen. Wird dieser Weg beschritten, ist der Einsatz



Anbauspritze UF 2002 mit 30-m-Super-S2-Gestänge.

einer optimal abgestimmten Düsenteknik unbedingt erforderlich. Mit der Pflanzenschutztechnik von AMAZONE ist es möglich, auch geringste Mengen exakt zu regeln.

Soll Flüssigdünger bei höheren Fahrgeschwindigkeiten ausgebracht werden, wird die Pumpenleistung zum begrenzenden Faktor. Mit der Sonderausstattung „Hochleistungs-Flüssigdüngung HighFlow“ ist es möglich, beide Pumpen parallel auf Spritzen zu schalten, um sehr hohe Düngermengen über eine zweite Spritzleitung auszubringen. So lassen sich z.B. mit einer Anhängerspritze und einem 36 m Gestänge bei 8 km/h bis zu 700 l/ha Flüssigdünger ausbringen, und bei Mengen bis 350 l/ha sind auch 16 km/h kein Problem.

Für die Anbauspritzten UF hat AMAZONE den Fronttank FT entwickelt, der die Leistungsfähigkeit zusätzlich erheblich steigern kann. Dank Flow-Control System, welches den Fronttank FT 1001 zu einem integrierten Bestandteil der Anbauspritze macht, muss sich der Anwender nicht um das Umpumpen kümmern, denn das übernimmt die elektronische Steuerung. Schon bei der automatischen Befüllung des FT setzt eine intensive Zirkulation ein. Eine Injektorleistung von bis zu 200 l/min in beide Richtungen erleichtert auch bei schwierig zu mischenden Pflanzenschutzmitteln eine schnelle Homogenisierung. Gleichzeitig sorgt das System dafür, dass der Traktor unabhängig von den Füllständen immer optimal ballastiert ist. So wird erst dann Brühe aus dem

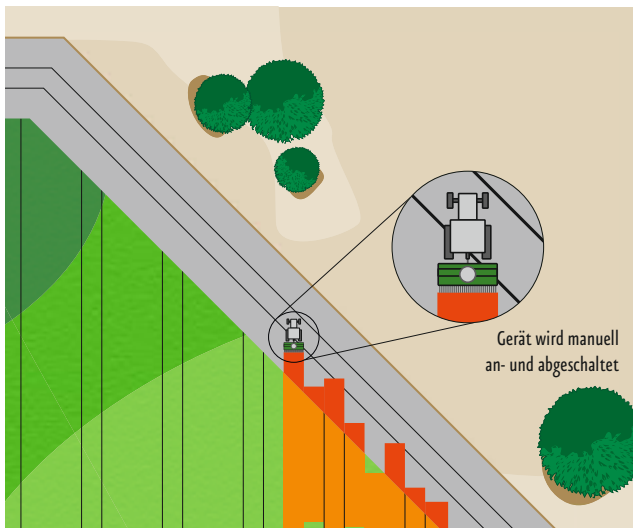
Fronttank abgepumpt, wenn der Füllstand in der Anhängerspritze UF unter 30% des Nennvolumens sinkt. Eine automatische Restentleerung garantiert minimale Restmengen. In Verbindung mit dem Comfort-Paket kann das gesamte System sogar aus der Kabine gereinigt werden. Ein zusätzlicher großer Spülwassertank ermöglicht eine umfassende Reinigung des Systems auf dem Feld.



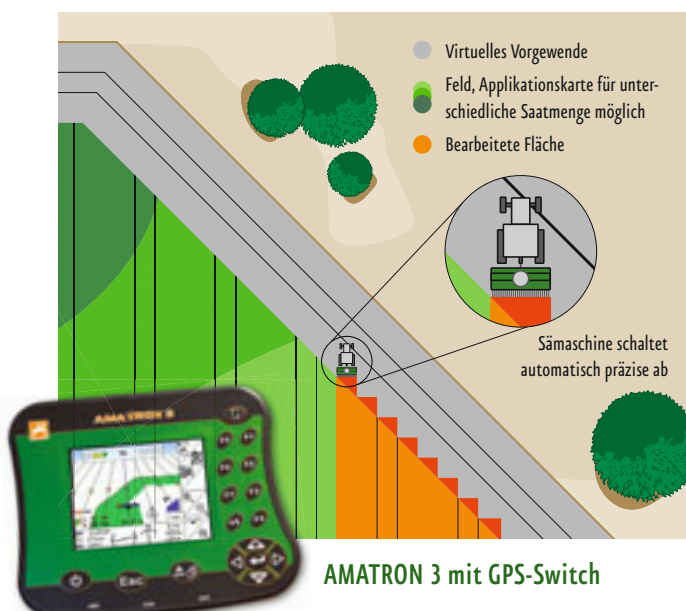
Der Fronttank FT erhöht die Kapazität der Anbaufeldspritzen UF um 1.000 l auf bis zu 3.000 l.



GPS-Switch mit AutoPoint für pneumatische Sämaschinen ermittelt die exakten Schaltpunkte für Start und Stopp der Dosierung am Vorgewende.



Über- oder Untersäen bei manueller Schaltung ohne GPS-Switch



AMATRON 3 mit GPS-Switch

Trends in der Sätechnik

GPS-Switch mit AutoPoint für pneumatische Sämaschinen

AMAZONE bietet die automatische Vorgewende- und Teilbreitenschaltung GPS-Switch (Section Control) nicht nur für seine Düngestreuer und Pflanzenschutzspritzen an, sondern auch für alle Sämaschinen, die mit einem elektrischen Dosierantrieb ausgerüstet sind. Bei der Sätechnik ist die Festlegung der genauen Ein- und Ausschaltzeitpunkte allerdings komplizierter als bei Düngestreuern oder Pflanzenschutzspritzen. Aufgrund der relativ langen Saatgut-Förderstrecke vom Dosierer bis zu den Scharen ergibt sich eine Verzögerungszeit zwischen Einschalten des Dosierers und dem Saatgutstrom am Schar. Um dieses Problem zu lösen, hat AMAZONE das System GPS-Switch mit AutoPoint entwickelt.

Über einen Sensor am Schar ist AutoPoint in der Lage, den tatsächlichen Saatgutfluss und damit die genaue Verzögerungszeit sowie die exakten Schaltpunkte für Start und Stopp der Dosierung am Vorgewende zu bestimmen. Die höhere Präzision führt hier dazu, dass Überlappungen und Säfenster zuverlässig vermieden werden. Die damit einhergehende Effizienzsteigerung kann je nach Flächenstruktur enorm sein.

GPS-Switch mit AutoPoint umfasst außerdem ein Fahrerassistenzsystem, das über einen Vorschau balken auf dem ISOBUS-Terminal anzeigt, an welcher Stelle das System schalten wird. Zusätzlich bekommt der Fahrer einen akustischen Hinweis, dass die Geschwindigkeit im Bereich der Schaltpunkte konstant zu halten ist. So kann der Fahrer die richtige Geschwindigkeit vorwählen und sie im relevanten Vorgewendeschalbereich konstant halten.

Elektronik für den Intelligenen Pflanzenbau

Die Elektronik stellt eine Vielzahl sinnvoller, neuer Technologien zur Verfügung. So lässt sich zum einen die Erfassung von ertragsrelevanten Parametern (Boden- und Ertragswerte) und Arbeitsdaten sowie deren Dokumentation und Auswertung automatisieren. Andererseits ermöglichen Sensorik-, Steuerungs- und Regelungstechnologien spürbare Einsparungen von Betriebsmitteln, tragen zur besseren Ausschöpfung der Ertragspotentiale bei und schonen zugleich die Umwelt. AMAZONE hat seine Aktivitäten rund um die elektronische Steuerung, Regelung, Überwachung und Dokumentation unter dem Schlüsselbegriff IT-Farming zusammengefasst.

Als Grundausrüstung für die Bedienung der Maschinen bietet AMAZONE seinen Kunden maschinenspezifische Terminals an. Sie genügen einfacheren Ansprüchen und sind in Ihrer Funktion und Darstellung auf die jeweilige Maschine abgestimmt. Zu den Kerngebieten des Einsatzes gehört die elektronische Fernverstellung be-

stimmter Funktionen sowie die Anzeige von relevanten Parametern wie z.B. bearbeitete Fläche, ausgebrachte Mengen oder Druck. Sind sie mit einer Regelfunktion ausgestattet, bieten sie zudem eine Schnittstelle zur Kommunikation mit Drittgeräten.

Als maschinenspezifische Terminals bietet AMAZONE den AMALOG+ und den AMADRILL+ für Sämaschinen, den AMADOS+ und AMASPREAD+ für Düngerstreuer sowie den AMASPRAY+ für Feldspritzen an. Sie sind teilweise mit einer Schnittstelle ausgestattet, die eine einfache Kommunikation mit der Dokumentation (z.B. Ackerschlagkartei) ermöglicht. Über die Anbindung von Sensoren oder Applikationskarten ist so zudem eine teilflächenspezifische Anpassung der Ausbringmengen möglich.

Zur Dokumentation der durchgeführten Arbeiten hat AMAZONE gemeinsam mit verschiedenen Partnern die Schnittstelle ASD (Automatisierte Schlagbezogene Dokumentation) eingeführt. Zahlreiche elektronische Schlagkarteien unterstützen diese Form der automati-

Abb. 12: Der Datenaustausch zwischen dem Bedienterminal AMATRON 3 oder AMAPAD und anderen IT-Farming-Technologien erfolgt über definierte und offen gelegte Schnittstellen



sierten Datenübertragung. So ist man nicht an ein bestimmtes System gebunden, sondern kann sich flexibel entscheiden, bzw. eine bestehende Lösung zur Dokumentation weiternutzen.

Maschinenübergreifende, grafikfähige Bedienterminals bieten einen höheren Funktionsumfang als die maschinenspezifischen Terminals. Die Intelligenz dieser Technik liegt in den Jobrechnern der jeweiligen Maschinen, sodass bei einem Maschinenwechsel stets ein und dasselbe Bedienterminals in der Kabine verbleiben kann. Ein Vorteil dieser Terminals ist die identische Bedienlogik. Die Bedienung selbst komplexer Maschinen lässt sich optimal auf die bekannte Oberfläche abstimmen und bietet dem Nutzer einen hohen Wiedererkennungsgrad und ein Maximum an Komfort. Mit einer eigenen Auftragsverwaltung ausgestattet, lassen sich mehrere Aufträge und Mandanten anlegen, verwalten und speichern.

Abb. 13:
GPS-Switch ermöglicht eine vollautomatische Vorgewende- und Teilbreitenschaltung von Feldspritzern und Düngerstreuern.



Vorteile von GPS-Switch sind u.a. der zusätzliche Komfort für den Fahrer sowie die höhere Applikationsqualität und -sicherheit; weniger Überlappungen führen zu Mittel- und Düngereinsparungen. Unbearbeitete Bereiche werden weniger. Mit GPS-Track bietet AMAZONE außerdem eine Parallelfahrhilfe an, die sich im Handumdrehen in das AMATRON 3-Terminals integrieren lässt.

Mit dem ISOBUS-Terminals AMATRON 3 bietet AMAZONE solch eine universelle Bedienplattform für Sämaschinen, Spritzen und Düngerstreuer an. Dieses Terminals zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht nur mit ISOBUS-Maschinen der verschiedensten Hersteller eingesetzt werden kann, sondern darüberhinaus auch abwärtskompatibel mit all den AMZONE-Maschinen ist, die bisher mit dem AMATRON⁺-Terminals bedient wurden. Damit bildet der AMATRON 3 eine Brücke zwischen der NON-ISOBUS- und der ISOBUS-Welt, ohne dass man das Terminals tauschen muss. Die weiter unten aufgeführten Funktionen GPS-Switch, GPS-Track und GPS-Maps lassen sich ebenfalls auf dem AMATRON 3 installieren, sodass auch hierfür kein zusätzliches Terminals erforderlich ist.

Neben dem AMATRON 3 gibt es zwei weitere ISOBUS-Terminals: Das CCI-100-Terminals und das AMAPAD. Das CCI-100-Terminals ist aus der Zusammenarbeit mit mehreren Landmaschinenherstellern im CCI (Competence Center ISOBUS e.V.) entstanden. Mit dem CCI haben AMAZONE und seine Partner den Grundstein gelegt, um den ISOBUS in die Praxis einzuführen. Das AMAPAD-Terminals hingegen verfügt über besonders viel Rechenpower und ist damit bereits auf neue intelligente Anwendungen der Zukunft ausgelegt. So kann man mit dem AMAPAD z.B. mehrere Maschinen gleichzeitig bedienen und überwachen.

Alle drei Terminals bieten die Möglichkeit zum Datenaustausch mit verschiedenen anderen IT-Farming-Technologien (s. Abb. 12 am Beispiel des AMATRON 3). So ist z.B. die Anbindung an N-Sensor-Systeme für die teilflächenspezifische Düngung oder Pflanzenschutzmittel-Applikation, aber auch an die Dokumentations- und Auswertungssysteme auf dem Hof-PC bequem und sicher möglich. Die Entscheidung, welches System den jeweiligen Bedürfnissen und Wünschen am Besten entspricht, ist flexibel und herstellerübergreifend möglich.

Stark nachgefragt im Bereich IT-Farming ist GPS-Switch, eine GPS-basierte, vollautomatische Vorgewende- und Teilbreitenschaltung für die Feldspritzen und Düngerstreuer sowie verschiedene Sämaschinen und Einzelkorn-Sämaschinen (s. Abb. 13). Ist ein Feld angelegt, bzw. sind dessen Grenzen bekannt, kann der Fahrer sich im Automatikmodus voll auf die Fahrzeugführung konzentrieren. Am Vorgewende und sobald eine Überlappung erfolgt, z.B. im Keil, schaltet das Gerät automatisch die relevanten Teilbreiten an und aus.

Neben einem erhöhten Komfort für den Fahrer bietet GPS-Switch deutlich mehr Applikationsqualität und -sicherheit. So lassen sich Überlappungen vermeiden,

was Betriebsmittel einspart. Unbearbeitete Bereiche werden verringert, bzw. sichtbar gemacht. Während sich die Einsparung der Betriebsmittel quantifizieren lässt, sind weitere wichtige Vorteile eines solchen Systems, wie etwa ein gleichmäßigerer Bestand mit geringerer Lagerneigung, nur schwer in Zahlen zu fassen. Weil das System außerdem unabhängig von Tages- oder Nachtzeiten stets mit der gleichen Präzision arbeitet, lässt sich die Einsatzzeit der Maschinen weiter in den Abend oder die Nacht ausdehnen.

Mit GPS-Track bietet Ihnen AMAZONE auch eine eigene Parallelfahrhilfe an, die sich als enorme Erleichterung bei der Orientierung im Feld erweist. Bedienung und Funktion des GPS-Track sind analog zum GPS-Switch einfach und übersichtlich aufgebaut. Eine dritte Funktion, die man mit dem AMATRON 3 bedienen kann, ist GPS-Maps, ein neues Software-Tool für die Handhabung von Applikationskarten direkt auf dem Feld. Der modulare Aufbau der GPS-Funktionen erlaubt es, bereits vorhandene GPS-Systeme als Positionsgeber zu nutzen.

Multifunktionsgriff AmaPilot+

Mit dem AUX-N-fähigen Multifunktionsgriff AmaPilot+ steht den AMAZONE Kunden ein Bedienelement mit sehr hohem Funktionsumfang zur Verfügung. Alle Tasten der drei Ebenen können mit insgesamt 36 Funktionen vom Benutzer frei belegt werden. In Kombination mit dem AMAPAD können auch Terminal-Funktionen auf den Multifunktionsgriff gelegt werden. Natürlich lassen sich auch Funktionen von Fremdmaschinen, sofern diese AUX-N-fähig sind, auf den Tasten des AmaPilot+ frei belegen.



Das CCI-100-Terminal ist aus der Zusammenarbeit mit mehreren Landmaschinenherstellern im CCI (Competence Center ISOBUS e.V.) entstanden.



Das AMAPAD-Terminal verfügt über besonders viel Rechenpower und ist damit bereits auf neue intelligente Anwendungen der Zukunft ausgelegt.



Alle Funktionen im Arbeitsmenü können über den Multifunktionsgriff AmaPilot+ bedient werden.

5.

AMAZONE – Verfahrenstechnik mit System

Bodenbearbeitung, Saat, Düngung und Pflanzenschutz – mit der Technik von AMAZONE werden aus den verschiedenen einzelnen Arbeitsschritten optimal abgestimmte Gesamtverfahren. Ob für die konventionelle oder die konservierende Bodenbearbeitung – es gilt: „Im Verfahren sparen!“

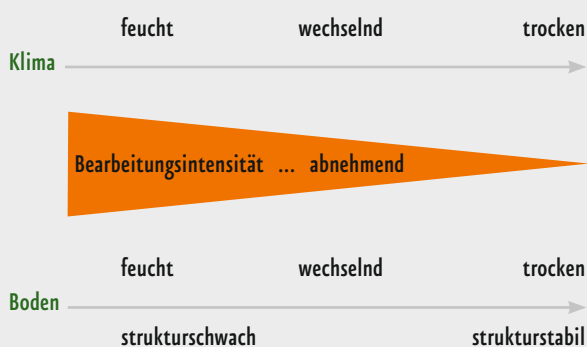
Entscheidende Kriterien bei der Zusammenstellung der Verfahrensketten sind wirtschaftliche Kenngrößen wie Flächenumfang und -größen sowie Betriebsgrößen und -strukturen. Mit einem weiten Spektrum an Arbeitsbreiten und Leistungskapazitäten wird AMAZONE den unterschiedlichen Ansprüchen gerecht. Zudem lässt

sich eine Vielzahl von Maschinen multifunktional für mehrere Bearbeitungsgänge nutzen, damit auch kleinere Betriebe die Technik optimal auslasten können.

Einen noch größeren Einfluss auf die Mechanisierung üben aber die jeweiligen Boden- und Klimaverhältnisse aus. So müssen feuchte Böden intensiver bearbeitet werden als wechselnde oder trockene Böden. Ebenso gilt, dass die Verfahrensabläufe im maritimen Mitteleuropa ganz anders aussehen als im kontinentalen Osteuropa. Denn bei abnehmender Wasserverfügbarkeit, kürzerer Vegetationsperiode und sinkendem Ertragsniveau reduziert sich auch der Anspruch an die Intensität der Bodenbearbeitung.

So ist z.B. eine Verfahrenskette aus Grubber Cenius, Pflug Cayron oder Cayros und aktiv angetriebener Kreiselgrubber-Sädkombination KG-AD typisch für kleinere Betriebsstrukturen bei hoher Bearbeitungsintensität in maritim geprägten Klimaregionen. Catros oder Certos in Kombination mit Cenius oder Ceus und der Anhängesädkombination Cirrus hingegen stellen eine Verfahrenskombination dar, die sich ideal für die mittlere Bearbeitungsintensität bei größeren Betriebsstrukturen unter eher kontinentalen Klimaverhältnissen eignet. Zinken- und Meißelschar-Sämaschinen wie die Primera DMC, die Cayena oder die Condor kommen dort als ideale Lösung zum Einsatz, wo niedrige Intensitätsansprüche, Trockenperioden oder spezielle Standortgegebenheiten (z.B. Kalksteinverwitterungsböden) die betriebliche Situation dominieren.

Abb. 14: Abhängigkeit der Bearbeitungsintensität von Klima und Boden



nach Dr. H.-H. Voßhenrich u.a.

Intelligenter Pflanzenbau



Bodenbearbeitung

Saat

Düngung

Pflanzenschutz

Anwendungsoptimierte Konzepte



Expertenwissen des Betriebsleiters



Individuelle Systemlösungen für den Betrieb

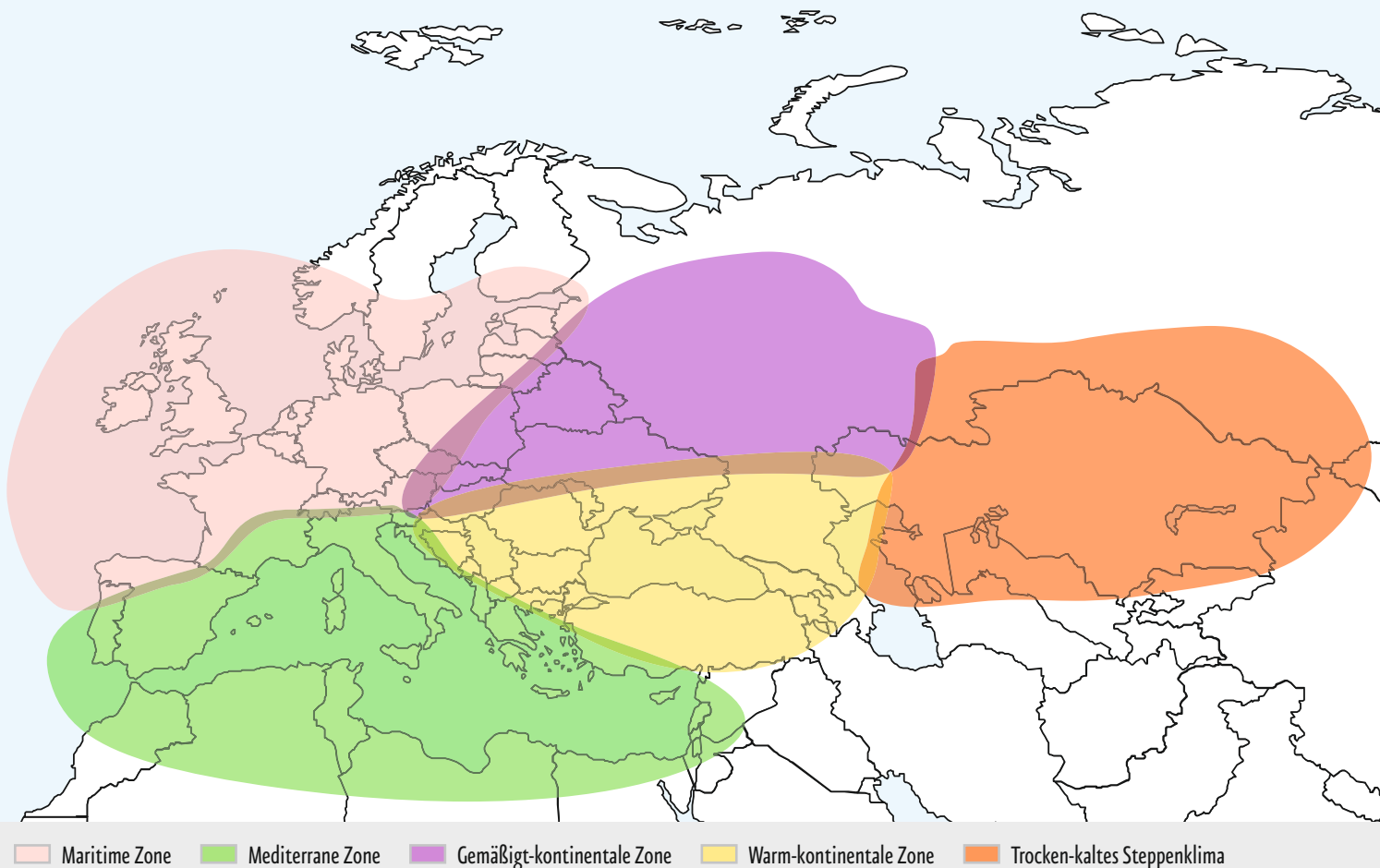
Aus Versuchsergebnissen und im Austausch mit Wissenschaft und Beratung entwickelt AMAZONE zusammen mit landwirtschaftlichen Praktikern und Lohnunternehmern anwendungsoptimierte Konzepte für die unterschiedlichen Betriebsstrukturen. Der einzelne Betriebsleiter – mit dem Expertenwissen über den eigenen Standort – leitet daraus die individuell beste Systemlösung für seinen Betrieb ab.

Acker- und Pflanzenbauverfahren in den Klimaregionen Europas

Betrachtet man den Ackerbau von Westeuropa bis nach Sibirien/Kasachstan entlang des landwirtschaftlich bedeutsamen 50sten nördlichen Breitengrads, so lassen sich fünf agroklimatische Zonen identifizieren. In jeder Zone finden sich spezielle Anbaubedingungen, die wiederum zu speziellen Verfahren und Mechanisierungen führen.

Die Abb. 15 zeigt die Lage dieser Zonen. An den Grenzverläufen zwischen den einzelnen Zonen kommt es zu fließenden Übergängen. Außerdem gibt es in jeder Zone regionale Abweichungen, die oftmals durch die topographische Lage mit Regenschatten oder Steigregen begründet sind. Finden sich in anderen Teilen der Welt ähnliche Klimabedingungen, sind oft auch die Verfahrensketten vergleichbar (z.B. Neuseeland mit maritimem Klima, Kanada mit trocken-kaltem Steppenklima).

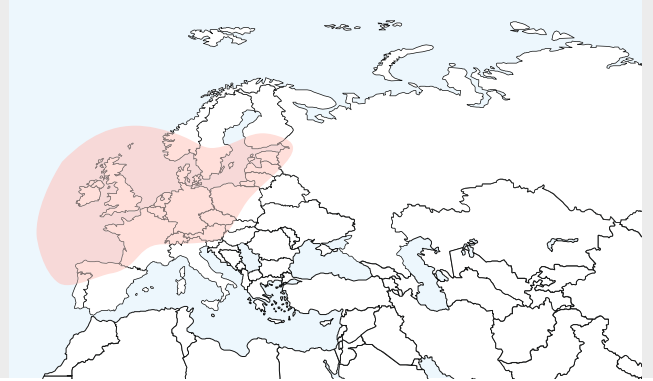
Abb. 15: Agroklimatische Zonen von Westeuropa bis Sibirien und Kasachstan



■ Maritime Zone
 ■ Mediterrane Zone
 ■ Gemäßigt-kontinentale Zone
 ■ Warm-kontinentale Zone
 ■ Trocken-kaltes Steppenklima

Karte in Anlehnung an neue, europäische zonale Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (Quelle: EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization und Bouma 2009). Europäische Zonen aufgrund eigener Kenntnisse der Anbaustrukturen leicht verändert und nach Sibirien/Kasachstan erweitert.

Acker- und Pflanzenbau in der maritimen Zone



Die Maritime Zone erstreckt sich über die gesamte nord-westeuropäische Küstenlinie bis nach Süd-Westfrankreich. Die Zone verläuft nördlich der Alpen bis zur ungarischen Grenze. Nach Norden verläuft sie weiter östlich von Tschechien und Polen bis in die Küstenregionen des Baltikums. Auch Südschweden kann man noch dieser Zone zuordnen. Kennzeichnend für diese Zone sind (nach Bouma):

- Kühle oder kalte Winter
- Relativ milde Sommertemperaturen
- Relativ feuchte Winter und feuchte bis teilweise trockene Sommer
- Die Jahresniederschläge liegen zwischen 500 bis 1.000 mm

In dieser maritimen Zone liefern neben Getreide, Mais und Raps auch die Blattfrüchte Rüben und Kartoffeln hohe bis sehr hohe Erträge (Winterweizen 70 bis 110 dt/ha). In milden Wintern trägt vor allem die lange Vegetationsperiode der Winterungen zu den hohen Erträgen bei. Aufgrund der sehr guten Ertragslage und einer hohen Bevölkerungsdichte spielt die Veredelungswirtschaft in dieser Zone eine große Rolle. Ein hoher Wettbewerbsdruck bewirkt mancherorts enge und sehr marktorientierte Fruchtfolgen. Um Höchsterträge zu

erreichen, lohnen in der Regel eine entsprechend hohe Bodenbearbeitungsintensität und intensive Bestandesführung. Deshalb wird vor allem in den kleinen und mittleren Betrieben häufig der Pflug eingesetzt. Sind die Niederschläge begrenzt (z.B. Nordspanien, Südfrankreich) oder der Kostendruck sehr hoch, ist allerdings die nichtwendende Bodenbearbeitung stark verbreitet. In vielen Regionen ist der überbetriebliche Maschineneinsatz in Form von Maschinenringen, Kooperativen oder Lohnunternehmen etabliert.

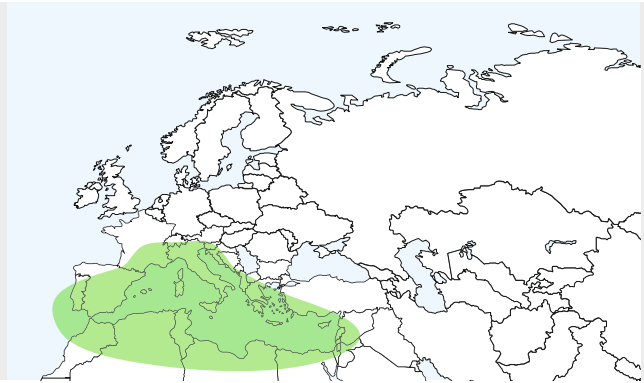


In der maritimen Zone wird vor allem in den kleinen und mittleren Betrieben häufig der Pflug eingesetzt.



Sind die Niederschläge jedoch begrenzt oder der Kostendruck hoch, ist die nichtwendende Bodenbearbeitung stark verbreitet.

Acker- und Pflanzenbau in der mediterranen Zone



Die mediterrane Zone umfasst die Mittelmeer-Anrainerstaaten. Im Norden ist sie vom französischen Zentralmassiv und den Alpen begrenzt, im Osten von den küstennahen Regionen des Balkans bis an die Küsten der Türkei und im Süden von den nordafrikanischen Ländern. Kennzeichnend für die mediterrane Zone sind:

- Milde Winter und warme Sommer
- Relativ feuchte Winter und trockene Sommer
- Jahresniederschläge von 300 bis 700 mm

In dieser Zone wird die Ertragshöhe vor allem durch die fehlenden Niederschläge begrenzt. Aufgrund der klimatischen Lage spielen hier Südfrüchte, Oliven sowie der Wein- und Obstbau eine sehr wichtige Rolle. Ackerbaulich gesehen stellen die flachgründigen Böden mit geringem bis mittlerem Ertragsniveau (Winterweizen 30 bis 60 dt/ha) eine besondere Herausforderung dar. In guter topographischer Lage mit entsprechend hohen

Winterniederschlägen wird der hitzetolerante Hartweizen angebaut. Traditionell sind der Pflug und die angetriebene Bodenbearbeitungstechnik in der mediterranen Zone weit verbreitet. Zunehmend etablieren sich aber auch Mulchsaatsysteme mit Zinkensämaschinen, die bei relativ geringem Arbeits- und Kostenaufwand für sichere Erträge sorgen.

In der mediterranen Zone etablieren sich Mulchsaatsysteme mit Zinkensämaschinen, die bei relativ geringem Arbeits- und Kostenaufwand für sichere Erträge sorgen.



Acker- und Pflanzenbau in der warm-kontinentalen Zone



Die warm-kontinentale Zone erstreckt sich von den Ackerbauregionen des Balkans über die großen Ebenen Rumäniens, Bulgariens und der Ukraine bis in den Süden Russlands. Sie umfasst außerdem die nördliche Türkei rund um das Schwarze Meer. Kennzeichnend für dieses warm-kontinentale Klima sind:

- Relativ kalte und trockene Winter
- Warme und zeitweise feuchte Sommer
- Jahresniederschläge zwischen 400 und 700 mm

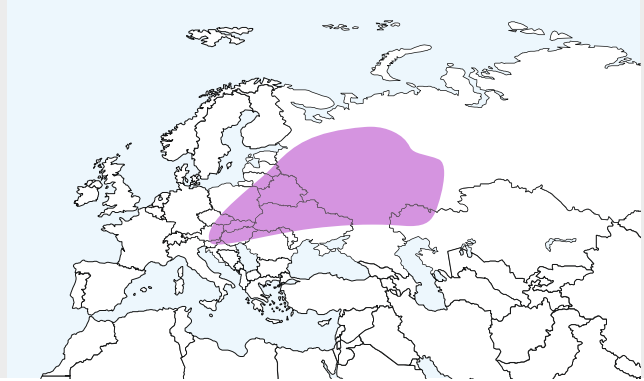
In diesen Regionen sind die Bedingungen für den Anbau von Körnermais und Sonnenblumen ideal. Das Klima eignet sich aber auch für den Anbau von Sojabohnen; allerdings ist der Anbauumfang – gemessen am Weltmarktvolumen – noch relativ klein. Für Zuckerrüben ist es hier in der Regel zu heiß, und Getreide spielt aufgrund der Vorzüglichkeit von Körnermais und Sonnenblume meist nur eine untergeordnete Rolle. Entspre-

chend der Kulturartenvielfalt ist die Mechanisierung in dieser Zone breit gefächert: Die Einzelkorn-Sätechnik hat große Bedeutung und kommt nach einer Bodenbearbeitung mit Grubbern oder Scheibeneggen zum Einsatz. Mulchsaatverfahren sind insbesondere in den östlichen Regionen stark verbreitet, während in den westlichen Regionen bei kleineren Strukturen die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug weiterhin von Bedeutung ist.

In der warm-kontinentalen Zone hat die Einzelkorn-Sätechnik große Bedeutung und kommt nach einer Bodenbearbeitung mit Grubbern oder Scheibeneggen zum Einsatz.



Acker- und Pflanzenbau in der gemäßigt-kontinentalen Zone



Die gemäßigt-kontinentale Zone umfasst vor allem die zentralen Schwarzerde-Regionen der Ukraine, Russlands und Weißrusslands. Sie erstreckt sich entlang der Wolga bis an den Südrand des Ural. In den nördlichen Regionen sind die Winter besonders hart und die Vegetationszeit kurz. Kennzeichnend für diese Zone sind:

- Relativ kalte und nasse (schneereiche) Winter
- Milde bis warme und trockene Sommer
- Die Jahresniederschläge liegen zwischen 400 und 600 mm

Auf den Schwarzerden in dieser Region ist der Anbau von Wintergetreide und Zuckerrüben möglich. Bei hohen Niederschlägen erreichen die Weizenstränge bis zu 70 dt/ha. Raps ist dagegen oft als Sommerung vertreten. Mais, Sonnenblumen und teilweise Soja findet man nur in den südlichen Regionen. Im Norden dieser Zone sind schlechtere und oftmals leichte Böden verbreitet. Aufgrund der kürzeren Vegetationsdauer findet hier auch nur ein Fruchtwechsel zwischen Ackerbau und Feldfutterbau statt.

Aus den historisch etablierten, sehr großen Strukturen ergeben sich besonders hohe Anforderungen an die Schlagkraft, Ökonomie und den Bodenschutz. Wenn

auch über Jahrzehnte überwiegend gepflügt wurde, kommen inzwischen vor allem Mulchsaatenverfahren zum Einsatz (getrenntes Verfahren mit Solo-Sämaschinen). Zunehmend gewinnt auch die Direktsaat an Bedeutung. Bei der Direktsaat zeigen die Zinkensämaschinen die besten Ergebnisse. Diese Maschinen werden oftmals auch zur Mulchsaat genutzt. Viele Betriebe sind historisch bedingt sehr groß strukturiert und verfügen über einen großen Mitarbeiterstamm und mehrere kleinere Traktoren. Hier sind für eine optimale betriebliche Auslastung mehrere Sämaschinen mit 6 m Arbeitsbreite im Mulchsaatenverfahren geeignet. Jüngere Unternehmen mit wenigen Mitarbeitern setzen ihre Schlagkraft mit Hilfe weniger großer Zugmaschinen um. Extensive Mulchsaat und zunehmend auch die Direktsaat mit Sämaschinen in 12 bis 18 m Arbeitsbreite sind dafür am besten geeignet.



In der gemäßigt-kontinentalen Zone stehen den meisten Betrieben aufgrund ihrer Größe verschiedene Verfahrensketten zur Verfügung, die sie je nach Witterungs- und Anbausituation variabel einsetzen können.

Acker- und Pflanzenbau im trocken-kalten Steppenklima



Die Anbauzone „Trocken-kaltes Steppenklima“ reicht von den nordkasachischen Steppen bis nach Südwestsibirien. Kennzeichnend für diese Zone sind:

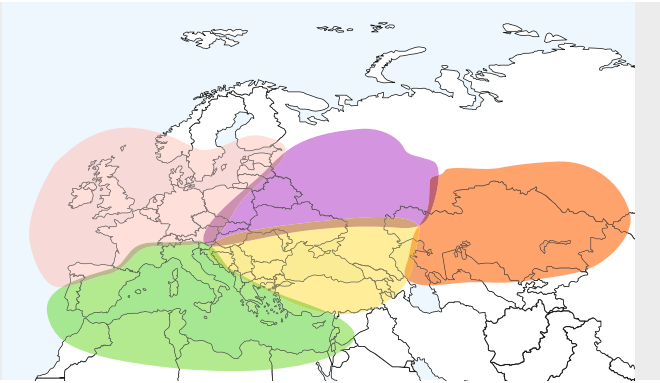
- Sehr kalte und sowie wechselnd schneereiche und schneearme Winter
- Kurze und heiße Sommer
- Jahresniederschläge von 500 mm im Norden bis 220 mm an der südlichen Grenze des Regenfeldbaus

In den nordkasachischen und sibirischen Regionen werden nahezu ausschließlich Sommerungen angebaut. War hier früher nach zwei Jahren Getreideanbau traditionell eine Schwarzbrache üblich, werden heute zusätzlich Sommergerste, Sommerraps, Sonnenblumen und Öllein angebaut. Mit Sommerweizen lassen sich in guten Jahren Erträge von 20 bis 30 dt/ha erreichen, in trockenen Jahren auch nur 5 bis 10 dt/ha. Im Norden sind außerdem Sonnenblumen wegen ihrer Hitzetoleranz eine interessante Alternativkultur. Die Betriebsstrukturen sind aufgrund ihrer historischen Herkunft (ehem. Kolchosen und Sowchosen) sehr groß (Betriebsgrößen von 20.000 bis 100.000 ha). Da in diesen Regionen die Mehrzahl der genutzten Traktoren über Leistungen zwischen 220 und 320 PS verfügt, sind Direktsaatmaschinen mit Arbeitsbreiten zwischen

12 m und 18 m aktuell am meisten vertreten. Bei höheren Niederschlägen kommen sie oftmals in Kombination mit einer Kompaktscheibenegge im vorhergehenden Arbeitsgang zum Einsatz. Mehr und mehr werden auch mulch- und direktsaattaugliche Einzelkorn-Sämaschinen eingesetzt. In den südlich gelegenen, zentralkasachischen Regionen mit einer Jahresniederschlagssumme unter 220 mm ist Ackerbau nur noch eingeschränkt oder gar nicht möglich; deshalb werden die Flächen hier vor allem als Weideland genutzt.



Im trocken-kalten Steppenklima kommen häufig Direktsaatmaschinen sowie mulch- und direktsaattaugliche Einzelkorn-Sämaschinen zum Einsatz.







AMAZONE Verfahrensketten in den Klimaregionen

Welche Verfahrensketten in den verschiedenen Klimaregionen zum Einsatz kommen, hängt zum einen von der Ertragsfähigkeit der Böden und zum anderen von den historisch entwickelten Betriebsstrukturen ab. Dabei werden je nach Niederschlagsmengen, Temperaturverläufen und Wasserverfügbarkeit ganz unterschiedliche Anforderungen an die Bodenbearbeitungs- und Sätechnik gestellt. Hier bietet das AMAZONE Produktprogramm für alle Verhältnisse die passenden Lösungen. Tabelle 4 zeigt Ihnen, welche AMAZONE Maschinen und Verfahrensketten in den verschiedenen Klimaregionen zum Einsatz kommen.

Tabelle 4:
Von der Stoppelbearbeitung bis zur Saat: Verfahrensketten,
Klimaregionen und Betriebsstrukturen im Überblick



Einzelkorn-Sämaschinen in dieser Darstellung nicht berücksichtigt

		Klimazonen und Betriebsgrößen				
Aussaat	Verfahren	Maritim	Mediterran	Warm-kontinental	Gemäßigt kontinental	Trocken-kaltes Steppenklima
	Pflugsaat	Grubber ▶ Pflug ▶ Kreiselegge mit Sämaschine (3 m)				
		10 bis 150 ha	10 bis 150 ha	10 bis 150 ha		
	Pflug-/Mulchsaat	Grubber ▶ Grubber/Pflug ▶ Säkombination mit Kreiselgrubber (3 bis 4 m)				
		50 bis 300 ha	50 bis 300 ha	50 bis 300 ha		
	Pflug-/Mulchsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Grubber/Pflug ▶ Säkombination mit Kreiselgrubber (3 bis 4 m, auch bis 6 m mit Fronttank)				
		100 bis 800 ha	100 bis 300 ha	100 bis 300 ha		
	Pflug-/Mulchsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Grubber/Pflug ▶ Anhänge Säkombination (3 bis 6 m)				
		200 bis 1.200 ha	100 bis 500 ha	100 bis 500 ha	200 bis 2.000 ha	
	Mulchsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Grubber ▶ Zinken-Sämaschine (3 bis 6 m)				
		200 bis 600 ha	100 bis 500 ha	100 bis 500 ha	200 bis 2.000 ha	
	Mulchsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Grubber-Scheibeneggen-Kombination ▶ Anhänge-Säkombination (6 bis 9 m)				
		400 bis 5.000 ha	100 bis 500 ha	400 bis 5.000 ha	1.000 bis 40.000 ha	
	Mulchsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Grubber-Scheibeneggen-Kombination ▶ Solosämaschine (6 bis 12 m)				
		400 bis 5.000 ha		400 bis 5.000 ha	1.000 bis 40.000 ha	2.000 bis 40.000 ha
	Mulch-/Pflugsaat	Kompaktscheibenegge ▶ Pflug ▶ Solosämaschine (6 bis 12 m)				
				400 bis 5.000 ha	1.000 bis 40.000 ha	
	Direktsaat	Direktsaatmaschine (bis 12 m)				
		400 bis 5.000 ha	100 bis 500 ha	400 bis 5.000 ha	2.000 bis 40.000 ha	2.000 bis 40.000 ha

Hohe Bedeutung
 Geringe Bedeutung
 Ohne Bedeutung



Dünge- und Pflanzenschutztechnik von West- bis Osteuropa

Spielen bei der Auswahl der Geräte für die Bodenbearbeitung und Aussaat vor allem klimatische und ackerbauliche Aspekte eine Rolle, hängt die Antwort darauf, welche Techniken für Düngung und Pflanzenschutz zum Einsatz kommen, in erster Linie von den Feldstrukturen, den Betriebsgrößen und der Logistik ab.

Dünge- und Pflanzenschutztechnik in Westeuropa

Vor dem Hintergrund des allgemein hohen Ertragsniveaus kommt es bei Pflanzenschutz und Düngung in der maritimen bzw. mediterranen Zone vor allem auf eine intensive Bestandsführung mit entsprechender Schlagkraft an. Die gewachsenen Betriebsstrukturen in diesen Regionen sind zumeist von kleinen bis mittleren Familienbetrieben geprägt, bei denen eine Eigenmechanisierung mit Anbaudüngerstreuer und Anbaufeldspritze üblich ist. Die Anbaumaschinen erweisen sich auch bei kleineren Flächenstrukturen als wendig, als sicher in Hanglagen und kompakt beim Straßentransport. Das gilt natürlich auch für die Kombination von Anbauspritze und Fronttank.

Die Behältervolumina von Anbauspritzern in Kombination mit einem Fronttank sind aber auf maximal 2.800 l begrenzt. Deshalb kommen mit zunehmender Größe der Betriebe gezogene Anhängfeldspritzen mit Behältervolumina ab 3.000 l zum Einsatz. Die Lagerung der sensiblen Pflanzenschutzmittel und die Befüllung der

Spritze erfolgen meist auf dem Betrieb, sodass sich durch die größeren Behältervolumen Transport- und Rüstzeiten reduzieren und damit die Schlagkraft erhöhen lassen. Je größer die Hof-Feldentfernungen sind, z.B. bei weiträumig verteilten Pachtflächen oder bei Betriebskooperationen, desto vorteilhafter werden Spritzen wie die UX 11200 mit Behältervolumen über 11.000 l.

Bei weiter zunehmenden Betriebsgrößen bietet sich der Selbstfahrer Pantera als Alternative an, sofern eine hohe Auslastung sichergestellt werden kann. Für Betriebe, die neben Getreide auch Rüben und/oder Mais anbauen, kommen die hohe Bodenfreiheit und die variabel verstellbare Spurweite des Selbstfahrers als weitere Vorteile hinzu.

Zum Tragen kommen diese Vorteile auch im überbetrieblichen Einsatz bei Lohnunternehmern und Maschinenringen, sodass der Selbstfahrer auch hier immer mehr Bedeutung gewinnt. So eignet er sich ideal, um spezielle Anwendungen wie z.B. die Blütenspritzung im Raps durchzuführen. Die große Flexibilität des Selbstfahrers ist vor allem in veredelungsstarken Regionen gefragt, wo die Landwirte ihr Knowhow und ihre Arbeitszeit in die Viehwirtschaft investieren und den Ackerbau mehr und mehr in die Hände von Lohnunternehmern geben.

Die Mineraldüngerausbringung erfolgt in mehreren Gaben und ist weniger zeitkritisch als der Einsatz der Pflanzenschutzspritze. Mit einer breiten Palette von Anbaudüngerstreuern in den verschiedensten Größen und technischen Ausrüstungen bietet AMAZONE für

jede Betriebsgröße die passenden Maschinen an. Für Betriebsgrößen über 1.000 ha sind z.B. die größeren Anbaudüngerstreuer mit Behältervolumen von 3.000 bis 4.200 l wirtschaftlich sinnvoll. Allerdings kommt es auf eine gut organisierte Feldrandlogistik an, um eine hohe Schlagkraft sicherzustellen.

Um die Schlagkraft noch weiter zu steigern, kommen auf den größeren Betrieben mehr und mehr auch die gezogenen Düngerstreuer mit Behältervolumen von bis zu 10.000 l zum Einsatz. Ansonsten spielen gezogene Düngerstreuer in Westeuropa vor allem bei der überbetrieblichen Ausbringung von Grunddünger und Kalk eine Rolle.

Dünge- und Pflanzenschutztechnik in Mittel- und Osteuropa

Auch bei den größeren Betriebsstrukturen, die sich in den kontinental geprägten Regionen Mittel- und Osteuropas finden, kommt es auf besonders hohe Tagesleistung an. Die Mechanisierung richtet sich dort zunächst nach den vorhandenen Traktorentypen einfachster Bauart (z.B. Belarus mit 80 bis 120 PS). Eine kleine Anhängfeldspritze (3.000 l) und ein einfach ausgerüsteter Anhängedüngerstreuer (5.200 l) können im 24 m Fahrgassensystem hohe Leistungen erbringen. Wichtige Voraussetzung ist auch hier eine gut organisierte Feldrandlogistik.

Wird auf modernere Verfahren umgestellt, investieren die Betriebe auch hier in größere Anhängfeldspritzen (5.000 bis 6.000 l) und Anhängedüngerstreuer (10.000 l). Im 36 m Fahrgassensystem erzielen diese Maschinen – unterstützt z.B. durch eine automatische Gestängeführung an der Feldspritze – höhere Fahrgeschwindigkeiten

Wie viel Meter Arbeitsbreite sind erforderlich, um die Arbeiten auf dem eigenen Betrieb termingerecht zu schaffen? Wie viel Hektar schafft eine Maschine pro Stunde bzw. pro Tag? Antworten auf diese und ähnliche Fragen gibt der AMAZONE Leistungsrechner im Internet unter www.amazone.de/leistungsrechner

AMAZONE Leistungsrechner Pflanzenschutz

Zu spritzende Fläche/Jahr (ha): 2000
 Entfernung Feld-Befüllstelle (km): 4
 Angesezte Arbeitstage: 30
 Arbeitsstunden pro Tag: 6

Parameter	Ausgangssituation	Variante 1	Variante 2
Anzahl Maschinen	1	1	1
Arbeitsgeschw. (km/h)	8	8	12
Transportgeschw. (km/h)	25	25	25
Ø Aufwandsmenge (l/ha)	200	200	150
Gestängebreite (m)	24	30	30
Behältergröße (l)	3000	5200	5200

Applikationszeit (h)	116	93	62
Befüllzeit (h)	22	13	10
Transportzeit (h)	43	25	16
Gesamtzeitbedarf (h)	181	131	90
Einzelleistung (ha/h)	11,0	15,3	22,2
Gesamtleistung (ha/h)	11,0	15,3	22,2
Einzelleistung (ha/Tag)	66	92	133
Gesamtleistung (ha/Tag)	66	92	133
möglich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Benötigte Anzahl Maschinen	1	1	1

Anhaltswerte ohne Gewähr



















und damit enorme Leistungssteigerungen. Eingesetzt werden sie zumeist hinter Traktoren mit 250 bis 350 PS Motorleistungen, die im weiteren Verlauf des Jahres auch für die leichte Bodenbearbeitung (Catros 7,5 m) oder die Aussaat (Citan 12 m) genutzt werden.

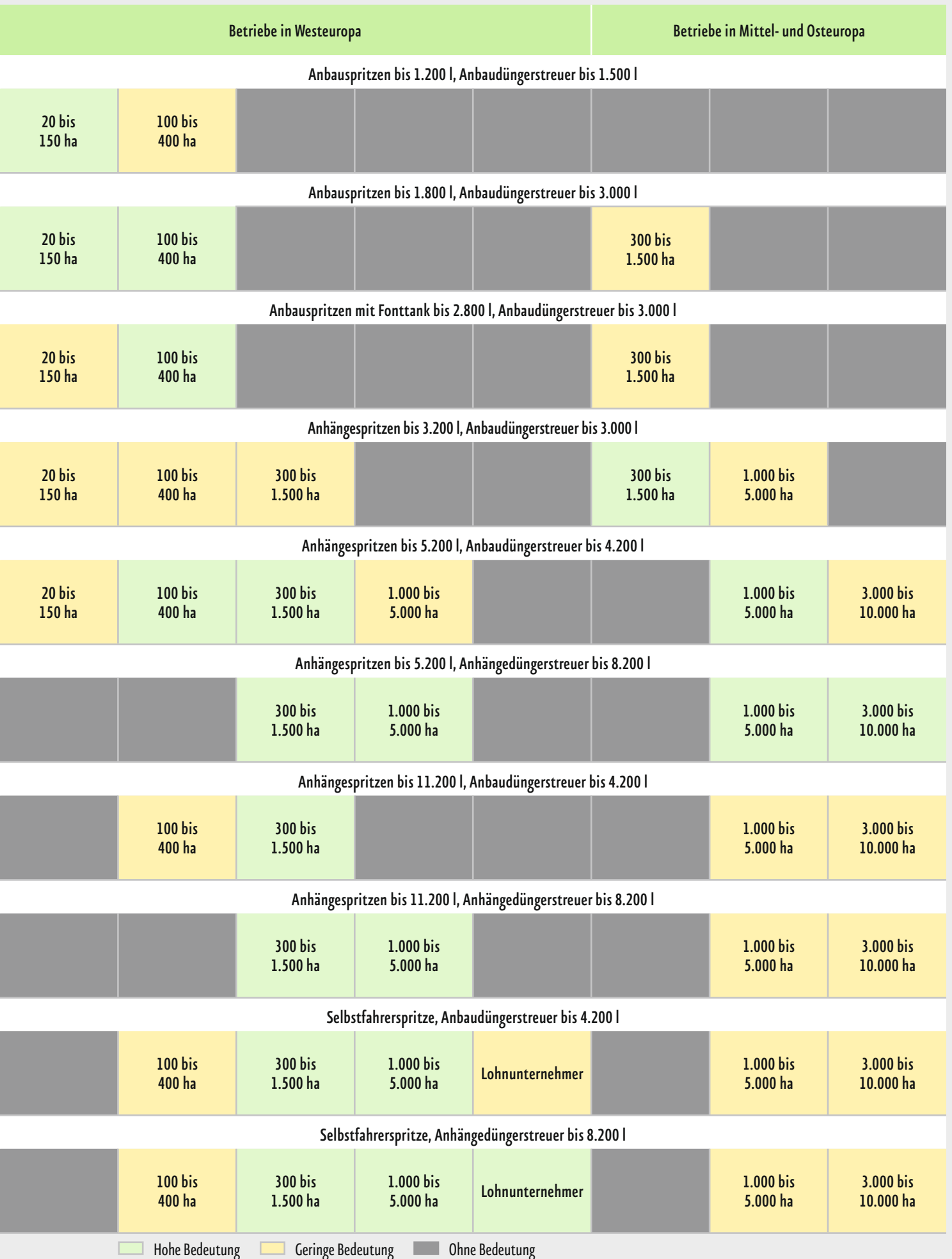
Der Aufwand für die Feldrandlogistik beim Pflanzenschutz reduziert sich enorm, wenn z.B. die UX 11200 mit 12.000 l Istvolumen eingesetzt wird. Wird dann auch noch mit geringen Wasseraufwandmengen von 50 bis 100 l/ha gearbeitet, muss in einer 12-Stunden-Schicht nur einmal Wasser nachgefüllt werden, und es können über 500 ha Fläche behandelt werden.

Auch der Selbstfahrer ist hier eine Alternative, vor allem um in schwierigerem Gelände mit erhöhten Fahrgeschwindigkeiten zu arbeiten. Allerdings ist das Behältervolumen auf 3.000 bis 5.000 l begrenzt, sodass eine entsprechende Wasserlogistik erforderlich ist. Seine Vorteile spielt der Selbstfahrer hier – wie in Westeuropa – auch dann aus, wenn z.B. für die Behandlung von Mais, Raps oder Sonnenblumen eine hohe Bodenfreiheit erforderlich ist.

Eine Übersicht, welche Dünge und Pflanzenschutztechniken bei den unterschiedlichen Betriebsstrukturen in West- und Osteuropa zum Einsatz kommen, finden Sie in Tabelle 5.

Tabelle 5:
Dünge- und Pflanzenschutztechnik von West- bis Osteuropa

Pflanzenschutztechnik	Düngetechnik
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	



Hohe Bedeutung
 Geringe Bedeutung
 Ohne Bedeutung

6.

Versuchsergebnisse zu Bodenbearbeitung und Saat

Damit Sie im Ackerbau optimale Erfolge erzielen, bietet AMAZONE eine umfassende Beratung rund um den Einsatz der verschiedenen Verfahren an. Grundlage dafür sind langjährige Versuche zu Bodenbearbeitung und Saat, die AMAZONE in Kooperation mit der Wissenschaft an verschiedenen Standorten durchführt.

Die Auswahl der Versuchsstandorte repräsentiert die verschiedenen betrieblichen Möglichkeiten und Strukturen, zugleich berücksichtigt sie die unterschiedlichen Klimaverhältnisse und Fruchtfolgen. Über die wichtigsten Ergebnisse werden wir Ihnen auf den folgenden Seiten berichten.

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG) hat AMAZONE die verschiedenen Arbeitskettens Bodenbearbeitung und Aussaat erstmalig auch hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und Arbeitszeitbedarfs untersucht. Diese Ergebnisse bestätigen klar, dass der Einsatz von Technik-Lösungen, wie AMAZONE sie bietet, bei den konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren nicht nur stabile Erträge, sondern auch deutliche Kostenvorteile mit sich bringt.

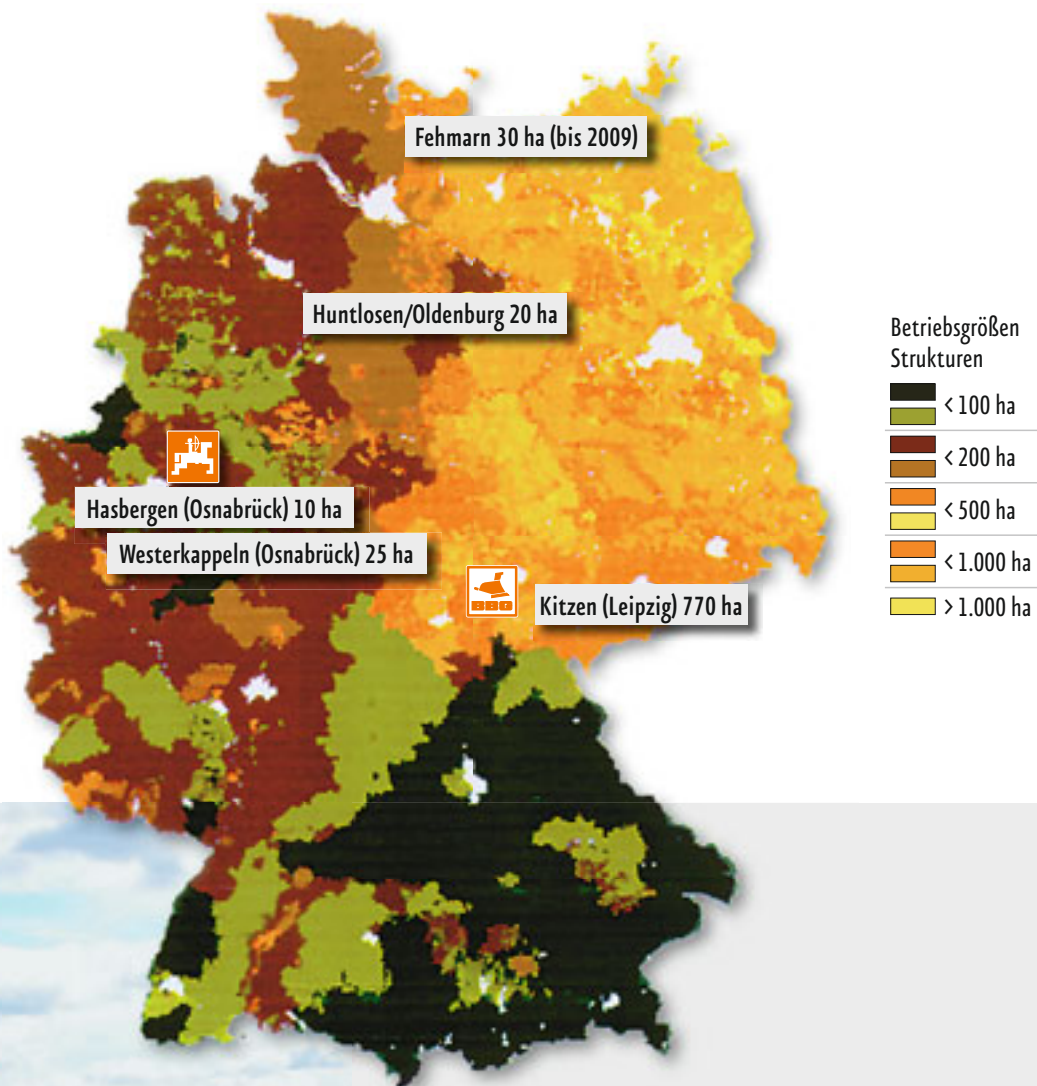
Weil AMAZONE als internationaler Landtechnik-Anbieter agiert, werden auch in den wichtigen Exportländern fortlaufend neue Standorte für AMAZONE Versuche aufgebaut. Versuchsstandorte gibt es bereits in England, Frankreich, Russland und den Niederlanden.



Abb. 16:
**AMAZONE Versuchsflächen
 in Deutschland**

AMAZONE kooperiert mit zahlreichen Landwirtschaftsbetrieben sowohl in Deutschland als auch in ganz Europa.

Weitere Flächen befinden sich z.B. in Frankreich, Großbritannien, Russland, den Niederlanden und Dänemark.



Versuchsstandorte und -projekte im Überblick

- Leipzig, Sachsen (lehmyger Sand, Parabraunerde) S. 90
- Huntlosen, Niedersachsen (humoser Sand) S. 98
- Petersdorf, Schleswig-Holstein (sandiger Lehm) S. 100
- Hasbergen-Gaste, Niedersachsen (Lehm) S. 102
- Hellvoetsluis/Niederlande (Kalkmarsch) S. 104
- Auneau/Frankreich (toniger Lehm) S. 106
- Tickhill/England (Kalksteinboden) S. 108
- Versuche in Osteuropa S. 110
- Lednewo bei Vladimir/Russland (Lehm, degradierte Schwarzerde) S. 111
- Rodina/Kasachstan (flachgründende Steppenböden) S. 113
- Projekt KULUNDA in Sibirien und Nordkasachstan S. 117
- Projekt SASCHA in Westsibirien S. 121
- Düngungs-Versuche in Westerkappeln, Niedersachsen S. 124

AMAZONE Versuche auf dem Standort Leipzig, Sachsen (Ertragsergebnisse)

Der Standort Leipzig in Sachsen ist repräsentativ für den Ackerbau auf großen Flächenstrukturen. Das Klima ist kontinental geprägt – durch geringere Niederschläge und Fröhsommer-Trockenheit. Wasser und Klima sind hier die ertragsbegrenzenden Faktoren.

Der Versuchsstandort liegt auf dem Betrieb Agrarprodukte Kitzen e.G. bei Leipzig. Der ca. 3.000 ha große Betrieb bewirtschaftet in Kooperation mit AMAZONE 770 ha Versuchsflächen. Auf nunmehr insgesamt 75 ha (Molkereischlag und Hagerschlag) werden seit dem Jahr 2000 Exaktversuche angelegt und durch Dr. Voßhenrich vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig, ausgewertet. Hinsichtlich Pflanzenschutz und Düngung werden alle Varianten gleich behandelt.

Standortdaten Molkereischlag und Hagerschlag	
Bodenart	lehmiger Sand, Parabraunerde, 3,1 % Humusanteil
Klima	Jahresniederschlag: 530 mm durchschnittliche Temperatur: 8,6 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Wintergerste, Mais, Winterweizen, Wintergerste, Winterraps
Fahrgassenbreite	36 m

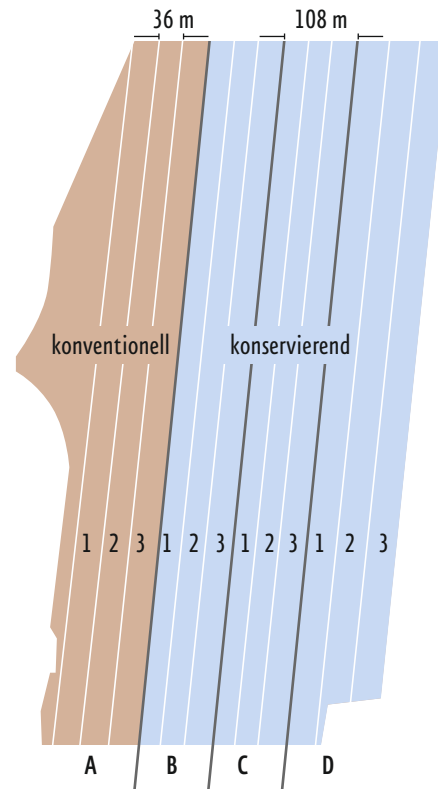
Versuchsergebnisse im Überblick:

Auf dem vom kontinentalen Klima geprägten Standort erbringen die Mulchsaatvarianten gleiche Erträge wie die konventionellen Varianten.

Arbeitstiefen um 15 cm, die an Strohmenge und Bodenverhältnisse angepasst sind, schonen den Wasservorrat in der Krume und bringen die höchsten Erträge.

Die Reduktion der Bearbeitungsintensität führt gleichzeitig zu einer deutlichen Entlastung bei den Arbeitsleistungskosten.

Abb. 17: Parzellierung von 40 ha Versuchsfläche (Molkereischlag) auf dem Betrieb Agrarprodukte Kitzen e.G. bei Leipzig



Parzelle A wird konventionell mit dem Pflug bearbeitet, die Parzellen B, C und D konservierend in Mulchsaat, jeweils mit 3 Sävarianten (s. Tab. 6).

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Leipzig (Molkereischlag)

Von M. Sc. Michael Mersmann, AMAZONEN-WERKE

Der fruchtfolgebezogene Dauerversuch am Standort Leipzig auf dem Molkereischlag (40 ha) befand sich 2016 im 15. Jahr. So konnte die betriebsübliche Fruchtfolge im Laufe der Versuche mehrmals komplett untersucht werden.

Bei Betrachtung der konventionellen und konservierenden Verfahren fällt zunächst auf, dass bei vergleichbarer Bearbeitungstiefe (Parzelle A und B) der Einsatz des Pfluges scheinbar höhere Erträge liefert. Lässt man jedoch den Ausreißerwert im Extremjahr 2003 in Variante B1 (Mulchsaat 22 cm) unberücksichtigt, kann

Tabelle 6: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Leipzig (Molkereischlag und Hagerschlag)

	Parzelle A Pflug 25 cm			Parzelle B Mulchsaat 22 cm			Parzelle C Mulchsaat 15 cm			Parzelle D Mulchsaat 8 cm		
	Variante A1	Variante A2	Variante A3	Variante B1	Variante B2	Variante B3	Variante C1	Variante C2	Variante C3	Variante D1	Variante D2	Variante D3
Mulchen im Maisjahr	Mulcher											
Stoppelbearbeitung	Catros, Arbeitstiefe 6 cm											
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm – Catros			Centaur 22 cm			Centaur 15 cm			Catros 8 cm		
Saatbett und Saat Getreide, Raps	KG – AD-P Super	Cirrus	Citan	KG – AD-P Super	Cirrus	Citan	KG – AD-P Super	Cirrus	Citan	KG – AD-P Super	Cirrus	Citan
Saat Mais	Einzelkorn-Sämaschine EDX											

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 7: Ertragsergebnisse (dt/ha) im Vergleich, Standort Leipzig (Molkereischlag)

	Parzelle A Pflug 25 cm			Parzelle B Mulchsaat 22 cm			Parzelle C Mulchsaat 15 cm			Parzelle D Mulchsaat 8 cm		
	Variante A1	Variante A2	Variante A3	Variante B1	Variante B2	Variante B3	Variante C1	Variante C2	Variante C3	Variante D1	Variante D2	Variante D3
Wintergerste 2002	79	77	82	84	85	82	86	89	86	81	87	–
Körnermais 2003	66	62	37	33	64	56	60	67	56	52	60	42
Winterweizen 2004	105	104	99	98	103	104	101	95	97	100	99	92
Wintergerste 2005	95	94	98	90	97	96	91	97	93	97	95	84
Energieraps 2006	53	49	52	52	53	57	59	58	59	57	59	55
Winterweizen 2007	86	91	93	91	98	96	93	98	96	91	95	86
Wintergerste 2008	88	87	85	78	79	84	79	87	90	85	89	81
Silomais 2009 (TM)	175	165	155	156	153	180	167	177	177	182	181	179
Winterweizen 2010	85	85	82	81	84	85	86	90	88	86	85	73
Wintergerste 2011	57	57	60	55	56	60	59	60	60	61	57	49
Winterraps 2012	43	41	37	41	37	34	37	39	39	39	39	37
Winterweizen 2013	73	77	76	78	80	82	76	77	77	73	70	75
Körnermais 2014	–	105	–	–	106	–	–	111	–	–	99	–
Winterweizen 2015	84	83	84	85	88	84	88	86	85	88	85	80
Winterraps 2016	47	48	48	48	49	49	48	50	48	47	47	43

Die Ertragsergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit PD Dr. Voßhenrich vom vTI Braunschweig ermittelt.

Tabelle 8: Ertragsergebnisse (dt/ha) im Vergleich, Standort Leipzig (Hagerschlag)

	Parzelle A Pflug 25 cm			Parzelle B Mulchsaat 22 cm			Parzelle C Mulchsaat 15 cm			Parzelle D Mulchsaat 8 cm		
	Variante A1	Variante A2	Variante A3	Variante B1	Variante B2	Variante B3	Variante C1	Variante C2	Variante C3	Variante D1	Variante D2	Variante D3
Silomais 2008 (TM)	167			180			172			164		
Winterweizen 2009	97	98	97	101	99	101	99	99	97	99	99	99
Winterraps 2010	53	54	54	51	54	50	54	51	52	50	53	51
Winterweizen 2011	87	86	81	86	82	83	90	94	92	89	91	90
Wintergerste 2012	107	115	112	107	101	108	93	99	100	96	99	103
Körnermais 2013	–	104	–	–	103	–	–	115	–	–	102	–
Winterweizen 2014	87	92	92	95	102	98	92	100	96	92	94	93
Winterraps 2015	44	43	44	43	44	44	44	43	42	43	42	39
Winterweizen 2016	94	96	105	99	101	105	100	103	104	100	99	104



man durchaus von Erträgen auf vergleichbarem Niveau sprechen (s. Tab. 7).

Eine Reduzierung der Bearbeitungstiefe in Parzelle C (Arbeitstiefe 15 cm) lässt die Erträge im Durchschnitt der Jahre ansteigen. Je nach Fruchtfolgeglied ergeben sich Mehrerträge von bis zu 10%. Grund dafür ist die gesteigerte Wasserverfügbarkeit, die sich vor allem in Jahren mit starker Vorsommertrockenheit auswirkt.

Eine Reduzierung der Bearbeitungstiefe auf 8 cm (Parzelle D) zeigt Erträge, die auf dem Niveau der konventionellen Bearbeitung liegen. Trotz einer um 60% reduzierten Eingriffstiefe kann das Ertragsniveau mit dem des Pfluges mithalten, bei deutlich reduzierten Arbeitserledigungskosten. Gegenüber Parzelle C fällt das Ertragsniveau jedoch leicht ab, denn die Wasserverfügbarkeit wird vom Negativ-Effekt einer erhöhten Strohkonzentration im Bearbeitungshorizont überlagert.

Die zweite Versuchsfläche Hagerschlag (35 ha) liegt in direkter Nachbarschaft zum Molkereischlag. Standortdaten und Versuchsanlage sind bei beiden Schlägen gleich. Der Hagerschlag ist 2007 als zusätzliche Versuchsfläche angelegt worden, weil der Molkereischlag mittelfristig nicht mehr zur Verfügung stehen wird. Durch den fließenden Übergang lässt sich somit ein großer Datenpool mit aussagekräftigen Ergebnissen zu mehreren Kulturen und Jahren aufbauen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Erträge vor allem durch das eingesetzte Verfahren der Grundbodenbearbeitung beeinflusst werden, aber nicht durch die Sätechnik. Entscheidend ist also die Bearbeitungsart und -tiefe bei der Grundbodenbearbeitung.

Bei Anwendung der konservierenden Verfahren ergeben sich außerdem große Einsparpotentiale. Das haben gezielte Messungen zu Arbeitszeit- und Kraftstoffverbrauch ergeben, die im Zuge der Leipziger Versuche durchgeführt wurden. Die Darstellungen dazu finden Sie auf den folgenden Seiten.

Ergebnisse zu Kraftstoffverbrauch und Arbeitszeit (Leipzig/Sachsen)

Bei kontinuierlich steigenden Kraftstoffpreisen sind mögliche Sparpotenziale im Ackerbau besonders interessant. Deshalb hat AMAZONE in Zusammenarbeit mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG) auf den Versuchsflächen der BBG Leipzig in den Jahren 2005 und 2006 umfangreiche Messungen durchgeführt. Die Versuchsanstellung und die Aufteilung der Versuchsflächen sind bereits bei der Darstellung der Ertragsergebnisse beschrieben worden.

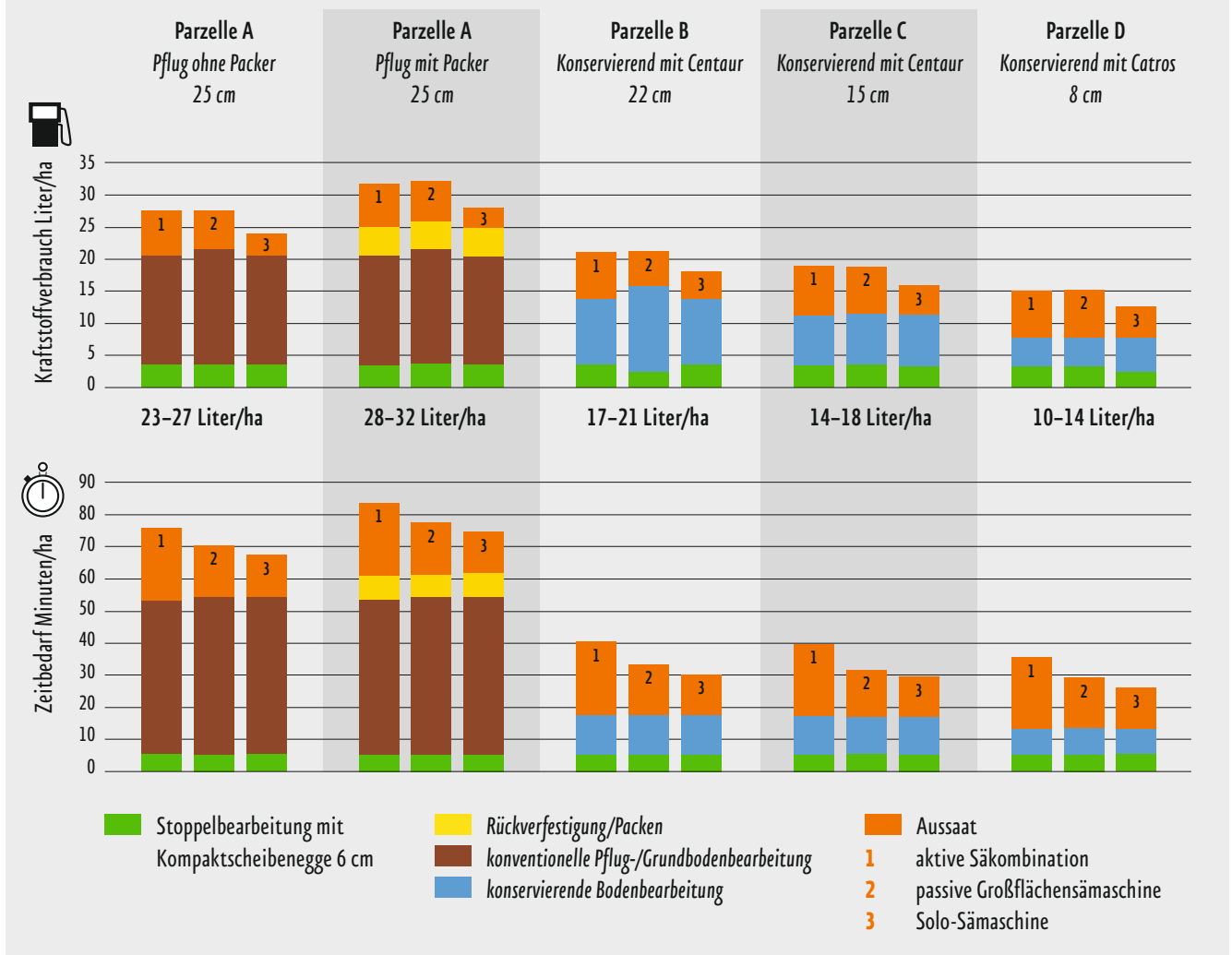
Die Untersuchungen zeigen, dass die unterschiedlichen Verfahren erhebliche Einsparpotenziale eröffnen (s. Abb. 18). Bei der Stoppelbearbeitung zeigen sich zunächst keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch. Die Verbrauchsdaten schwanken nur minimal im Bereich von 3,6 bis 3,9 l/ha. Die Werte zeigen aber, dass sich mit der Kompaktscheibenegge Catros bei der Stoppelbearbeitung, im Vergleich zum Einsatz von Standardgrubbern, Einsparpotenziale von 4 bis 5 l Diesel/ha erschließen lassen.

Deutliche Unterschiede beim Kraftstoffverbrauch zeigen allerdings die Messungen bei der Grundbodenbearbeitung. So wurden bei konventioneller Bewirtschaftungsweise mit Einsatz des Pfluges Verbrauchswerte von 17 bis 17,7 l/ha bzw. 21,5 bis 22,2 l/ha (bei zusätzlichem Packereinsatz) gemessen.

Bei den konservierenden Verfahren hingegen ergeben die Messungen deutlich geringere Verbrauchswerte, die zwischen 10,2 l/ha und 4,3 l/ha liegen (je nach Gerätetyp und Intensität). Das ergibt Unterschiede von bis zu 17 l/ha im Vergleich zum Pflugeinsatz. Realistisch und unter Praxisbedingungen betragen die Einsparpotenziale rund 7 l/ha. Das zeigt sich, wenn man die Parzellen A (mit Pflug) und B (ohne Pflug) direkt miteinander vergleicht, denn bei diesen Parzellen lagen die Bearbeitungsintensitäten etwa in gleicher Höhe. Wird der Packereinsatz hinter dem Pflug mit eingerechnet, kommt man sogar auf Werte von rund 11 l/ha.

Die Verbrauchswerte der aktiven Säkombination sowie der gezogenen Säkombination Cirrus mit integrierter Kompaktscheibeneggeneinheit sind generell gering. Die Unterschiede zwischen beiden Systemen betragen lediglich 0,5 bis 1 l/ha zugunsten der Packerschar-Sämaschine. Extrem niedrige Verbrauchswerte ergeben sich bei Einsatz der Solo-Drillmaschine, weil hier keinerlei Saatbettbereitung erfolgt. Insgesamt bleiben bei der Wahl der Sätechnik im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch nur wenige Spielräume. Die Frage der richtigen

Abb. 18: Kraftstoffverbrauch und Zeitbedarf der Verfahren (Ergebnisse des DLG-Testzentrums [Groß-Umstadt] und vTI [Braunschweig])



Mechanisierung bei der Saat wird viel mehr durch die Standortfaktoren vor Ort bestimmt.

Fasst man den Gesamtkraftstoffverbrauch der Verfahren zusammen, so zeigt sich, dass man bei der Bearbeitung mit Pflug etwa 7 l Diesel/ha mehr verbraucht als bei der Bearbeitung ohne Pflug. Dabei wird der Kraftstoffverbrauch der jeweiligen Gesamtverfahren maßgeblich durch die Form der Grundbodenbearbeitung bestimmt. Der Schlüssel zum Erfolg liegt also in Art und Intensität der Grundbodenbearbeitung.

Neben dem günstigeren Kraftstoffverbrauch verringert sich auch der Arbeitszeitaufwand für die Gesamtverfahren zugunsten der pfluglosen Bestellung. So ist er bei den Mulchsaatverfahren um die Hälfte geringer, realistisch sind sogar Einsparungen bis zu 60%.

Versuchsergebnisse im Überblick:

Unterschiedliche Arten und Intensitäten bei der Grundbodenbearbeitung führen zu deutlichen Differenzen im Kraftstoffverbrauch.

Je nach Variante ergeben sich Einsparpotenziale von 35 bis 60%. Beim Arbeitszeitaufwand lassen sich Einsparungen von bis zu 60% realisieren. Die Unterschiede beim Einsatz verschiedener Sämaschinen sind nur gering.



Statistische Verrechnung und Wirtschaftlichkeitsanalyse (Leipzig/Sachsen)

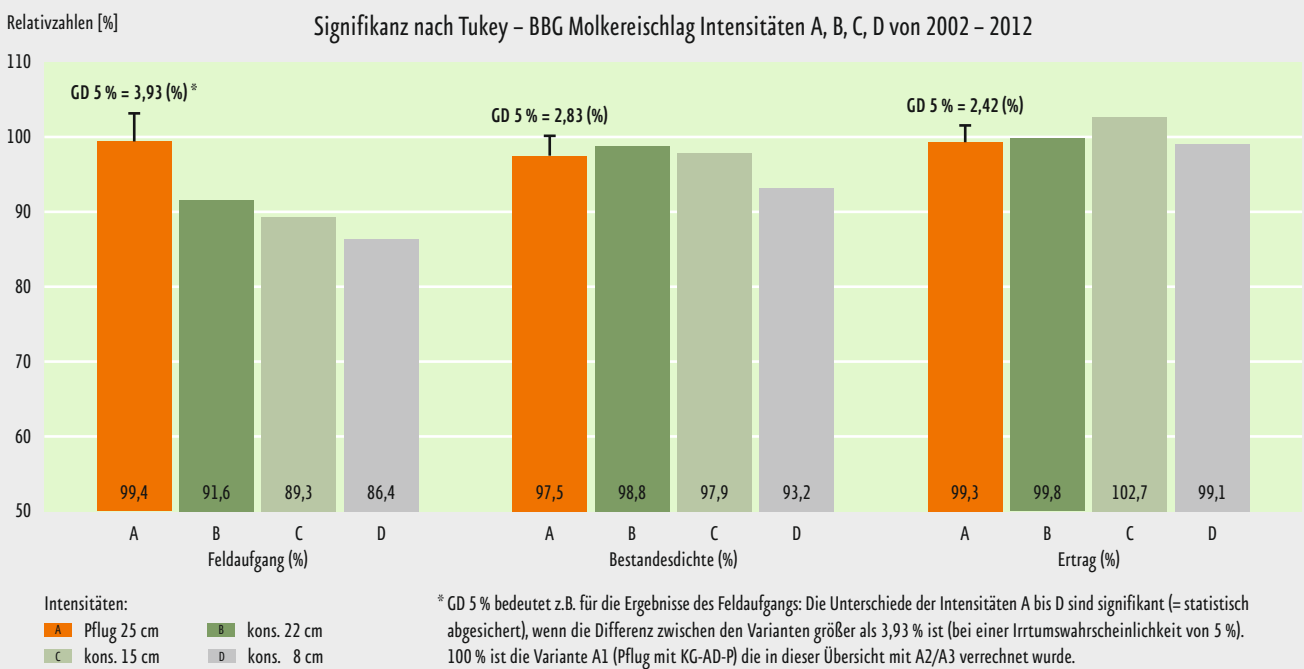
Die Ergebnisse einer Verrechnung mit den wichtigsten Parameter der jeweiligen Versuchsjahre zeigt die Abb. 19 für den Betrachtungszeitraum 2002 bis 2012. Zum Einsatz kam das Statistikverfahren nach Tukey. Die Berechnungen wurden ebenfalls vom vTI Braunschweig durchgeführt.

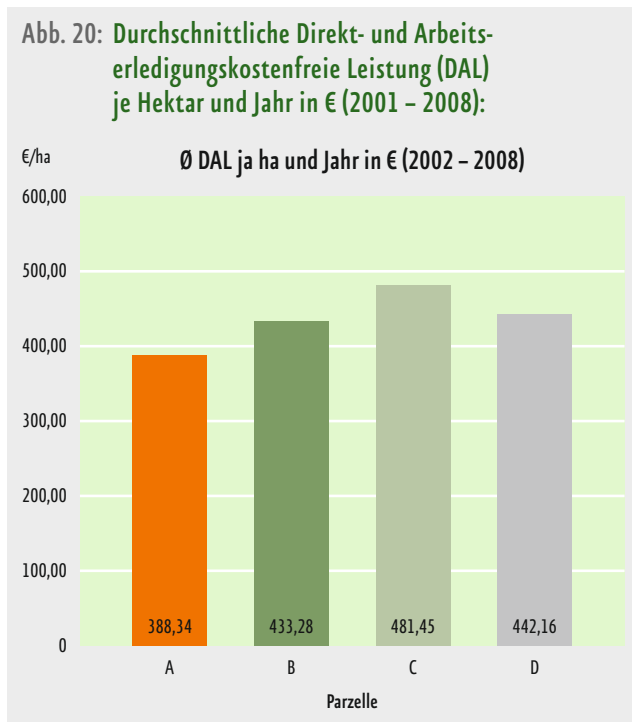
Bei Betrachtung der Feldaufgänge zeigt sich eine eindeutige Signifikanz zugunsten der Intensität A (Pflug) gegenüber allen anderen Intensitäten. Das bedeutet, die Pflugparzelle hat im Betrachtungszeitraum nachweisbar die höchsten Feldaufgänge. Ein signifikanter Unterschied besteht ferner zwischen Intensität B (konservierend 22 cm) und Intensität D (konservierend 8 cm).

Bis zum Erntezeitpunkt verschieben sich die Relationen zwischen den Intensitäten A, B, C, D. Ausschlaggebend ist die Bestockung bei Getreide. Jetzt liegt die Bestandesdichte der Intensität D (konservierend 8 cm) signifikant niedriger als die Bestandesdichte der Intensitäten A, B, C.

Bei der relativen Ertragsbetrachtung unterscheidet sich die Intensität C (konservierend 15 cm) signifikant von allen anderen. Somit kann von einem statistisch abgesicherten Mehrertrag bei Einsatz konservierender Verfahren auf 15 cm Bearbeitungstiefe gesprochen werden.

Abb. 19: Statistische Analyse, Versuchsanlage Leipzig (Molkereischlag) – Bewertung der gesamten Fruchtfolge (2002 – 2012):





Analyse der Wirtschaftlichkeit

Im Rahmen einer Masterarbeit an der Fachhochschule Südwestfalen wurde die Wirtschaftlichkeit der in Leipzig angewandten Verfahren untersucht.

Die Berechnung für die unterschiedlichen Versuchsjahre wurde mit den jeweils für das aktuelle Jahr gültigen Zahlen durchgeführt. Der Betrachtungszeitraum umfasst ebenfalls die Jahre 2002 bis 2008.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass das Erlösniveau bei allen konservierenden Verfahren deutlich höher liegt als bei den konventionellen Verfahren.

Je nach Verfahren können bis zu 100 €/ha und Jahr mehr erwirtschaftet werden. Selbst die extensivste Parzelle (Parzelle D), die relativ ertragsgleich mit der Pflug-Parzelle liegt, bringt aufgrund deutlich geringerer Arbeits-erledigungskosten einen Mehrerlös von ca. 55 €/ha und Jahr.

Bei den Berechnungen wurden Prämienzahlungen und Pachten aufgrund starker regionaler Unterschiede nicht berücksichtigt.



Bodenuntersuchungen zeigen Ursachen für stabil hohe Erträge

Der Molkereischlag in Leipzig steht repräsentativ für viele gute Ackerbaustandorte mit Lössböden, die im langjährigen Mittel jedoch nur ein knappes Wasserangebot haben. Deshalb ist für die Ertragsbildung an diesem Standort vor allem die Wasserverfügbarkeit wichtig. Bei Jahresniederschlägen von 530 mm speichert der Lössboden einen Großteil der erforderlichen Wassermenge aus den Winter-niederschlägen. Von März bis Juli fallen im langjährigen Mittel aber nur 240 mm Niederschlag. Insbesondere beim Anbau von Raps und Getreide ist es dann für die Ertragsbildung entscheidend, ob Ende Mai/Anfang Juni eine Vorkommertrockenheit auftritt und wie lange sie anhält.

Unter diesen Bedingungen gilt das Ziel einer wassersparenden Bewirtschaftung, um die Erträge zu stabilisieren. Dieses Ziel wird auch von der weit überwiegenden Anzahl der Betriebe in dieser Region verfolgt. Zugleich stellt sich immer wieder die Frage, ob auf diesen Gunstandorten eine intensiv lockernde Bodenbearbeitung überhaupt notwendig ist. Denn eine reduzierte Bearbeitungsintensität ist ganz im Sinne der nachhaltigen Landwirtschaft immer auch mit einem geringeren Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß verbunden. Zusätzlich ergibt sich ein direkter Effekt auf die Kosten der Arbeitserledigung.

Seit 2003 haben die AMAZONEN-WERKE auf dem Molkereischlag verschiedene Verfahren der konservierenden

Bodenbearbeitung mit der klassischen wendenden Bodenbearbeitung verglichen. Jeder Praktiker hätte die Böden seither sicherlich mindestens einmal krumentief gelockert. Doch im Versuchsfeld mit der einheitlichen Bodenbearbeitung über nunmehr 15 Jahre sind trotz der ununterbrochen flachen Mulcharbeit auf nur 8 cm Bearbeitungstiefe die Erträge immer noch auf stabil hohem Niveau.

Um den Ursachen der stabil hohen Erträge auf den Grund zu gehen, haben die AMAZONEN-WERKE 2016 bei Dr. Stefan Hinck, FARMSystem Osnabrück, eine umfassende Bodenuntersuchung in Auftrag gegeben.

Hoher Humusgehalt wirkt bei Trockenheit wie eine Isolierschicht

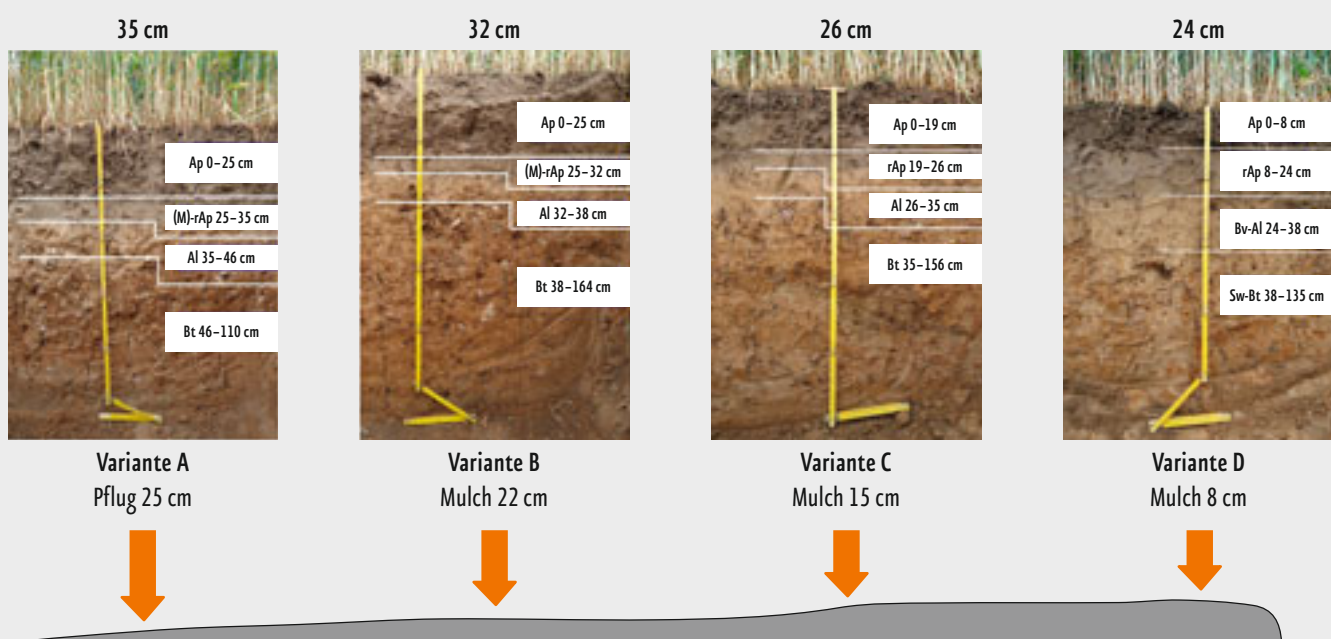
Auf den ersten Blick zeigt sich der Molkereischlag bei den Bodenuntersuchungen relativ einheitlich mit einer Lössauflage von 40 bis 60 cm über eiszeitlichem Geschiebemergel. Die Parabraunerde bildet eine gute Bodenstruktur mit einer intensiven Durchwurzelung bis in über 100 cm Tiefe. Zahlreiche Regenwurmrohre zeugen von einer hohen biologischen Aktivität, der pH-Wert liegt mit 6,5 im „grünen Bereich“. Seit 2003 wurde hier genau darauf geachtet, die Nährstoff- und Humusbilanz ausgewogen zu gestalten.

Bei genauer Betrachtung des 40 ha großen Gesamtschlages ist eine lang gestreckte, schwache Hangneigung zu erkennen (siehe Abb. 21a). Die Bodenkartierung zeigt eindeutige Merkmale einer offensichtlichen Bodenerosion: Am Oberhang (in Höhe von Variante D, 8 cm Mulch) ist die Parabraunerde gekappt, und der A-Horizont weist eine Mächtigkeit von nur 24 cm auf. Am Unterhang (in Höhe von Variante A, Pflug 25 cm) ist der A-Horizont 35 cm mächtig und zeigt eindeutige Merkmale eines Kolluviums. Die Variante mit der extensiven Bodenbearbeitung liegt also auf dem geringmächtigsten Boden. Umso erstaunlicher ist es, dass die Erträge trotz geringer Bodenbearbeitungsintensität stabil bleiben.

Aufgrund der Lage nah zur Stadt Leipzig kann man davon ausgehen, dass der untersuchte Molkereischlag schon in frühen Urzeiten in die Bewirtschaftung genommen wurde; die Erosionsereignisse dürften hier also schon über viele Jahrhunderte stattgefunden haben.

Die Erfassung der Bodenparameter zeigt vor allem bei den Mulchsaatvarianten ein sehr positives Bild: Insbesondere die von der Pflanze erreichbaren, engen Grobporen und die Mittelporen haben einen deutlich höheren Anteil im Vergleich zu den tiefer bearbeiteten Varianten (siehe Abb. 21b). Die Humusgehalte sind bei den konservierenden Verfahrensvarianten in den oberen flachen

Abb. 21a: Mächtigkeit des Oberbodens auf dem Molkereischlag



Der 40 ha große Molkereischlag weist (von rechts nach links) eine lang gestreckte, schwache Hangneigung aus. Dementsprechend nimmt die Mächtigkeit des Oberbodens von 24 cm auf 35 cm zu.

Abb. 21b: Verteilung der Grobporen, Mittelporen, Feinporen in %

Die für die Wasserverfügbarkeit wichtigen Mittelporen und Grobporen sind bei den Mulchsaatvarianten stärker vertreten.

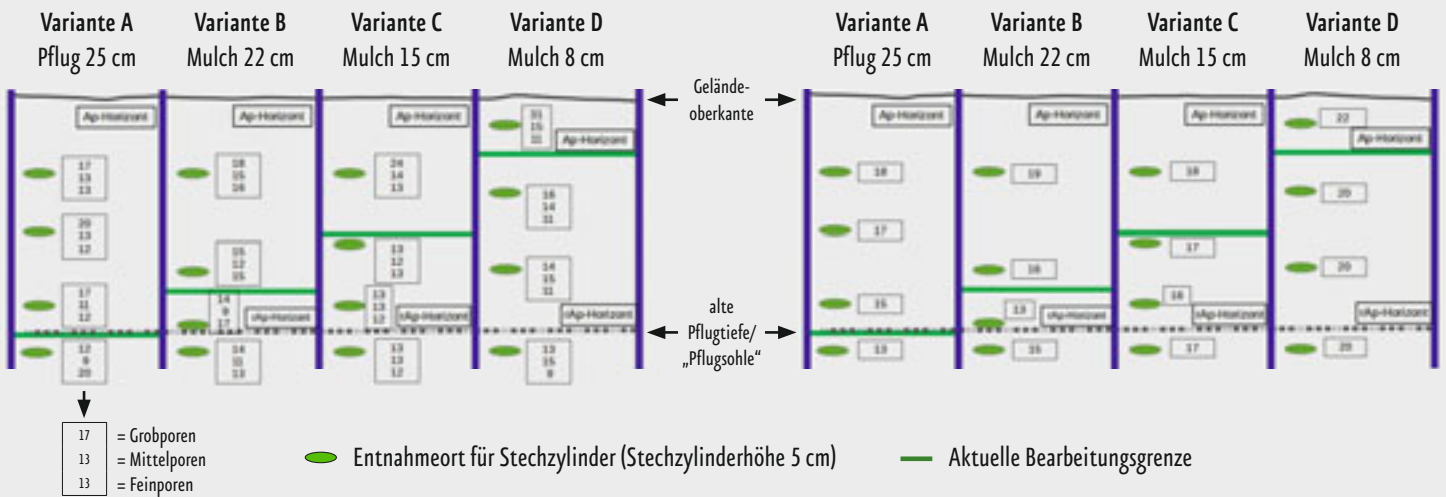


Abb. 21c: Die Feldkapazitäten FK in Vol.-%

Der aus Porenvolumen, Lagerungsdichte und Humusgehalt resultierende Wert der Feldkapazität zeigt in der Variante D (Mulchsaat 8 cm) höhere Werte als in den anderen Varianten.

Bearbeitungsschichten erhöht, da sich die organischen Stoffe akkumuliert haben. Der sehr hohe Humusgehalt von 4,3% in der obersten 8-cm-Bodenschicht bei der Mulchsaatvariante D wirkt somit bei Trockenheit offenbar wie eine Isolierschicht gegen die Wasserverdunstung.

Der aus Porenvolumen, Lagerungsdichte und Humusgehalt resultierende Wert der nutzbaren Feldkapazität zeigt in der Variante D (Mulchsaat 8 cm) höhere Werte als in den anderen Varianten (siehe Abb. 21c). Offensichtlich ist die ungestörte, allein biologisch entstandene Bodenstruktur unterhalb der gelockerten 8 cm vorteilhaft für die Wasserverfügbarkeit.

Fazit

Bei einheitlicher Bewirtschaftung der Fläche könnte man erwarten, dass das schwächere Ausgangsmaterial am Oberhang zu geringeren Erträgen führt. In Verbindung mit der sehr flachen Bodenbearbeitung schafft es diese Variante dennoch, den Nachteil der geringeren Mächtigkeit des Oberbodens auszugleichen. Neben dieser positiven Entwicklung der Bodeneigenschaften ist allerdings das Unkrautmanagement zu beachten. Nachdem auf dem Molkereischlag in den ersten Jahren Raps und Mais jeweils nur in sechsjährigem Abstand angebaut wurde, ist die Fruchtfolge in den letzten Jahren aus wirtschaftlichen Gründen verkürzt worden (seit 2012: Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Winterweizen,

Winterraps, Winterweizen). Bei einheitlicher Herbizidstrategie konnte in den letzten Jahren insbesondere in Variante D ein verstärktes Auftreten von ausdauernden Unkräutern festgestellt werden. Das zunehmende Samenpotential in den obersten Bodenschichten und die unterbleibende tiefere Lockerung im Wurzelbereich ausdauernder Unkräuter führt zu einer höheren Verunkrautung. Dies zeigt die Notwendigkeit, bei der reduzierten Bodenbearbeitungsintensität die Strategien der mechanischen oder chemischen Unkrautbekämpfung sehr genau zu beobachten und ggf. gegenzusteuern. Letztlich stehen sich die konkurrierenden Ziele der klimaschonenden Bewirtschaftung und der möglichst geringen Intensität im chemischen Pflanzenschutz gegenüber.

Diese Parameter wurden bei den Bodenuntersuchungen erfasst

- Bodenphysikalische Kennwerte: Eindringwiderstand (EW), Trockenrohdichte (pt), Gesamtporenvolumen (GPV), Feinporenanteil (FP), Mittelporenanteil (MP), enger und weiter Grobporenanteil (eGP u. wGP)
- Chemische Bodenparameter: Phosphor- und Kaliumgehalte (CAL-Methode) und pH-Wert (CaCl₂-Methode) sowie
- Humusgehalt mit Hilfe des Glühverlusts

AMAZONE Versuche auf dem Standort Huntlosen, Niedersachsen

Der Standort Huntlosen in Niedersachsen ist repräsentativ für den Ackerbau in Veredelungsregionen auf leichten Böden mit kleinen Flächenstrukturen. Der Versuchstandort liegt auf dem Betrieb Heiko Boning/Huntlosen. Der ca. 100 ha bewirtschaftende Betrieb betreibt Ackerbau und Schweinemast. Auf den Flächen wird Gülle ausgebracht und das Stroh komplett geborgen. Außer den Pflug- und Mulchvarianten wurde in Huntlosen auch eine Direktsaatvariante untersucht (s. Tab. 9).

Standortdaten	
Boden	humoser Sand, 24 BP
Klima	Jahresniederschlag: 750 mm
Fruchtfolge	wechselnde Fruchtfolge mit: Gerste, Roggen, Triticale, Raps, Rübsen und Mais
Fahrgassenbreite	12 m

Versuchsergebnisse im Überblick:

Die konservierende Bodenbearbeitung lässt sich auch auf leichten Böden langfristig erfolgreich praktizieren.

Die Mulchsaat übertrifft das Ertragsniveau der Pflugvarianten.

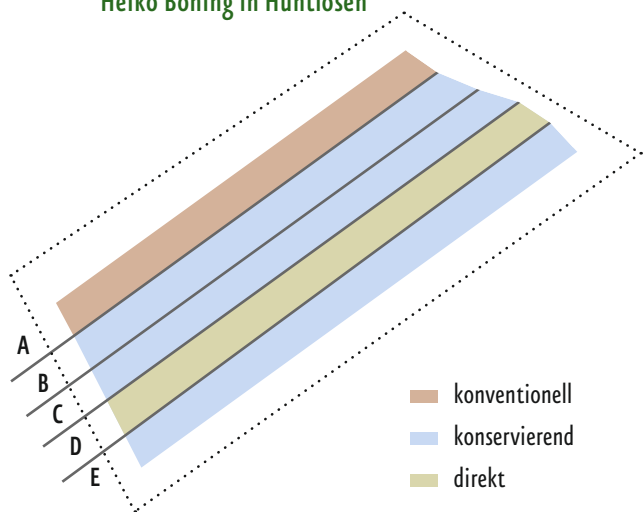
Mulchsaat erbrachte zu Getreide die höchsten Erträge.

Die breit angelegte Fruchtfolge trägt maßgeblich zum Erfolg der konservierenden Verfahren bei.

Eine tiefe Lockerung bei der Frühjahrsbestellung ist vorteilhaft.

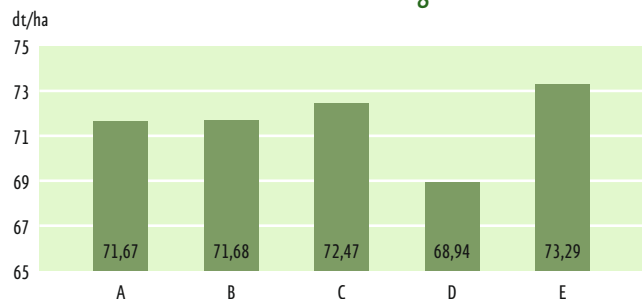
Zeitersparnisse durch Pflugverzicht (Brechen von Arbeitsspitzen) sind wichtig für veredelungsintensive Regionen.

Abb. 22: Parzellierung der Versuchsfelder auf dem Betrieb Heiko Boning in Huntlosen



Parzelle A wird konventionell mit dem Pflug bearbeitet, die Parzellen B, C und E konservierend in Mulchsaat und Parzelle D in Direktsaat.

Abb. 23: Standort Huntlosen: Durchschnittliche Getreideerträge 1995 – 2012



Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Huntlosen

Von Dipl.-Ing. Jan Juister

Eine pfluglose Bodenbearbeitung ist auch auf leichten, sandigen Standorten möglich. Im Durchschnitt der Jahre ergaben sich für die Mulchsaat und Pflugsaat keine entscheidenden Ertragsdifferenzen (s. Abb. 23 und Tab. 10). Mit der Mulchsaat wurde jedoch der höchste Deckungsbeitrag erzielt. Im Mehrjahresdurchschnitt lag er bei der Mulchsaat um ca. 60 Euro höher als bei der Pflugvariante. Probleme mit Krankheiten traten aufgrund der Fruchtfolge auch bei den konservierenden Verfahren nicht auf. Eine extreme Veränderung des Unkrautbesatzes fand ebenfalls nicht statt.

Die Arbeitszeiterparnis spielt gerade auf den veredelungsintensiven Betrieben eine große Rolle, aber auch der geringere Dieserverbrauch ist bei den konservierenden Verfahren von erheblicher Bedeutung. Die weiteren Vorteile der Mulchsaat, wie die bessere Befahrbarkeit

Tabelle 9: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Huntlosen

	Parzelle A Pflug 5 cm	Parzelle B Mulchsaat 15 cm	Parzelle C Mulchsaat 22 cm	Parzelle D Direktsaat	Parzelle E Minimale Mulchsaat
Mulchen im Maisjahr	Schlegelmulcher				
Stoppelbearbeitung	Catros 6 cm	Catros 6 cm	Catros 6 cm	-	Catros 6 cm
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm Catros	KG – AD-P Super 15 cm	KG – AD-P Super mit Tiefenlockerer 22 cm	-	-
Saatbett und Saat Getreide	KG – AD-P Super			Primera DMC	Primera DMC
Saat Mais	EDX				

Tabelle 10: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha)

	Parzelle A Pflug 25 cm	Parzelle B Mulchsaat 15 cm	Parzelle C Mulchsaat 22 cm	Parzelle D Direktsaat	Parzelle E Minimale Mulchsaat
Winterraps 1994	24	20	21	20	-
Wintergerste 1995	72	77	75	69	72
Kartoffeln 1996	485	479	478	467	471
Wintertriticale 1997	81	72	79	70	67
Winterroggen 1998	62	68	69	47	68
Wintergerste 2000	75	75	75	71	73
Winterroggen 2001	93	103	83	99	100
Silomais 2002	522	466	461	444	450
Wintergerste 2003	77	75	79	68	74
Winterrübsen 2004	23	25	25	21	24
Wintergerste 2005	81	79	79	75	78
Wintergerste 2006	71	71	76	74	74
Silomais 2007	525	515	535	535	540
Wintergerste 2008	48	46	49	49	50
Winterraps 2009	52	49	51	50	47
Wintertriticale 2010	58	52	54	52	54
Silomais (TM) 2011*	133	144	133	128	133
Sorghum (TM) 2011*	118	88	104	92	82
Wintergerste 2012	72	70	79	85	97
Winterraps 2013	42	35	43	27	41
Wintergerste 2014	92	93	97	101	97
Silomais 2015	208	199	202	165	193

*nach Grünschnittroggen – Parzellenteilung 2011: ½ Silomais, ½ Sorghum

der Böden, geringe Erosion und höhere Schlagkraft, wirken sich auch in Huntlosen aus. Es zeigt sich, dass man auf guten Böden mit entsprechenden Ton- und Humusgehalten leichter auf eine tiefere Lockerung verzichten kann als auf kritischen Standorten, wie zum Beispiel auf Sandböden mit geringem Humusgehalt oder bei Staunässe.

Weil der Sandstandort Huntlosen humusreich ist, könnte man hier auf eine tiefe Lockerung verzichten. Dennoch sollte man auch diesen Boden mit jährlich wechselnden Tiefen lockern, um Verdichtungshorizonte und Schichtungen zu verhindern. Soll Mais angebaut werden, ist eine schnelle Bodenerwärmung im Frühjahr wichtig, sodass im Frühjahr zu Mais eine tiefe Lockerung ebenfalls sinnvoll ist.

Eine Besonderheit stellt das Jahr 2011 dar. 2011 wurde als Vorfrucht zu Mais und Sorghum zunächst Grünschnittroggen angebaut und Mitte Mai geerntet. Um herauszufinden wie sich ein später Aussattermin auf die Erträge von Mais im Vergleich zu Sorghum auswirkt, wurden die Parzellen geteilt und jeweils zur Hälfte mit Silomais und Sorghum bestellt.

Dass man zu Getreide am Standort Huntlosen auf eine tiefe Lockerung verzichten kann, bestätigen auch die Wintergerstenerträge in 2012. Die sehr extensiv bearbeiteten Varianten D und E erzielten 2012 mit Abstand die höchsten Erträge.

AMAZONE Versuche auf dem Standort Petersdorf (Fehmarn), Schleswig-Holstein

Der Standort Fehmarn in Schleswig-Holstein ist repräsentativ für den intensiven Ackerbau in Hohertragsregionen sowie auf Flächen mittlerer Größenstruktur. In den Jahren 2000 bis 2008 wurden hier verschiedene Mulchsaatvarianten (keine Pflugvariante) mit unterschiedlichen Intensitäten und Bearbeitungstiefen untersucht (s. Tab. 11) und durch das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Braunschweig ausgewertet. Die Forschungsfrage lautete: Ist Mulchsaat auch bei hohen Strohmenge in Getreidefruchtfolgen nachhaltig möglich?

Fehmarn ist eine der ertragreichsten Ackerbauregionen Deutschlands. Gute Böden, Seeklima ohne extreme Temperaturschwankungen, ausreichende Feuchtigkeitsversorgung und lange Sommertage bewirken häufig außergewöhnlich hohe Erträge, die sehr große Strohmenge mit sich bringen. Das Stroh verbleibt in der Regel auf dem Feld, sodass man hier Strohprobleme gut untersuchen kann. Auf dem Versuchsbetrieb Klaus Olderog in Petersdorf wurde bereits seit 1990 pfluglos gewirtschaftet.

Standortdaten	
Boden	sandiger Lehm 2,1 % Humusanteil, Pseudogley
Klima	Jahresniederschlag: 540 mm durchschnittliche Temperatur: 8,3 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Winterweizen, Winterraps

Versuchsergebnisse im Überblick:

Bei Weizen nach Weizen nimmt der Ertrag zu, je häufiger und tiefer der Boden bearbeitet wird. Hohe Strohmenge von über 10 t/ha, die auf dem Acker verbleiben, müssen gut eingemischt werden.

Zu Raps ist es nicht erforderlich, den Boden tief zu bearbeiten. Der Ertrag sinkt eher mit steigender Bearbeitungsintensität zu Raps. Voraussetzung ist allerdings, dass der Boden keine Bodenverdichtungen oder Bearbeitungshorizonte hat. Dies ist auf Fehmarn aufgrund der bodenschonenden Bearbeitung und der guten Kalkversorgung der Fall.

Der Erfolg der Mulchsaat hängt entscheidend vom Strohmanagement ab. Bei der Ernte ist darauf zu achten, dass das Stroh kurz gehäckselt und gleichmäßig verteilt wird. Häcksellängen um 10 cm haben sich als optimal erwiesen.

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Petersdorf

Von Privatdozent Dr. Hans-Heinrich Voßhenrich,
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Die Versuchsergebnisse von Petersdorf zeigen, dass man bei Mulchsaat langfristig ein hohes Ertragsniveau halten kann (s. Tab. 12 und 13). Die Erfahrungen aus den Versuchen zeigen u.a., dass es möglich ist, nach einer ca. 10 cm tiefen, intensiv mischenden Bodenbearbeitung zu bestellen, wenn die Bodenqualität einen Verzicht auf die tiefere Lockerung zulässt. Bewährt hat sich folgendes Verfahren:

1. Nach flacher Stoppelbearbeitung mit hoher Rückverfestigung das Ausfallgetreide auflaufen lassen.
2. Mischen und lockern, Tiefe nach Bedarf, abhängig von Standort und Stroheinbearbeitung.
3. Chemische Unkrautbekämpfung unmittelbar vor der Saat.
4. Saat aktiv oder passiv, abhängig von Betriebsgröße und Standortbedingungen.

Außerdem müssen verschiedene weitere Einflussfaktoren berücksichtigt werden. So lässt die Folge „Raps nach Weizen“ Spielräume bei der Intensität der Bodenbearbeitung zu (s. Tab. 13). Man sollte sicherstellen, dass die Qualität der Saatgutablage nicht durch Stroheinwirkung begrenzt wird. Wenngleich Raps durch sein starkes Kompensationsvermögen überzeugt, empfiehlt sich aus Sicherheitsgründen eine intensive Stroheinmischung bei ausreichend tiefer Lockerung.

Die Folge „Weizen nach Weizen“ präsentiert sich ähnlich wie „Raps nach Weizen“, da auch hier Stroh im Saatbett als begrenzender Faktor wirken kann. Zur Absicherung der Feldaufgänge und der Erträge haben sich die Varianten mit einer Bearbeitungstiefe ab ca. 10 cm als zuverlässig erwiesen (s. Tab. 12). Eine tiefere Bearbeitung erbrachte auf dem Hohertragsstandort keine Mehrerträge.

Die passive Mulchsaat (Cirrus) setzt nach der Stoppelbearbeitung in aller Regel einen oder zwei intensiv mischende Bodenbearbeitungsgänge voraus. Die aktive Mulchsaat (Kreiselgrubber-Kombination) hingegen kann nachteilige Auswirkungen durch Stroh bei extensiver Bodenbearbeitung besser kompensieren.

Tabelle 11: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Petersdorf

	Variante 1a, 1b Mulchsaat flach	Variante 2a, 2b Mulchsaat mitteltief	Variante 3a, 3b Mulchsaat mit krumentiefer Lockerung
Stoppelbearbeitung	Catros 5 cm tief	Catros 5 cm tief	Catros 5 cm tief
Grundbodenbearbeitung	-	Centaur 10 – 12 cm tief	Centaur 10 – 12 cm tief 20 – 22 cm tief
Saatbettbereitung und Saat			
Varianten a	Aktive Säkombination: Kreiselgrubber-Kombi (KG-Kombi) mit RoTeC-Schar, 5 – 7 cm tief		
Varianten b	Passive Säkombination: Cirrus, Cirrusscheiben 5 – 7 cm tief		

Tabelle 12: Weizenerträge (dt/ha) im Vergleich:
Aktive (KG-Kombi mit RoTeC-Schar) und passive Bestellkombination (Cirrus), Standort Petersdorf

Jahr	Variante 1a, 1b Mulchsaat flach		Variante 2a, 2b Mulchsaat mitteltief		Variante 3a, 3b Mulchsaat mit krumentiefer Lockerung	
	Variante 1a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 1b Cirrus	Variante 2a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 2b Cirrus	Variante 3a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 3b Cirrus
2000	132	128	141	132	156	143
2001	97	92	93	106	98	93
2002	103	100	106	106	108	106
2003	84	95	92	92	95	92
2004	121	120	128	134	133	130
2005	107	109	113	113	115	112
2006	83	78	99	97	107	101
2007	85	87	90	92	100	88
2008	103	107	113	113	119	109
Durchschnitt	102	101	108	109	115	108

Tabelle 13: Rapsenerträge (dt/ha) im Vergleich:
Aktive (KG-Kombi mit RoTeC-Schar) und passive Bestellkombination (Cirrus), Standort Petersdorf

Jahr	Variante 1a, 1b Mulchsaat flach		Variante 2a, 2b Mulchsaat mitteltief		Variante 3a, 3b Mulchsaat mit krumentiefer Lockerung	
	Variante 1a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 1b Cirrus	Variante 2a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 2b Cirrus	Variante 3a KG-Kombi mit RoTeC	Variante 3b Cirrus
2000	51	47	50	49	43	43
2001	52	52	52	52	52	52
2002	42	46	46	48	41	41
2003	43	45	44	47	47	47
2004	51	56	50	56	50	50
2005	48	50	48	50	49	49
2006	49	48	50	49	50	50
2007	43	43	45	45	50	45
2008	65	46	61	47	52	48
Durchschnitt	49	48	50	49	48	47

AMAZONE Versuche auf dem Standort Hasbergen-Gaste, Niedersachsen

Der Versuchsstandort Hasbergen-Gaste liegt am südlichen Ausläufer des Weser-Ems Gebietes und wird klimatisch durch den weiter südlich gelegenen sowie in West-Ost-Richtung verlaufenden Höhenzug des Teutoburger Waldes beeinflusst. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge liegt bei ca. 800 mm, wobei die Niederschlagsverteilung normalerweise ausgewogen ist. In den letzten drei Jahren herrschte in den Monaten April und Mai allerdings Trockenheit vor.

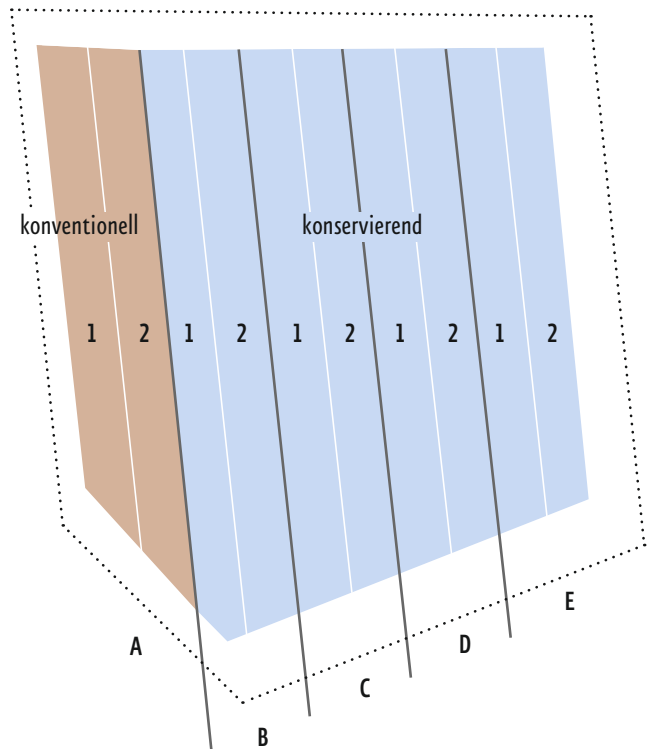
Die Region mit überwiegend sandigen Standorten ist durch die Veredlung geprägt, was sich in Flächenstruktur und Fruchtfolge widerspiegelt. Die Bodenverhältnisse auf dem Versuchsschlag sind heterogen: Sie werden von sandigem Lehm beherrscht, weisen aber auch rein sandige und rein-lehmige Zonen auf, die nach Trockenheit stark zeichnen.

Tab. 14 stellt die Einteilung der Versuchspartellen dar, die sich am klassischen Aufbau der AMAZONE Versuche orientiert. Die Grundbodenbearbeitung erfolgt in fünf verschiedenen Intensitätsstufen – von den klassisch konventionellen Varianten A, über konservierende Varianten mit Lockerung (B, C und D), bis hin zu den konservierenden Varianten E ohne Lockerung, die hinsichtlich der Bearbeitungsintensität einer Direktsaat entsprechen.

Auf der gesamten Fläche wird zunächst eine Stoppelbearbeitung auf maximal 6 cm Tiefe durchgeführt, um Unkraut und Ausfallsamen zu bekämpfen. Die Bestellung erfolgt mit aktiv und passiv unterstützter Sätechnik, die auf die Ansprüche des Standortes abgestimmt ist. Auf den Einsatz einer Solo-Sämaschine wird an diesem Standort bewusst verzichtet.

Standortdaten	
Boden	Lehm, Bodenwertzahl 60
Klima	Jahresniederschlag 800 mm, durchschnittliche Temperatur: 9,0 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Wintergerste, Silo-/Körnermais, Winterweizen, Wintergerste, Winterarras
Fahrgassenbreite	15 m

Abb. 24: Parzellierung der Versuchflächen auf dem Betrieb Norbert Pott in Hasbergen-Gaste



Stoppelbearbeitung auf allen Flächen mit Catros Kurzscheibenegge (6 cm Tiefe)

Differenzierte Grundbodenbearbeitung auf unterschiedliche Tiefen mit Pflug, Grubber und Kurzscheibenegge

Aussaat mit Kreiselgrubber-Säkombination (KG-AD-P Super, aktive Sätechnik) und gezogener Sämaschine Cirrus Special (passive Sätechnik)

V Versuchsergebnisse im Überblick:

Wie auch an vielen anderen Versuchsstandorten wird das Ertragsniveau in Hasbergen-Gaste vor allem von Art und Intensität der Grundbodenbearbeitung beeinflusst.

Eine konservierende Bodenbearbeitung mit einer Arbeitstiefe um 15 cm scheint an diesem Standort neben der konventionellen Bewirtschaftungsweise im Mittel der Jahre die richtige Wahl zu sein, um der ausgeprägten Heterogenität des Bodens gerecht zu werden.

Sind die Böden nach der Bodenbearbeitung in einem saarfertigen Zustand (feinkrümelig), spielt die Intensität der weiteren Bearbeitung bei der Aussaat eher eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 14: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Hasbergen-Gaste

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 22 cm		Parzelle C Mulchsaat 15 cm		Parzelle D Mulchsaat 8 cm		Parzelle E Minimale Mulchsaat	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2	Variante D1	Variante D2	Variante E1	Variante E2
Mulchen im Maisjahr	Mulcher									
Stoppelbearbeitung	Catros, Arbeitstiefe 6 cm									
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm		Cenius 22 cm		Cenius 15 cm		Catros 8 cm		-	
Saatbettbereitung	Catros									
Saat	KG – AD-P Super	Cirrus Special	KG – AD-P Super	Cirrus Special	KG – AD-P Super	Cirrus Special	KG – AD-P Super	Cirrus Special	KG – AD-P Super	Cirrus Special
Aussaat Mais	Einzelkorn-Sämaschine EDX									

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 15: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha), Standort Hasbergen-Gaste

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 22 cm		Parzelle C Mulchsaat 15 cm		Parzelle D Mulchsaat 8 cm		Parzelle E Minimale Mulchsaat	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2	Variante D1	Variante D2	Variante E1	Variante E2
Winterweizen 2008	90	83	83	87	90	87	81	85	81	69
Wintergerste 2009	84	83	80	78	84	83	81	84	76	73
Körnermais 2010	102	102	98	98	100	100	96	96	86	86
Winterweizen 2011	67	69	67	62	63	59	62	59	57	59
Wintergerste 2012	89	89	81	74	77	79	77	78	87	79
Körnermais 2013	90		72		70		60		84	
Winterweizen 2014	87	87	87	90	84	87	86	83	85	84

Die Ertragsergebnisse wurden in Zusammenarbeit PD Dr. Voßenrich vom vTI Braunschweig ermittelt

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Hasbergen-Gaste

Von M. Sc. Michael Mersmann, AMAZONEN-WERKE

Die Ergebnisse zeigen, dass der Standort sowohl mit konventioneller als auch konservierender Bewirtschaftungsweise stabile, hohe Erträge liefern kann (Tab. 15). Die Bearbeitungsintensität spielt aber eine wichtige Rolle. So fällt die niedrige Intensitätsstufe ohne Lockerung (Varianten E) des Bodens in fast allen Jahren ertraglich deutlich ab. Neben dem Pflug mit 25 cm Arbeitstiefe (Varianten A) erweist sich auch eine konservierende Bodenbearbeitung mit 15 cm Arbeitstiefe (Varianten C) als geeignet, das Ertragspotential des Standortes auszuschöpfen. Im Jahr 2012 konnten auch die Varianten E hohe Erträge erzielen. Der Wasserverlust in den sehr trockenen Monaten April und Mai war hier als Folge der geringen Bodenbearbeitungsintensität am geringsten. Dies wirkte sich positiv auf die Erträge aus.

Vergleicht man die Ertragsergebnisse beim Einsatz unterschiedlicher Sätechnik, so sind ebenfalls Tendenzen erkennbar, jedoch mit engeren Spannweiten. Die jeweiligen Ertragsunterschiede bei aktiver und passiver Sätechnik sind deutlich geringer als die Differenzen bei Variation der Bearbeitungsintensität zur Grundbodenbearbeitung.

Im Herbst 2010 folgte mit Winterweizen nach Körnermais ein kritisches Fruchtfolgeglied. Die aktuellen Erträge zeigen jedoch, dass auch dieser Fruchtfolgeschritt mit einer konservierenden Verfahrensweise gestemmt werden kann. Sicherlich wurden mit dem Arbeitsgang des Mulchens (Feldhygiene) und der Auswahl einer weniger anfälligen Sorte schon im Vorfeld erste wichtige Schritte gemacht. 2012 lagen die Erträge der Pflugparzelle deutlich über den Erträgen der konservierend bearbeiteten Parzellen. Auf Grund der besseren Frühjahrsentwicklung konnte die Pflugparzelle das sortenspezifische Ertragspotential in 2012 besser ausnutzen.

AMAZONE Versuche auf dem Standort Hellvoetsluis, Niederlande

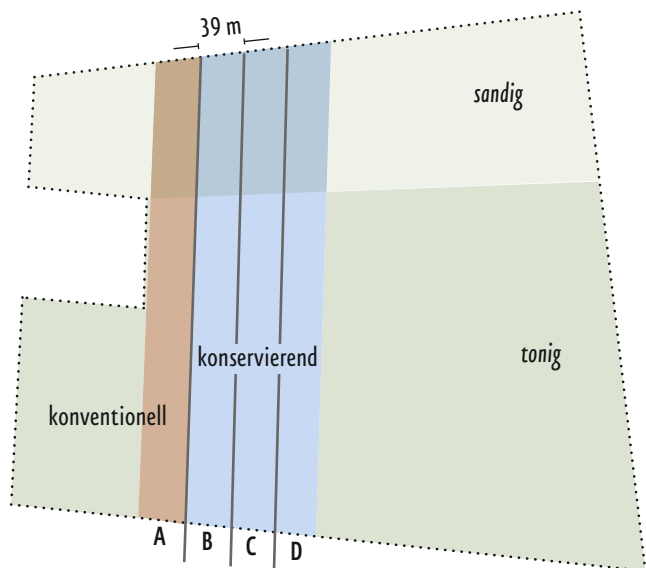
Der Versuchsstandort Hellvoetsluis (30 km südwestlich von Rotterdam) ist durch extreme Boden- und Klima-verhältnisse geprägt. Der Tongehalt des Bodens, einer jungen, schweren Kalkmarsch, schwankt zwischen 30 und 60%, der pH-Wert liegt oberhalb von „7“ und der Humusgehalt bei ca. 5%. Dies sind ideale Verhältnisse für Feldversuche zur dauerhaften Etablierung bodenschonender, kostensparender und konservierender Ackerbauverfahren.

Der Boden ist aufgrund seiner Zusammensetzung und Eigenschaften mechanisch belastbar und neigt kaum zu Strukturschäden, etwa zu Bodenschadverdichtungen. Sein ausgeprägtes Quell- und Schrumpfungsverhalten sichert im Sommerhalbjahr unter trockenen Bedingungen eine gute Sauerstoffversorgung, ist zugleich aber auch die Ursache für Sauerstoffmangel unter feuchten Bedingungen im Winterhalbjahr.

Letzteres definiert den Bedarf an Bearbeitungsintensität. Das hohe Niederschlagsniveau von rund 900 mm/Jahr ist schließlich ausschlaggebend für einen ausgeprägten Bedarf an Bodenlockerung. Nach erster Einschätzung kommen dafür Arbeitstiefen zwischen 15 und 30 cm in Betracht. Dass man hier auch mit Arbeitstiefen von 10 cm und weniger den Boden erfolgreich bearbeiten kann, ist eher unwahrscheinlich.

Standortdaten	
Boden	Kalkmarsch
Klima	Jahresniederschlag 900 mm, durchschnittliche Temperatur: 9,4 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Wintergerste, Winterraps
Fahrgassenbreite	39 m

Abb. 25: Parzellierung der Versuchsflächen auf dem Betrieb Hans van Strien in Hellvoetsluis



Stoppelbearbeitung mit Kurzscheibenegge Catros

Differenzierte Grundbodenbearbeitung auf unterschiedliche Tiefen mit Pflug, Grubber und Tiefenlockerer

Aussaat mit Kreiselgrubber und Aufbausämaschine (KG/AD-P Super)

Versuchsergebnisse im Überblick:

Der schwierige Versuchsstandort in Hellevoetsluis erfordert sowohl bei der Bodenbearbeitung als auch bei der Bestellung eine höhere Intensität. Der Boden muss in den meisten Jahren durchlüftet und abtrocknen können.

Nach Durchlauf einer kompletten Fruchtfolge zeigen die Ertragsergebnisse, dass auch dieser Standort mit konservierenden Verfahren bewirtschaftet werden kann. Allerdings ergibt sich keine eindeutige Präferenz zugunsten einer Variante.

Auch wenn die Fruchtfolge für den Standort Hellevoetsluis eher untypisch ist, sind die Ergebnisse sehr interessant. Sie können auch auf deutsche Marschstandorte übertragen werden.

Tabelle 18: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Standort Hellevoetsluis, Niederlande

	Parzelle A Pflug 25 cm	Parzelle B Mulchsaat 22 cm	Parzelle C Mulchsaat 15 cm	Parzelle D Mulchsaat 22 cm*
Stoppelbearbeitung	Catros, Arbeitstiefe 6 cm			
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm Catros	Cenius 22 cm	Cenius 15 cm	Tiefenlockerer 22 cm
Saatbettbereitung und Aussaat in einem Arbeitsgang	KG – AD-P Super			

* betriebsübliche Bearbeitung mit Tiefenlockerer

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 19: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha), Standort Hellevoetsluis, Niederlande

	Parzelle A Pflug 25 cm	Parzelle B Mulchsaat 22 cm	Parzelle C Mulchsaat 15 cm	Parzelle D Mulchsaat 22 cm*
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm	Cenius 22 cm, Schmalschare	Cenius 15 cm, Wendelschare	Tiefenlockerer 22 cm
Winterweizen 2009	105	112	110	110
Wintergerste 2010	91	85	88	87
Winterraps 2011	45	48	49	50
Winterweizen 2012	89	94	91	90
Winterweizen 2013	82	87	90	84
Wintergerste 2014	61	76	89	74
Winterraps 2015	38	41	42	42

Die Ertragsergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit PD Dr. Voßenrich vom vTI Braunschweig ermittelt

Der Versuchsaufbau

Angepasst an den generellen Versuchsaufbau untersucht AMAZONE in Hellevoetsluis seit Herbst 2008 die verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren mit Pflug und Grubbereinsatz bei abnehmender Bearbeitungsintensität (Blöcke A – C).

Die sonst übliche Variante mit 8 cm Bearbeitungstiefe wird wegen der schweren Bodenverhältnisse nicht untersucht. Hierfür wurde die bisher auf dem Versuchsbetrieb übliche Variante mit einem Tiefenlockerer in die Versuche integriert.

Für die Sätechnik gilt Ähnliches. Aufgrund der eher feuchten Bedingungen zum Aussaatzeitpunkt und damit verbunden eher größeren Saatbettstrukturen wurde auf den Einsatz von passiver Sätechnik verzichtet. Die Aussaat wird klassisch und standortangepasst mit einer aktiven Kombination durchgeführt.

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Hellevoetsluis

Von M. Sc. Michael Mersmann, AMAZONEN-WERKE

Aus den Ertragsergebnissen dieser für die Region untypischen Fruchtfolge Winterweizen – Wintergerste – Winterraps lassen sich noch keine eindeutigen Vorteile für ein bestimmtes Verfahren ableiten. Es wird aber deutlich, dass die Erträge der konservierenden Verfahren in 3 von 4 Jahren über den Erträgen der konventionell bearbeiteten Fläche lagen.

Es zeigt sich erneut, dass auch schwere, feuchte und heterogene Standorte mit konservierenden Verfahren beherrschbar sind. Die Erträge sind über den Betrachtungszeitraum stabil und auf hohem Niveau. Sicherlich muss bei der Auswahl von Bearbeitungstiefe und Sätechnik von Anfang an mit höherer Intensitätsstufe hergegangen werden. Die minimale Mulchsaat scheidet an solchen Standorten eher aus. Auch vom Einsatz passiver Sätechnik sollte Abstand genommen werden.

Neben den Erträgen spielen die Kosten der Bestellung eine wichtige Rolle. Hier schneiden die Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung eindeutig günstiger ab. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf den Kraftstoffbedarf und die Arbeitszeit.



AMAZONE Versuche auf dem Standort Auneau (Frankreich)

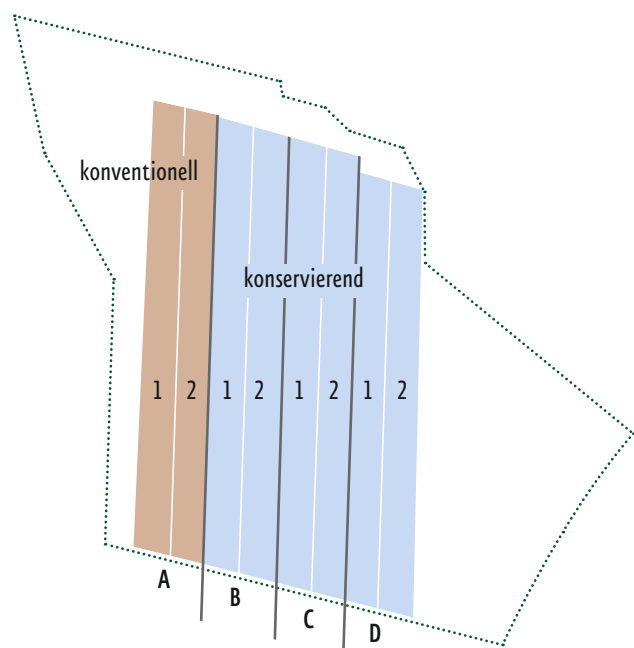
In unmittelbarer Nähe der AMAZONE Niederlassung Auneau befindet sich seit 2008 ein weiterer AMAZONE Versuchsstandort. Auneau liegt in der Nähe von Chartres, der Präfekturhauptstadt des Départements Eure-et-Loir am südwestlichen Rand des Pariser Beckens, einer der wichtigsten Ackerbauregionen Frankreichs.

Mit einem Tongehalt von mehr als 10% eignet sich der Versuchsstandort Auneau sehr gut für die konservierende Bodenbearbeitung. Rund 850 mm jährlicher Niederschlag schränken allerdings den Spielraum für eine reduzierte Bodenbearbeitung ein, da zu hohe Wassergehalte zum begrenzenden Faktor für die Sauerstoffversorgung des Bodens werden können. So kommt auf diesem und ähnlichen Standorten bei der Bodenbearbeitung bisher bevorzugt der Pflug zum Einsatz, da man die Sauerstoffversorgung des Bodens durch den krumentiefen Eingriff vorübergehend sicherstellen kann. Andererseits gibt es in den Departements rund um Auneau bereits verschiedene landwirtschaftliche Betriebe, die ihre Flächen nach einzelnen Fruchtfolgegliedern erfolgreich pfluglos bestellen.

Deshalb stellt sich bei den Versuchen in Auneau vor allem die Frage, ob und wie man bei diesen Standortverhältnissen auch dauerhaft auf die pfluglose Bewirtschaftung umsteigen kann: Mit welchen Arbeitstiefen muss die Mulchsaat durchgeführt werden, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung und ein mindestens gleich hohes Ertragsniveau wie nach Einsatz des Pfluges zu erreichen?

Standortdaten	
Boden	Toniger Lehm (24 % Ton, 46 % Lehm, 30 % Sand)
Klima	Jahresniederschlag: ca. 850 mm durchschnittliche Temperatur: 10,2 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Wintergerste, Wintererbsen

Abb. 26: Parzellierung der Versuchsflächen in Auneau



Stoppelbearbeitung überall mit Kompaktscheibenegge Catros (6 cm Tiefe)
Bodenbearbeitung von A bis D mit abnehmender Bearbeitungsintensität
Saat mit Kreiselgrubber/AD-P Super und Cirrus

Der Versuchsaufbau

Bei den Versuchen in Auneau stehen eine Pflugvariante auf 25 cm Bearbeitungstiefe (Block A) mit verschiedenen konservierenden Varianten auf 22 cm, 15 cm und 8 cm Arbeitstiefe (Blöcke B bis D) im Vergleich (Abb. 26 und Tab. 20). Bei der Saat werden die passiv arbeitende Sämaschine Cirrus Special mit aktiven Säkombinationen auf Kreiseleggen- bzw. Kreiselgrubberbasis verglichen.

Tabelle 20: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Auneau

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 22 cm		Parzelle C Mulchsaat 15 cm		Parzelle D Mulchsaat 8 cm	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2	Variante D1	Variante D2
Stoppelbearbeitung	Catros, Arbeitstiefe 6 cm							
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm		Cenius 22 cm		Cenius 15 cm		Catros 8 cm	
Saatbettbereitung	Catros		-					
Saat	KG – AD-P Super	Cirrus (EDX)	KG – AD-P Super	Cirrus (EDX)	KG – AD-P Super	Cirrus (EDX)	KG – AD-P Super	Cirrus (EDX)

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 21: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha), Standort Auneau

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 22 cm		Parzelle C Mulchsaat 15 cm		Parzelle D Mulchsaat 8 cm	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2	Variante D1	Variante D2
Winterraps 2009	49	49	49	49	45	45	43	43
Winterweizen 2010	75	68	75	68	65	75	57	65
Wintergerste 2011	72	74	73	74	69	70	72	75
Winterraps 2012	45	50	43	35	42	55	48	30

Die Ertragsergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit PD Dr. Voßhenrich vom vTI Braunschweig ermittelt.

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Auneau

Von M. Sc. Michael Mersmann, AMAZONEN-WERKE

Die Rapsenerträge 2009 lagen mit durchschnittlich 46,5 dt/ha auf einem insgesamt hohen, die Weizenenerträge 2010 auf einem eher durchschnittlichen Niveau. Die ersten beiden Parzellen der Bodenbearbeitung (A und B) erreichten dabei identische Erträge. Demzufolge kann man an diesem Standort auch mit einer intensiven, konservierenden Bodenbearbeitung stabile Erträge erzielen. Mit zunehmender Verringerung der Eingriffsintensität sinkt das Ertragniveau. So bringt die Parzelle mit der geringsten Bearbeitungstiefe in der Mehrzahl der Jahre den geringsten Ertrag. Daraus lässt sich ableiten, dass eine gewisse Mindestbearbeitungsintensität an diesem Standort unabdingbar ist.

Auswirkungen auf das Ertragsniveau, die durch den Einsatz unterschiedlicher Säetechniken bedingt sind, konnten 2009 und 2010 nicht eindeutig einer bestimmten Säetechnik zugeordnet werden. Während 2009 beide Säemaschinen noch auf gleichem Niveau ansiedelten, konnten 2010 sowohl die aktive Säetechnik als auch

die passive in Abhängigkeit der Bearbeitungsintensität höhere Ertragserfolge verbuchen. Eine eindeutige Tendenz kann nicht abgeleitet werden.

2012 kam anstatt der Säkombination Cirrus eine Einzelkornsämaschine EDX mit 45 cm Reihenabstand ohne Saatbettbereitungselemente zum Einsatz. Die Aussaat mit der EDX erfolgte erst 10 Tage nach dem Einsatz der Kreiselgrubber-Sämaschinen-Kombination. Somit konnten die Ergebnisse der Säetechniken in 2012 nicht direkt miteinander verglichen werden. Trotz des späteren Aussaattermins konnten mit den EDX-Varianten A2 und C2 die höchsten Erträge erzielt werden. Allerdings wird aufgrund der großen Schwankungsbreite bei den Ertragsergebnissen der EDX auch deutlich, dass die Voraussetzungen stimmen müssen. Ein Verzicht auf die Saatbettbereitung in Verbindung mit dem späteren Aussaattermin wirkte sich in den Parzellen B und D trotz der präzisen EDX-Saatgutablage nachteilig auf den Ertrag aus.

AMAZONE Versuche auf dem Standort Tickhill (South Yorkshire), England

Tickhill liegt in der Mitte Englands in der Nähe von der Stadt Doncaster – südlich von Sheffield und östlich von Manchester. In dieser landwirtschaftlich geprägten Region überwiegen mittlere bis große Flächenstrukturen. Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen mit durchschnittlich rund 750 mm deutlich höher als im Süden Englands, wo schon seit vielen Jahren die nichtwendende Bodenbearbeitung auf breiter Ebene praktiziert wird.

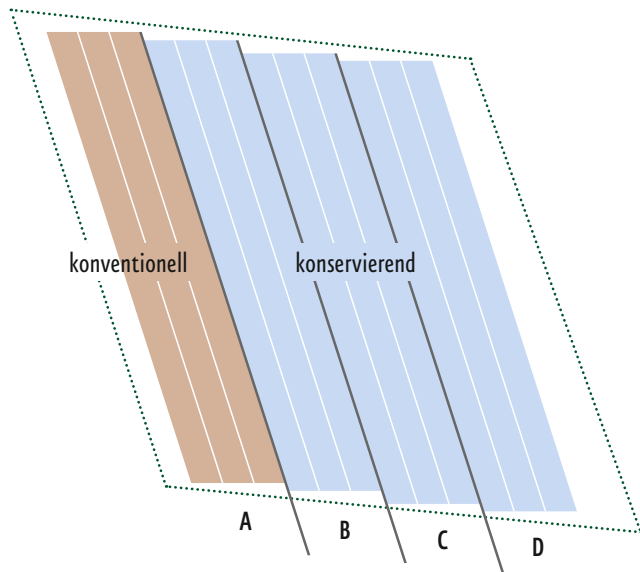
Der Versuchsstandort liegt auf einem Kalksteinrücken nördlich des Dorfes Tickhill. Die mittleren, tonhaltigen Böden haben eine Mächtigkeit bis 50 cm und ruhen auf Kalk als Ausgangsgestein. Die Niederschläge sind ausgewogen über das Jahr verteilt.

Die Versuchsfrage für den Standort Tickhill lautet, ob Mulchsaat auch unter den feuchteren Bedingungen dieses Standorts in einer engen Getreide-Raps-Fruchtfolge nachhaltig möglich ist? Langfristig ist außerdem zu klären, welche Effekte im Hinblick auf die Verungrasung auftreten können und welches Hygienemanagement erforderlich ist.

Die Anlage der Versuchspartellen entspricht der klassischen Struktur des AMAZONE Versuchswesens. Nach der Ernte erfolgt auf der gesamten Fläche zunächst eine Stoppelbearbeitung auf maximal 8 cm Tiefe, um Unkräuter zu bekämpfen und Ausfallgetreide zum Auflaufen zu bringen. Die Bodenbearbeitung wird in vier verschiedenen Intensitätsstufen durchgeführt. Sie umfasst die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug (Parzelle A) und die nichtwendenden Bearbeitungsvarianten mit tieferer Lockerung auf 22 cm bzw. 15 cm (Parzelle B und C). In Parzelle E erfolgt die Bodenbearbeitung auf einem Niveau von nur 8 cm Tiefe. Die Aussaat erfolgt mittels aktiv und passiv unterstützter Sätechnik, die auf die Erfordernisse des Standortes abgestimmt ist.

Standortdaten	
Boden	Tiefer Kalkstein, Klasse 1 Ackerland – 60 Punkte
Klima	Jahresniederschlag: 750 mm durchschnittliche Temperatur: 9,0 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Wintergerste, Winterweizen, Winterackerbohnen, Wintergerste, Winterraps, Winterweizen
Fahrgassenbreite	28 m

Abb. 27: Parzellierung der Versuchsflächen auf der Woolthwaite Farm in Tickhill



Stoppelbearbeitung auf allen Flächen mit einer Catros Kompaktscheibenegge (8 cm Tiefe)

Differenzierte Grundbodenbearbeitung auf unterschiedliche Tiefen mit Pflug, Cenius Mulchgrubber und Kompaktscheibenegge

Aussaait mit Kreiselgrubber-Säkombination (KG/AD-P Super), gezogener Sämaschine Cirrus und Cayena Zinkendillmaschine

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Tickhill

von M. Sc. Michael Mersmann, AMAZONEN-WERKE

Die für die Region typische Fruchtfolge am Standort Tickhill besteht im Wesentlichen aus Wintergetreide. Die Ergebnisse aus den ersten Versuchsjahren zeigen, dass die Erträge bei konservierender Bodenbearbeitung mit denen aus dem klassischen Pflugsystem mithalten

Versuchsergebnisse im Überblick:

Wie an vielen anderen Versuchsstandorten hängt die Ertragshöhe auch in Tickhill in erster Linie von Art und Intensität der Grundbodenbearbeitung ab.

An diesem Standort scheint im Durchschnitt aller Jahre neben der konventionellen Bearbeitungstechnik die konservierende Bearbeitung mit einer Arbeitstiefe von ca. 15 cm die richtige Wahl zu sein, um der speziellen Heterogenität des Bodens Rechnung zu tragen. Ist ein entsprechendes Saatbett schon vor der Aussaat vorhanden, so ist die Intensität jeglicher weiteren Bearbeitung bei der Aussaat völlig irrelevant.

Tabelle 22: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Tickhill

	Parzelle A Pflug 25 cm			Parzelle B Mulchsaat 22 cm			Parzelle C Mulchsaat 15 cm			Parzelle D Mulchsaat 8 cm		
	Variante A3	Variante A2	Variante A1	Variante B3	Variante B2	Variante B1	Variante C3	Variante C2	Variante C1	Variante D3	Variante D2	Variante D1
Stoppelbearbeitung	Catros, Arbeitstiefe 8 cm											
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm – Catros			Cenius 22 cm			Cenius 15 cm			Catros 8 cm		
Saatbettbereitung und Aussaat	KG-AD-P Super	Cirrus	Cayena	KG-AD-P Super	Cirrus	Cayena	KG-AD-P Super	Cirrus	Cayena	KG-AD-P Super	Cirrus	Cayena

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 23: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha), Standort Tickhill

	Parzelle A Pflug 25 cm			Parzelle B Mulchsaat 22 cm			Parzelle C Mulchsaat 15 cm			Parzelle D Mulchsaat 8 cm		
	Variante A3	Variante A2	Variante A1	Variante B3	Variante B2	Variante B1	Variante C3	Variante C2	Variante C1	Variante D3	Variante D2	Variante D1
Winterweizen 09/10	320 Saatkörner/m ² (Cordiale)											
Aussaatmenge	320 Saatkörner/m ² (Cordiale)											
Feldaufgang Pfl./m ²	264	260	219	456	248	275	280	308	225	336	212	384
Ertrag dt/ha	127	136	133	138	142	124	135	134	136	123	119	98
Winterweizen 11/12	294 Saatkörner/m ² (Oakley)											
Aussaatmenge	294 Saatkörner/m ² (Oakley)											
Feldaufgang Pfl./m ²	184	274	184	192	196	173	174	216	147	170	204	160
Ertrag dt/ha	99	99	103	103	107	98	98	101	99	104	105	105
Wintergerste 12/13	333 Saatkörner/m ² (Cassia)											
Aussaatmenge	333 Saatkörner/m ² (Cassia)											
Feldaufgang Pfl./m ²	306	278	261	258	294	271	279	250	252	218	300	257
Ertrag dt/ha	101	106	103	113	107	99	103	105	99	102	94	85
Winterraps 13/14	69 Saatkörner/m ² (Castille)											
Aussaatmenge	69 Saatkörner/m ² (Castille)											
Feldaufgang Pfl./m ²	53	56	42	45	67	46	60	67	38	43	61	44
Ertrag dt/ha	42	43	41	46	45	42	40	46	43	46	45	46
Winterweizen 14/15	325 Saatkörner/m ² (Claire)											
Aussaatmenge	325 Saatkörner/m ² (Claire)											
Feldaufgang Pfl./m ²	208	280	252	264	320	168	248	272	252	272	264	246
Ertrag dt/ha	143	134	137	136	135	132	132	135	133	136	135	135
Winterweizen 15/16	350 Saatkörner/m ² (JB Diego)											
Aussaatmenge	350 Saatkörner/m ² (JB Diego)											
Feldaufgang Pfl./m ²	280	304	270	200	272	204	272	248	180	264	264	258
Ertrag dt/ha	131	128	126	126	127	128	131	135	133	133	130	132

Alle aufgeführten Ergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit NIAB TAG ermittelt.
Im Jahr 2010/11 (Winterfeldbohnen) konnten auf Grund von extremen Frostschäden keine Ergebnisse ermittelt werden.

können. Allerdings ist auch auf diesem Standort ein Minimum an Bodenbearbeitungsintensität erforderlich.

So scheint eine Bearbeitungstiefe von ca. 15 cm auch in Tickhill im Durchschnitt der Jahre eine gute Wahl zu sein. Der Einfluss der verschiedenen Säsysteme auf den Ertrag ist hingegen gering. Wichtig ist aber, dass sich das Saatbett zum Zeitpunkt der Aussaat in einem guten, saarfertigen Zustand befindet.

Die ersten Ergebnisse sind ermutigend, dass die konservierenden Bodenbearbeitungssysteme auch auf diesem Standort dauerhaft erfolgreich eingesetzt werden können. Für eine statistisch abgesicherte Untersuchung muss die gesamte Fruchtfolge berücksichtigt werden. Deshalb sind zunächst noch weitere Versuchsjahre abzuwarten. Auch die Fragen hinsichtlich der Feldhygiene (Fusarien, Schwarzbeinigkeit, Acherfuchsschwanz) lassen sich erst dann eindeutig beantworten.

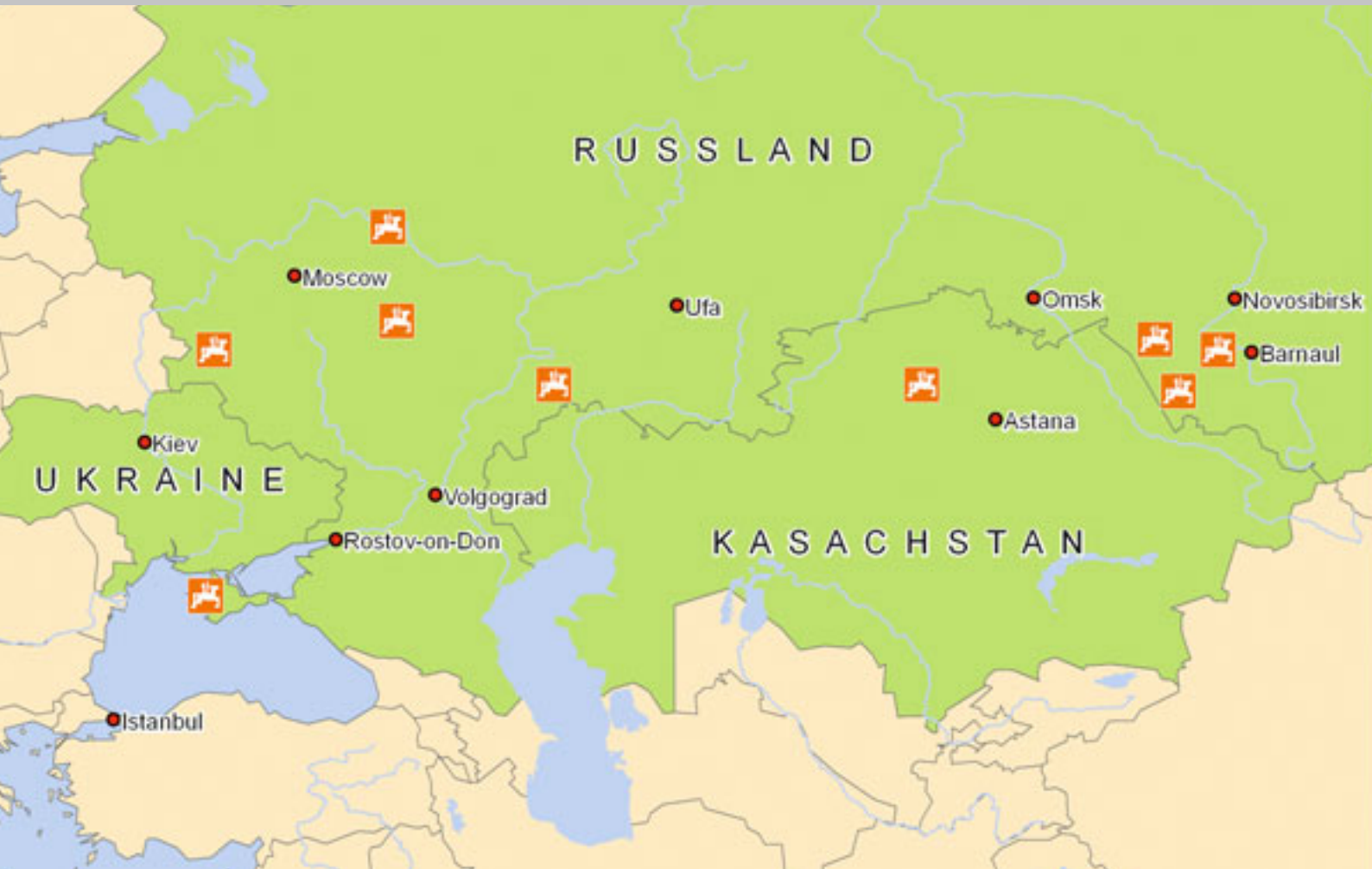


Abb. 29: Lage der Versuchsstandorte in Osteuropa und GUS

AMAZONE Versuche in Osteuropa

Die sehr guten Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem AMAZONE Versuchswesen in Deutschland und die starke internationale Ausrichtung des Unternehmens waren die wesentlichen Impulse, das Versuchswesen auch in der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten GUS zu etablieren. Hier verfolgen die AMAZONEN-WERKE verschiedene Ziele. Zum einen werden spezielle Entwicklungen für diese Strukturen und Verhältnisse im praktischen Einsatz getestet. Zum anderen werden moderne und effiziente Verfahren an typischen Standorten, die den verschiedenen agroklimatischen Regionen entsprechen, untersucht. Auf diese Weise kann AMAZONE auch in den neuen Märkten als kompetenter Partner zu Verfahrens- und Ackerbaufragen auftreten und die Landwirte optimal beraten.

So führt AMAZONE mittlerweile an insgesamt sieben Standorten in Osteuropa Versuche zu Bodenbearbeitung und Saat durch. Dabei wird, je weiter man nach Osten kommt, der Einfluss kontinentaler Klimaverhältnisse mit nur geringen Niederschlägen immer größer. Lange

und extrem kalte Winterperioden, die nahezu Übergangslos in heiße Sommerperioden übergehen, führen dazu, dass meist nur Sommerungen angebaut werden können. Für die Bestellung steht nur eine kurze Zeitspanne zur Verfügung, wobei die Bodenbearbeitung nicht nur mit deutlich verringerter Intensität, sondern – bei überwiegend sehr großen Betriebsstrukturen – auch mit sehr großen Arbeitsbreiten erfolgt.

Weil es wegen der speziellen klimatischen Verhältnisse vor allem darauf ankommt, besonders schonend mit dem Wasserhaushalt der Böden umzugehen, ist hier oftmals die Direktsaat das optimale Verfahren. Mit den Direktsaatmaschinen Primera DMC und Condor bietet AMAZONE zwei verschiedene Maschinen an, die auch in den entsprechenden Versuchen zum Einsatz kommen. Von den verschiedenen Versuchsstandorten stellen wir Ihnen hier exemplarisch Versuchsergebnisse aus Vladimir in Russland sowie Rodina in Kasachstan vor.

AMAZONE Versuche auf dem Standort Lednewo bei Vladimir (Russland)

Der Versuchsstandort Lednewo liegt ca. 50 km nördlich von Vladimir und ca. 250 km östlich der Hauptstadt Moskau, an der Achse Moskau – Kazan.

Der Standort liegt im Oblast Vladimir und zählt zu den Nicht-Schwarzerde-Standorten, in denen klassischerweise Tierproduktion betrieben wird.

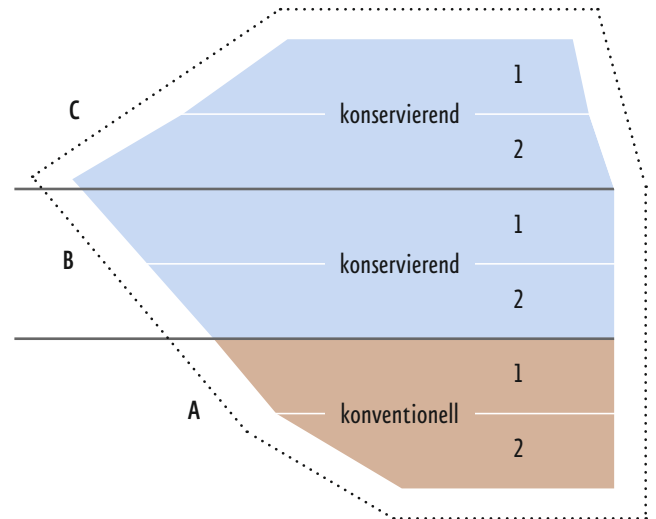
Die Böden sind hier tendenziell schwerer und schwierig zu bearbeiten. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge liegt bei ca. 650 mm/Jahr.

Den Versuchsstandort Lednewo gibt es seit 2007. Er wird in Zusammenarbeit mit dem landwirtschaftlichen Betrieb OAO Lednewo, der russischen Beratungsgesellschaft Consultant Agro, dem Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des vTI Braunschweig und den AMAZONEN-WERKEN betrieben.

Die Versuchsfrage lautet hier: Können die konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren auch auf Kontinental-klima-geprägten Standorten überzeugen?

Standortdaten	
Boden	Lehm, degradierte Schwarzerde
Klima	Jahresniederschlag 650 mm, durchschnittliche Temperatur: 5,0 °C
Fruchtfolge	Winterweizen, Sommergerste, Sommerraps
Fahrgassenbreite	18 m

Abb. 30: Parzellierung der Versuchsflächen auf dem Betrieb OAO Lednewo bei Vladimir



Parzelle A wird konventionell mit dem Pflug bearbeitet, die Parzellen B und C konservierend in Mulchsaat, jeweils mit 2 Aussaatstärken (bei Raps mit unterschiedlichen Aussaat-techniken).

Stoppelbearbeitung auf allen Flächen mit der Kompaktscheibenegge Catros (6 cm Tiefe)

Differenzierte Grundbodenbearbeitung auf unterschiedlichen Tiefen mit Pflug, Grubber und Kompaktscheibenegge

Aussaat mit gezogener Säkombination Cirrus (passive Sätechnik), Raps auch mit D9 6000-TC

Feldtag am Versuchsstandort Lednewo (Russland) im August 2011.



Tabelle 24: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat, Standort Lednevo

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 15 cm		Parzelle C Mulchsaat 8 cm	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2
Stoppelbearbeitung	Catros 6 cm					
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm Catros		Centaur 15 cm		Catros 8 cm	
Saatbett und Saat	Cirrus					

abnehmende Bearbeitungsintensität

Tabelle 25: Ertragsergebnisse im Vergleich (dt/ha), Standort Lednevo

	Parzelle A Pflug 25 cm		Parzelle B Mulchsaat 15 cm		Parzelle C Mulchsaat 8 cm	
	Variante A1	Variante A2	Variante B1	Variante B2	Variante C1	Variante C2
Winterweizen 2010 Aussaatstärke Kö/m ²	500	400	500	400	500	400
Ertrag dt/ha	33	32	36	38	35	36
Sommergerste 2011 Aussaatstärke Kö/m ²	400	350	400	350	400	350
Ertrag dt/ha	27	27,5	32	29	28,5	25,5
Sommerraps 2012 Aussaatstärke 2,8 kg/ha	Cirrus 6001	D9 6000-TC	Cirrus 6001	D9 6000-TC	Cirrus 6001	D9 6000-TC
Ertrag dt/ha	21	25	25	23	28	26

Die Ertragsergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit PD Dr. Voßhenrich vom vTI Braunschweig ermittelt.



Erste Ergebnisse:

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die konservierenden Verfahren unter kontinentalem und aridem Einfluss zu einer deutlichen Steigerung des Ertrages beitragen können.

Aufgrund der im Vergleich zu Westeuropa geringeren Stroherträge kann die Bodenbearbeitung mit wesentlich geringerer Intensität durchgeführt werden.

Optimale Bedingungen zum Aussaatzeitpunkt – in agronomischer wie agrotechnischer Hinsicht – erlauben eine deutliche Verringerung der standortüblichen Saatstärken, ohne dass es zu Ertragseinbußen kommt.



Großflächensämaschine Condor mit 12 m Arbeitsbreite.

Betrieb Rodina (Kasachstan)

Standortdaten	
Betriebsgröße	ca. 42.000 ha
Boden	flachgründende Steppenböden
Klima	Jahresniederschlag: durchschnittlich ca. 240 mm Temperatur: durchschnittlich 3 °C
Fruchtfolge	Mais, Sommerweizen, Sommerweizen, Schwarzbrache

In Kasachstan sind die Rahmenbedingungen für den Ackerbau vor allem von Wassermangel und Erosionsgefahren geprägt. So fallen nur 200 bis 300 mm Niederschlag/Jahr, hinzu kommen bei Sommertemperaturen von bis zu 40 °C hohe Verdunstungsraten. Steppenwinde trocknen den Boden zusätzlich aus und verursachen Bodenerosionen.

Das Ertragsniveau von Getreide bewegt sich im Bereich von 0,5 bis 1,5 Tonnen/ha. Um unter diesen Bedingungen wirtschaftlich Landwirtschaft betreiben zu können, sind

die Betriebe in Kasachstan mit Flächenausstattungen von 5.000 bis 40.000 ha/Betrieb um ein Vielfaches größer als in Westeuropa. Hier müssen Landmaschinen mit besonders hoher Schlagkraft und dementsprechend großen Arbeitsbreiten ausgerüstet sein.

Auf den Flächen des Betriebes Rodina in der Nähe von Astana führt AMAZONE Bodenbearbeitungs- und Säversuche mit unterschiedlichen Verfahren und Maschinen durch. Dies erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Getreideforschung „Barajew“ Shortandy, Dr. Kanat Akshalov. Das Institut zeichnet für die Umsetzung, Bonitur und Auswertung der Versuche verantwortlich.

Beim hier beschriebenen Versuch stehen drei Verfahren im Vergleich (siehe Tab. 26):

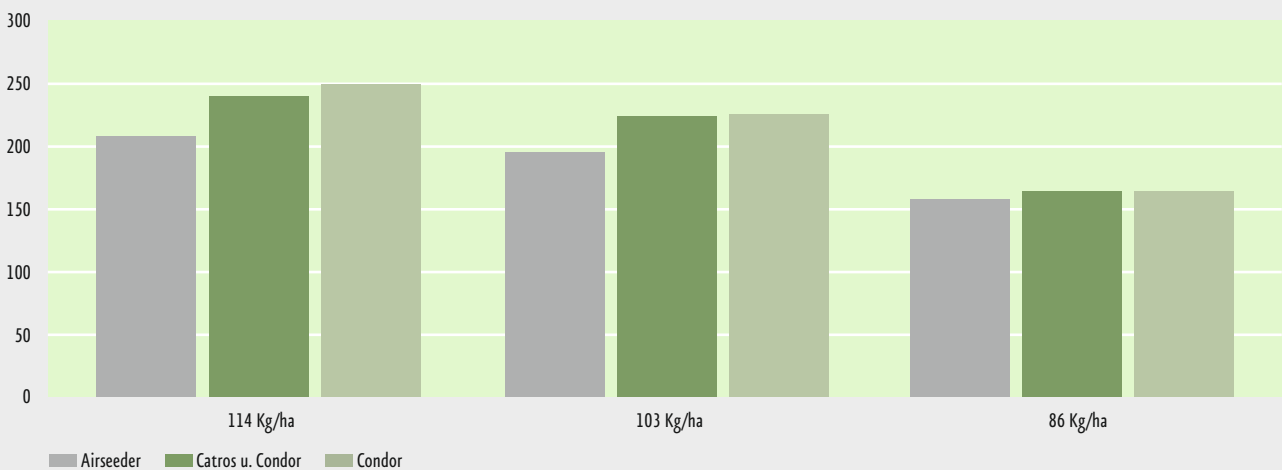
1. Traditionelle Direktsaat mit breit schneidenden Flügelscharen (Airseeder)
2. Saatbettbereitung mit Catros, Aussaat mit Condor (schmale Zinkenschare)
3. Direktsaat mit Condor (schmale Zinkenschare)

Tabelle 26: Versuchsvarianten bei Bodenbearbeitung, Standort Rodina

	Konventionelle Saat			Minimalbodenbearbeitung			Direktsaat		
	Variante A1	Variante A2	Variante A3	Variante B1	Variante B2	Variante B3	Variante C1	Variante C2	Variante C3
Aussaatstärken (kg/ha)	86	103	114	86	103	114	86	103	114
Bodenbearbeitung	-			Cenius 15 cm			-		
Vorauflauf Herbizidbehandlung	nur bei Aussaat am 24.5.2008								
Aussaat	Airseeder 12 m			Condor 12 m			Condor 12 m		

Abb. 31: Feldaufgang von Sommerweizen bei unterschiedlichen Aussaatstärken nach 10 Tagen (Pflanzen/m²), Versuchsstandort Rodina

Feldaufgang Pflanzen/m²



Bei Einsatz eines Airseeders werden die Stoppeln der Vorfrucht mit dem Boden vermischt.



Nach Einsatz der Condor erfolgt ein schnellerer Feldaufgang. Außerdem wachsen die jungen Kulturpflanzen zwischen den Stoppeln der Vorfrucht auf, was die Erosionsgefahren verringert.

Alle Varianten sind jeweils in den Aussaatstärken 86 kg/ha, 103 kg/ha und 114 kg/ha angelegt. In 2008 wurden die Versuche zunächst ohne zusätzliche Düngergabe durchgeführt. Dies wird in den Folgejahren zusätzlich untersucht.

Die Aussaat 2008 wurde an zwei verschiedenen Terminen durchgeführt (14. + 24.05.). Auf den später gesäten Flächen fand zusätzlich eine Vorauflauf-Herbizidbehandlung statt. Alle Versuchspartzen waren jeweils 24 m breit und 1.500 m lang.

Die generelle Versuchsfrage lautet: Welche Techniken und welche Aussaatstärken eignen sich unter den Bedingungen der Trockensteppe Kasachstans für einen schnellen Feldaufgang, die optimale Erhaltung und Ausnutzung der Bodenwasservorräte sowie den Erosionsschutz?

Kommentar zu den Versuchsergebnissen

Von Dr. Tobias Meinel, AMAZONEN-WERKE

Als erstes Ergebnis der Versuche zeigte sich der außerordentlich schnelle Feldaufgang auf den Partzen, welche mit der Condor gesät worden waren (Abb. 31). Die Condor erreichte z.B. bei einer Aussaatstärke von 103 kg einen höheren Feldaufgang als das traditionelle Verfahren mit dem Airseeder bei einer Aussaatstärke von 114 kg. Die Gründe für die auch ansonsten durchweg besseren Feldaufgangsergebnisse nach Einsatz der Condor dürften in der guten Boden Anpassung der Schare sowie den schmalen Openern, die nur ein Minimum an Bodenbewegung verursachen, zu finden sein. So trocknet der Oberboden weniger aus, dem Saatgut steht mehr Wasser zur Verfügung. Der bessere Saat-Boden-Kontakt wird durch die sehr gute Rückverfestigung der nachlaufenden Andruckrollen der Condor-Schare unterstützt.

Die Weiterentwicklung der Bestände wurde vor allem durch geringe Niederschläge beeinflusst. So fielen von Mai bis Juli nur 35 mm Niederschlag und in dem für die Ertragsbildung wichtigen Monat Juni keine Niederschläge. Das führte zu verstärkter Wasserkonkurrenz zwischen Kulturpflanzen und Unkräutern.



Mit Hilfe des Packerrads hinter den ConTeC-Scharen der Condor kommt es zu einer Rückverfestigung, die für den Bodenschluss des Saatgutes sorgt.

V Versuchsergebnisse im Überblick:

Im Vergleich zu den Flügelscharen des traditionellen Airseeders führen die gute Boden Anpassung und Ablagequalität der Condor-Schare zu deutlich besseren Feldaufgängen. So lässt sich bis zu 1/3 Saatgut einsparen.

Bei Einsatz der Condor werden die besten Ertragsergebnisse in Kombination mit geringen Aussaatstärken von 83 kg/ha erreicht.

Zugleich ist eine Herbizidbehandlung zu empfehlen, um Wasserkonkurrenz durch Unkraut zu minimieren.

Erosionsgefahren sind bei Einsatz der Condor deutlich geringer, weil die Stoppeln der Vorfrucht nicht in den Boden eingemischt werden.

Die Condor führt zu einer deutlichen Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses, da man nicht nur bis zu 1/3 Saatgut spart, sondern auch bis zu 40% weniger Kraftstoff verbraucht.

Die Ertragsergebnisse (s. Tab. 27) spiegeln dies deutlich wieder: Vergleicht man die Ergebnisse des früheren Aussaatzeitpunktes (14.05.08, ohne Herbizidbehandlung), so zeigt sich, dass bei beiden Varianten mit intensiver Bodenbewegung (Catros/Condor bzw. Airseeder) die Erträge über alle Aussaatstärken höher waren als bei der Direktsaatvariante mit der Condor. Offenbar wurde der Unkrautdruck durch die intensive Bodenbewegung verringert.

Im Gegensatz dazu blieben die Positiv-Effekte des höheren Feldaufgangs auf den später gesäten Parzellen (24.05.08, mit Herbizidbehandlung) offenbar bis in die Phase der Ertragsbildung erhalten. Als Folge der Herbizidbehandlung kam es nicht zu einer Wasserkonkurrenz durch Unkraut, was die guten Ertragsergebnisse der Condor erklärt.

So wurden bei den niedrigeren Aussaatraten in der Condor-Variante (C 1, C 2) Erträge von 8,3 bzw. 8,4 dt/ha erreicht. Das beweist die extrem wichtige Rolle einer Unkrautkontrolle durch Herbizide. Dass bei der Condor-Variante C 3 die Erträge abfallen, ist durch Konkurrenzeffekte innerhalb der Reihen zu erklären, die bei zu hohen Aussaatstärken entstehen. In der Variante B 3, wo eine Vorarbeit mit dem Catros stattfand, treten diese Effekte nicht auf, da durch die Bodenbewegung eine höhere Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanzen entsteht. Vermutlich hätten auch die früher gesäten Parzellen (Aussaat am 14.05.2008) bei einer Nachauflauf-Herbizidbehandlung genauso gute Ergebnisse wie die später gesäten Parzellen erbracht. Denn durch die längere Vegetationsphase könnte die nur knapp vorhandene Feuchtigkeit effektiver für die Assimilation genutzt werden.

Insgesamt zeigen diese Versuche, dass man bei Einsatz der Condor sowie reduzierten Aussaatmengen (ca. 30%) höhere Erträge als im bisherigen Verfahren mit Airsee-

dern erreichen kann. Auf der Kostenseite kommt neben den verringerten Saatgutkosten hinzu, dass bei Einsatz der Condor etwa 1,5 l Diesel/ha weniger verbraucht werden als bei entsprechenden Airseedern (ca. 5 l/h). Die verminderten Kosten wirken sich, wenn man sie auf die Gesamtfläche eines Ackerbaubetriebes in Kasachstan umrechnet, als bedeutsame Einsparung aus.

Auch die Erosionsgefahren sind bei Einsatz der Condor deutlich geringer. Anders als die traditionellen Airseeder, welche die Stoppeln der Vorfrucht mehr oder weniger stark in den Boden einmischen, legt die Condor das Saatgut im Saatschlitz neben den Stoppeln ab, die Stoppeln bleiben stehen. So werden die Windgeschwindigkeiten an der Bodenfläche deutlich reduziert.

Tabelle 27: Ertragsergebnisse in dt/ha (Sommerweizen), Standort Rodina (Kasachstan), August 2008

	Konventionelle Saat			Minimalbodenbearbeitung			Direktsaat		
	Variante A1	Variante A2	Variante A3	Variante B1	Variante B2	Variante B3	Variante C1	Variante C2	Variante C3
Aussaat am 14.5.2008	7,7	7,3	6,7	8,1	7,5	6,2	5,6	6,5	5,4
Aussaat am 24.5.2008	6,7	7,3	6,5	8,7	8,3	8,1	8,3	8,4	5,4



Die Partner im Projekt KULUNDA

GEFÖRDERT VOM



KULUNDA – ein internationales Forschungsprojekt für innovativen Ackerbau in den Trockenfeldbauregionen Sibiriens und Nordkasachstans

Im Rahmen einer großen Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Forschung und Bildung (BMBF) wurde KULUNDA im Oktober 2011 gestartet. Unter dem globalen Ansatz „Nachhaltiges Landmanagement“ führen elf deutsche und russische Forschungseinrichtungen mit insgesamt rund 65 Wissenschaftlern Untersuchungen zur langfristigen Eindämmung der Bodenerosion, zum Humusaufbau und zur Stabilisierung der Erträge in den agrarisch genutzten Steppenräumen Südwestsibiriens durch. In diesen Regionen ist es seit ihrer Urbarmachung in den 1950er und 1960er Jahren zu massiven Bewirtschaftungsproblemen durch verheerende Erosionsereignisse und eine massive Auslaugung der Böden gekommen. Hauptziel des KULUNDA-Projektes ist es, einen Beitrag zur globalen Ernährungssicherung der Zukunft zu leisten und wirksam gegen die menschlich verursachte CO₂-Emission vorzugehen.

Die AMAZONEN-WERKE fördern das Projekt mit über 500.000 Euro. Dabei geht es um die Entwicklung und Erprobung ackerbaulicher und technischer Innovationen für eine zukunftsweisende Landbewirtschaftung in der südsibirischen Kulundasteppe sowie anderen Steppenregionen Russlands und Kasachstans.

Massive Winderosion durch übermäßige Bodenbearbeitung in Trockensteppenregionen Nordkasachstans.



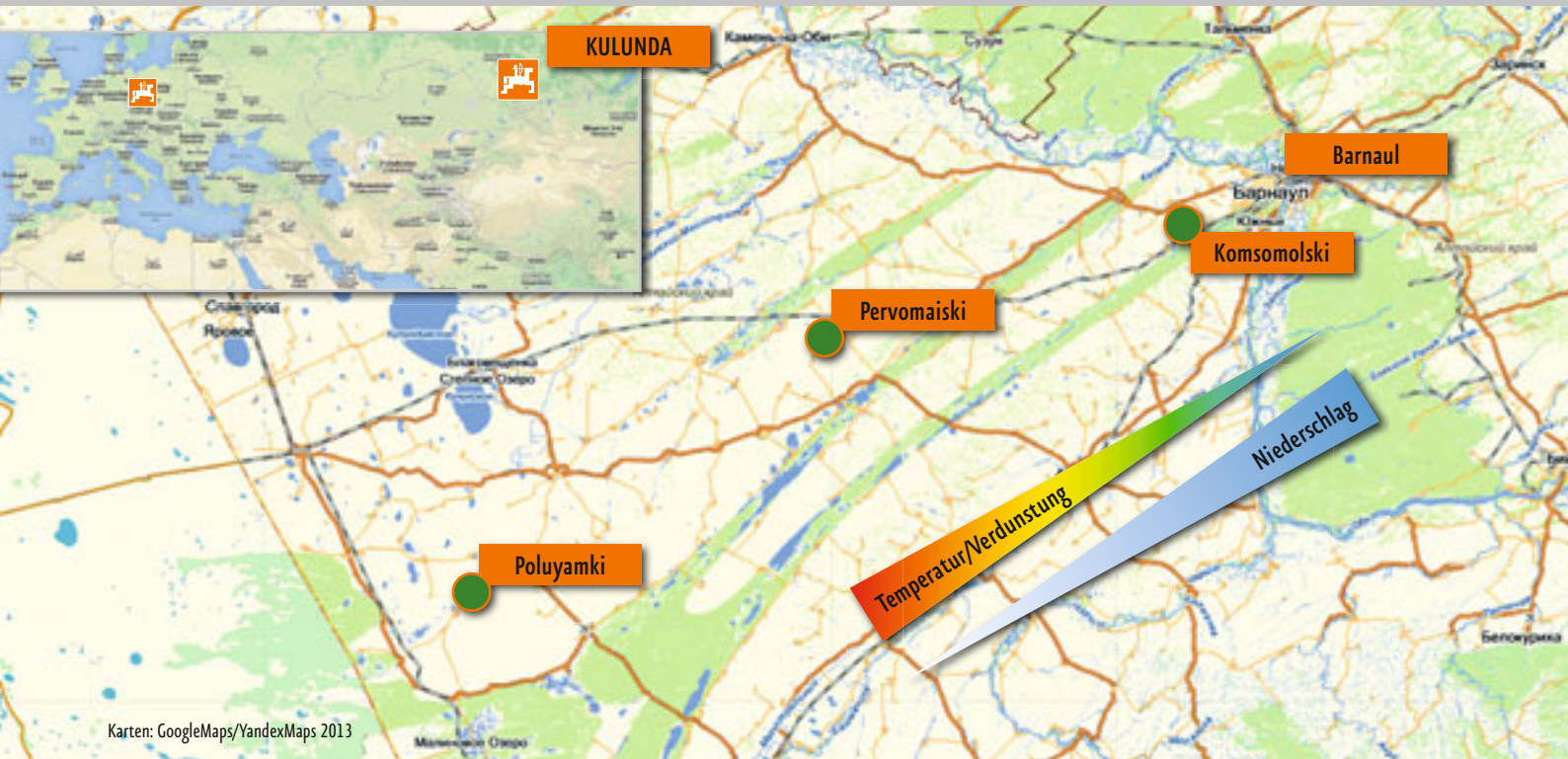


Abb. 32: Die Versuchsstandorte des KULUNDA-Projektes liegen in Südwestsibirien entlang eines Klimagradienten

Das Vorhaben im Detail

In enger Zusammenarbeit mit der Staatlichen Agraruniversität (ASAU) in Barnaul starteten die AMAZONEN-WERKE im Frühjahr 2012 eine mehrjährige Versuchskampagne. Ziel ist es, unter verschiedenen regionalen Klimaten und wechselnden Böden, die Effekte konventioneller und moderner Ackerbauverfahren auf Boden und agronomische Parameter zu untersuchen.

Mit Hilfe innovativer Technologien und Verfahren, vor allem Direktsämaschinen mit schmalen Meißelscharen, sollen langfristig die Erträge stabilisiert werden, mehrgliedrige Fruchtfolgen etabliert und vermarktungsfähig gemacht werden; außerdem soll der Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln effizient und rational gestaltet werden. Vorbildcharakter haben dabei Anbauverfahren und technische Lösungen, wie sie in den Trockenfeldbauregionen Südkanadas zum Einsatz kommen.

Im Bereich der technischen Entwicklung liegt ein besonderes Augenmerk auf Scharsystemen, die es erlauben, mit Hilfe möglichst extensiver Bestellverfahren eine deutliche Kraftstoff- und Zeitersparnis zu erreichen. Durch innovative Düngeverfahren sollen die Kulturen optimal mit Nährstoffen versorgt werden.

Die Umsetzung

An drei Standorten der Kulundaregion sind mehrjährige Feldversuche angelegt worden. Die Versuchsbetriebe Komsomolski und Pervomaiski befinden sich auf humusreichen Schwarzerdestandorten (russ. Tschernoseme) in der feuchteren Waldsteppe sowie in der typischen Langgrassteppe. Der dritte Standort Poluyamki liegt nahe der kasachischen Grenze und repräsentiert Ausgangsbedingungen, wie sie in den meisten Regionen der extremen Kurzgrasrockensteppen Sibiriens und Nordkasachstans zu finden sind. Dort haben die Landwirte bis heute mit verheerenden Umweltschäden und Ernteverlusten durch Erosion, Dürre und magere Böden zu kämpfen.

Speziell für diese Versuche entwickelten die AMAZONEN-WERKE eine Versuchsmaschine mit 3 m Arbeitsbreite. Die wendige pneumatische Sämaschine erleichtert die Aussaat auf den Versuchspartellen und kann aufgrund ihrer Leichtzügigkeit bereits mit einem Traktor der 80 PS-Klasse gezogen werden. Technische Neuerungen lassen sich mit Hilfe dieses Systems schneller montieren und in den Feldversuchen erproben.

An allen Standorten werden drei Ackerbauverfahren untersucht. Dabei ist der Vergleich der eingesetzten Landtechnik ein wichtiger Teil innerhalb der untersuchten Bewirtschaftungsverfahren, die jedoch weitere Untersuchungsparameter wie Fruchtfolgen, kultur- und wetterabhängige Aussaatzeitpunkte und Saattiefen, Reihenweiten und Aussaatraten, Dünge- und Pflanzenschutzstrategien sowie das Strohmanagement umfassen.

Konventionelle und moderne Anbauverfahren im Vergleich

Verfahren 1 ist die moderne Direktsaat mit Condor-Meißelscharen. Eine weitere Bearbeitung des Bodens entfällt. Die viergliedrige Fruchtfolge besteht aus Sommerweizen, Felderbsen, Sommerweizen und Sommerrap. Die Düngung erfolgt direkt mit der Saat mit betriebsüblichem NPK-Dünger. Der Pflanzenschutz erfolgt ausschließlich chemisch. Obligatorisch wird eine in der Region Altai bisher wenig praktizierte Herbstapplikation auf Basis des Wirkstoffes Glyphosat durchgeführt. Ausfallgetreide und spät keimende Unkräuter sowie Ungräser werden somit noch vor dem Winter dezimiert. Das soll die Gefahr ihrer Überwinterung und somit den höheren Unkrautdruck im folgenden Frühjahr minimieren. Weiter wird, abhängig vom Unkrautdruck im Frühjahr, im Voraufbau mit Glyphosat bzw. gezielt im Bestand mit selektiven Wirkstoffen gearbeitet.

Verfahren 2 ist das modernisierte Verfahren mit überwiegend konventioneller Technik. Vor der Saat wird zunächst eine flache Saatbettbereitung durchgeführt. Die Saat erfolgt mit konventionellen Sämaschinen vom Typ C3П bzw. C3C. Die C3П als mechanische Zweischeiben-Drille fordert eine eigene Saatbettbereitung mit Feingrubber oder Scheibenegge. Die C3C mit Flügelscharöffnern entbindet von der Pflicht einer eigenständigen Saatbettbereitung. Diese Maschine ist in den 1970er Jahren speziell für Trockensteppenregionen der ehemaligen Sowjetunion konzipiert worden. Die Düngergabe erfolgt bei diesem Konzept ebenfalls direkt mit der Saat. Der chemische Pflanzenschutz erfolgt, wie im modernen Verfahren, obligatorisch im Herbst und im Frühjahr im Voraufbau (Glyphosat), bzw. gezielt im Bestand mit den jeweils erforderlichen Mitteln. Auf eine tiefe Herbstbodenbearbeitung wird verzichtet. Die viergliedrige Fruchtfolge besteht hier aus Sommerweizen, Felderbsen, Sommerweizen und Sommerrap.

Bei Verfahren 3, dem konventionellen sowjetischen Verfahren, wurde bewusst eine extrem intensive Ausrichtung gewählt. Obwohl schon seit den 1980er Jahren eine Vielzahl der Betriebe in der Region Kulunda nicht mehr so arbeitet, fielen im Zuge der wirtschaftlichen Probleme der 1990er Jahre viele von ihnen zurück in dieses Schema. Ursächlich dafür waren hohe Preise für Dünger und chemischen Pflanzenschutz sowie schlechte Kreditkonditionen. Bis heute wirtschaftet eine nicht unbedeutende Zahl von Betrieben auf diese Weise. Bei der Herbstbodenbearbeitung kommen vor allem ganzflächig schneidende Grubber zum Einsatz, in Einzelfällen wird auch noch wendend bearbeitet. Die Saat-



Verfahren 1: Pneumatische Sämaschine 3 m mit ConTeC-Scharen am Belarus MTS 1221.4 (120 PS).



Verfahren 2: Mechanische Scheibendrille C3П mit 7,2 m Arbeitsbreite am Belarus MTS 50 (50 PS).



Verfahren 3: C3C2.1 mechanische Flügelschärsämaschine mit 2,1 m Arbeitsbreite am Belarus MTS 82.1 (80 PS).

Abb. 33: Versuchsaufbau – mehrjährige Versuche zu Ackerbauverfahren (Komsomolski/Polujamki)

	MCC				CC				OCC					
4	405 1	408 4	406 2	407 3	401 1	402 2	404 4	403 3	410 6	413 9	414 10	411 7	412 8	409 5
	OCC				CC				MCC					
3	314 10	313 9	310 6	311 7	312 8	309 5	304 4	302 2	301 1	303 3	305 1	308 4	307 3	306 2
	MCC				OCC				CC					
2	205 1	208 4	206 2	207 3	211 7	212 8	209 5	210 6	214 10	213 9	203 3	204 4	201 1	202 2
	CC				MCC				OCC					
1	103 3	104 4	102 2	101 1	107 3	106 2	108 4	105 1	111 7	112 8	114 10	109 5	110 6	113 9
	MCC	MCC	CC	OCC	OCC	CC	OCC	OCC	CC	OCC	OCC	CC	MCC	MCC
0	5 1	8 4	3 3	11 7	12 8	2 2	9 5	10 6	1 1	13 9	14 10	4 4	7 3	6 2

Legende zum Versuchsaufbau:

Verfahren 1: CC – modernes Anbauverfahren in Direktsaat (System Condor)

Verfahren 2: MCC – modernisiertes Verfahren mit konventioneller Technik

Verfahren 3: OCC – konventionelles sowjetisches Verfahren

■ Sommerweizen	■ Chemische Sommerbrache
■ Sommerraps	■ Schwarzbrache
■ Felderbse	

bettbereitung erfolgt in den feuchteren Regionen mit Nagelzinkeneggen, Scheibeneggen oder Flachgrubbern. Die mechanischen Sämaschinen, die bei der Saat zum Einsatz kommen, verfügen meist über schlecht geführte Zweiseiben-Schare oder Flügelgrubber-Säschare, die nicht einzeln tiefengeführt sind. Eine mineralische Düngung entfällt komplett, Pflanzenschutz erfolgt ausschließlich mechanisch. Die Versuchsfruchtfolge des Verfahrens 3 ist dreigliedrig und umfasst Sommerweizen, Sommerweizen und Brache. Bei einem Teil der Versuche ist die Brache chemisch erzeugt, beim anderen Teil mechanisch.

Die Abbildung 33 zeigt das Schema der Hauptversuche, die in Komsomolskij und in Polujamkij gefahren werden. Die Anordnung der Versuchspartellen in den Parzellenblöcken 1 bis 4 ist zufällig. Der Einfluss von Bodenheterogenität am Standort wird in der Bewertung der Ergebnisse deutlich geringer. Der Parzellenblock 0 dient zur Präsentation (Besuche Projektpartner, Feldtage etc.).

Versuche zu Aussaatzeitpunkten, Ablagetiefen und Reihenweiten

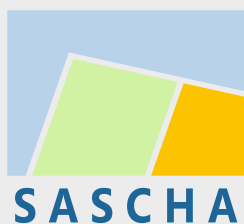
Am Standort Polujamki (Trockensteppe) wurden Parzellen zur Untersuchung der Ablagetiefen in Abhängigkeit von der gesäten Kultur und dem Saatzeitpunkt angelegt. Ziel ist es, Erfahrungen zur Etablierung von Getreide und Raps zu sammeln. Da in den kontinentalen Regionen das Zeitfenster für die Saat im Frühjahr sehr begrenzt ist, gilt es, die Saatkörner in der optimalen Tiefe zu platzieren. Häufig herrscht in den Steppenregionen Sibiriens und Kasachstans schon einen Monat nach der Schneeschmelze im Frühjahr extrem trockene Witterung. Die oberen Bodenschichten trocknen sehr schnell aus. Deshalb muss die Saat gut mit Bodenfeuchte versorgt werden, darf aber auch nicht zu tief gesät werden, um die Energie des Kornes nicht zu vergeuden.

Außerdem werden an diesem Standort Parzellen zu Reihenweitenversuchen unter Berücksichtigung der Aussaatstärke gefahren. Die Versuche werden mit dem ConTeC-Meißelscharsystem des AMAZONE Condor durchgeführt. Dabei werden Reihenweiten von 25 cm, 33,3 cm, 37,5 cm und 50 cm untersucht. Parallel dazu werden je eine aktuell übliche Aussaatmenge und eine deutlich kleinere Aussaatmenge verglichen.

Da aufgrund der zunehmenden Frühsommertrockenheit in den hochkontinentalen Regionen die Konkurrenz der Pflanzen im Bestand weiter steigt, entwickelt sich ein Trend hin zu geringeren Aussaatmengen und größeren Reihenabständen. Die mehrjährigen Versuche sollen zeigen, wie sich die Bestände bei unterschiedlichen Saatstärken und Reihenweiten entwickeln. Aus ökonomischer Sicht wird untersucht, inwieweit der Zugkraftbedarf durch größere Reihenweiten gesenkt, und die Effizienz durch geringere Aussaatraten und weniger Befüllzeiten gesteigert werden kann.

Ausblick

Mit den Versuchen im KULUNDA-Projekt beteiligt sich AMAZONE aktiv an einer möglichen Verbesserung des Ackerbaus in einer der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Festlandregionen weltweit. Eine ertragsreichere und kostengünstigere Landwirtschaft mit neuen Verfahren und Technologien könnte sehr effektiv zur Entwicklung der Region beitragen. Zwar ist das Projekt gerade erst angelaufen, doch die Ergebnisse der Saison 2013 und allen Folgenden sollen als handhabbares Wissen direkt an die Hochschulen und Landwirte weitergegeben werden.



Die Partner im Projekt SASCHA

GEFÖRDERT VOM



Das Projekt SASCHA in Westsibirien

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „SASCHA – Sustainable land management and adaptation strategies to climate change for the Western Siberian corn-belt“ beschäftigt sich mit den wechselseitigen Effekten des Klima- und Landnutzungswandels im Tyumener Gebiet in Westsibirien.

Im Übergangsbereich von der Waldsteppe zur Vor-Taiga findet derzeit in den südlichen Teilen (s. blaue Fläche in Karte) ausgedehnter Ackerbau statt, während im Norden (s. hellgrüne Fläche in Karte) überwiegend ungenutzte Moore und Wälder zu finden sind. Diese organischen Flächen sind als wichtige Kohlenstoffsenken von globaler Bedeutung.

Auf Grund von zunehmender Trockenheit in den südlichen Gebieten ist eine Nordwärtsverlagerung des Getreideanbaus in die moorreichen Regionen zu erwarten. Dies hätte jedoch weitläufige Treibhausgasfreisetzungen zur Folge. Um diese Effekte zu vermeiden, werden im SASCHA-Projekt Strategien entwickelt, um durch nachhaltige Intensivierung der im Süden bewirtschafteten Flächen die Expansion des Getreidebaus in Richtung Norden zu kompensieren. Im Zentrum von insgesamt sieben Teilprojekten steht dabei das Projekt Landwirtschaft.

Projekt Landwirtschaft: Feldversuche in Ishim

Sommerweizen ist die am weitesten verbreitete Kultur im Tyumener Gebiet. Wassermangel ist in dieser Region der wichtigste begrenzende Faktor für die Getreideproduktion. Der Klimawandel ist hier bereits erkennbar, und aufgrund von Witterungsextremen kam es hier in den vergangenen Jahren häufiger zu Ernteeinbußen.

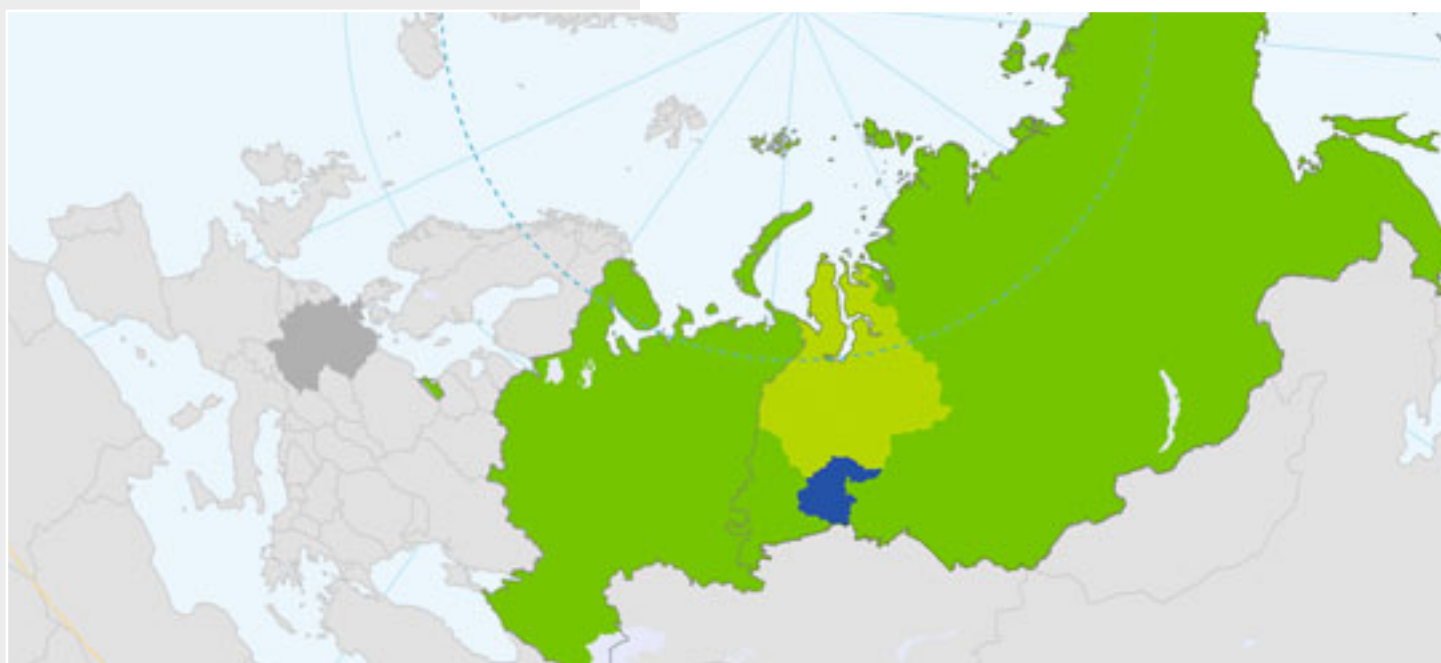
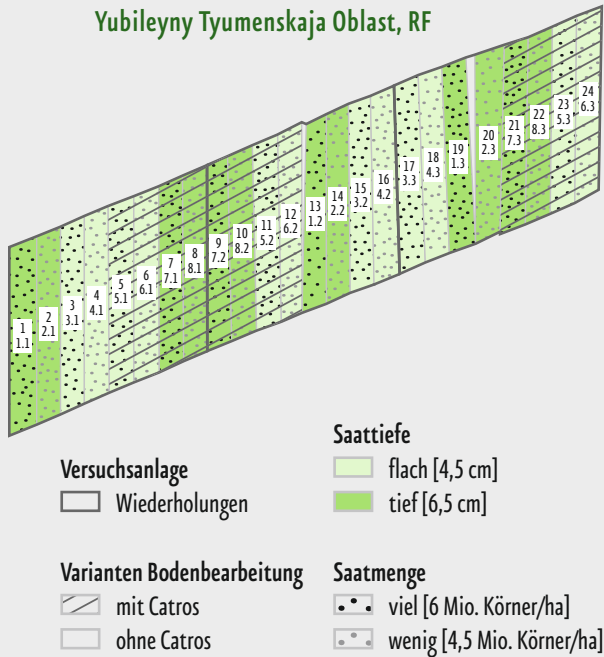


Abb. 34: Weizen-Versuch SASCHA SP150 ZAO Plemzavod Yubileyny Tyumenskaja Oblast, RF



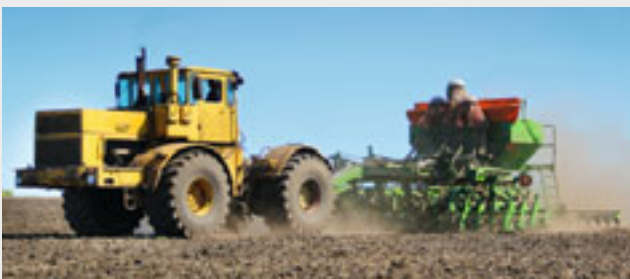
Zur Identifikation von nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktionssystemen, die auch unter Klimawandelbedingungen langfristig stabile Erträge ermöglichen, finden Feldversuche unter Praxisbedingungen auf dem Betrieb ZAO Plemzavod Yubileyny in Ishim statt. Dort stehen über drei Jahre unterschiedliche Kombinationen von Bodenbearbeitungs- und Aussaatverfahren im Hinblick auf eine möglichst wassernutzungseffiziente Produktionstechnologie im Vergleich.

Auf 10 ha Versuchsfläche wird Sommerweizen in dreifacher Wiederholung und mit vollständig randomisiertem Blockdesign angebaut, um die Einsatzmöglichkeiten von AMAZONE Technik im Vergleich zur betriebsüblichen Variante aufzuzeigen. Die Versuche umfassen jeweils zwei Bodenbearbeitungsvarianten (mit und ohne Bodenbearbeitung durch Kompaktscheibenegge Catros), zwei Aussaatmengen (viel, wenig) und zwei Aussaat-tiefen (tief, flach).

Auf dem Betrieb ZAO Plemzavod Yubileyny in Ishim finden Feldversuche unter Praxisbedingungen statt.



Über drei Jahre stehen unterschiedliche Kombinationen von Bodenbearbeitungs- und Aussaatverfahren im Vergleich.



Auch bei den Pflanzenschutzmaßnahmen kommt AMAZONE Technik zum Einsatz.



Ausblick:

Ziel dieses Versuches ist es, neben der Identifikation der besten Verfahrenskombination bezüglich Erntemengen und -qualitäten auch die Potentiale von exakten und aufeinander abgestimmten Produktionstechniken aufzuzeigen. Außerdem sollen die Grundlagen für ein intensives Monitoring vor Ort geschaffen werden.

7.

Versuchsergebnisse aus Düngung und Pflanzenschutz

AMAZONES Kompetenz im „Intelligenten Pflanzenbau“ bezieht sich nicht allein auf die Bodenbearbeitung und Saat, sondern auch auf die Düngung und den Pflanzenschutz. Auch hier geht es um Fragen, wie man mit geringstmöglichem Aufwand maximale Erträge erzielen und zugleich der nachhaltigen Boden- und Ressourcenschonung gerecht werden kann. Auf den nächsten Seiten finden Sie zwei aktuelle Beispiele dazu.



Düngungs-Versuche in Westerkappeln, Niedersachsen

Der Standort Westerkappeln bei Osnabrück ist repräsentativ für den Ackerbau in Veredelungsregionen auf leichteren Böden mit kleineren Flächenstrukturen. Der Versuchsstandort gehört zum Betrieb des Landwirts Hermann Helmich. Seit 2004 werden hier verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren in Kombination mit unterschiedlichen N-Düngestrategien untersucht.

Beispielhaft stellen wir hier mehrjährige Ergebnisse zum Einsatz von N-stabilisierten Düngern vor: So wurden auf einer Mulchsaatfläche (Stoppelbearbeitung mit Catros auf 6 cm, mitteltiefe Bodenbearbeitung mit Cenius auf 15 cm, Aussaat mit Kreiselgrubber-Sämaschinen-Kombination) sechs Versuchs-Varianten mit verschiedenen Düngersorten und in unterschiedlichen Teilgaben (siehe Tab. 28) angelegt. Im Vergleich standen stabilisierte N-Dünger in einer Gabe (190 kg N/ha zum Vegetationsbeginn), einmal mit (Variante A) und einmal ohne Schwefelanteil (Variante B).

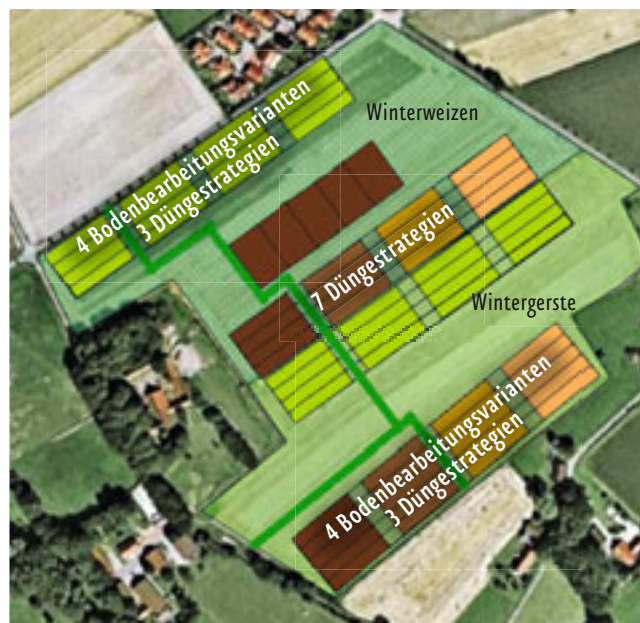
Variante C und D stellen die N-Düngung mit N-stabilisiertem Dünger in zwei Teilgaben dar. Variante C umfasst dabei eine Teilgabe mit 120 kg N/ha stabilisiertem N-Dünger plus Schwefelanteil zu Vegetationsbeginn und 70 kg N/ha im Stadium ES 30–32. Bei Variante D wurden 58 kg N/ha ASS (Amonsulfatsalpeter) zu Vegetationsbeginn und 138 kg stabilisiertem N/ha zum Schossen (ES 30–32) gestreut.

Die Varianten E und F untersuchen das vielerorts angewandte Standardprogramm mit 3 Teilgaben von nicht stabilisierten N-Düngern: Variante E mit 62 kg N/ha als ASS und 68 kg N/ha KAS (Kalkamonsalpeter) zum Schossen sowie 60 kg N/ha KAS zum Ährenschieben. In Variante F wurde die gesamte N-Menge in drei gleichen Teilgaben als KAS ausgebracht. Die Variante G stellt eine Kontrolle ohne jegliche N-Düngung dar.

Die Durchschnittsergebnisse aus den Jahren 2004 bis 2014 zeigen, dass die Varianten mit stabilisiertem N-Dünger und Schwefel bis zu 5 dt Mehrertrag erbracht haben im Vergleich zu den Varianten mit nicht stabilisierten Düngern. Dabei ist es offenbar vorteilhaft, eine relativ hohe erste Gabe bzw. nur eine Gabe mit N-stabilisiertem Dünger zu geben. Es zeigt sich zugleich, dass die ausreichende Schwefelversorgung für eine optimale N-Aufnahme sowie ein besseres Wurzelwachstum wichtig ist.

Standortdaten	
Bodenart	Lehmiger Sand/ sandiger Lehm Löß 42 – 64 BP
Bodentyp	Braunerde
Klima	Jahresniederschlag 800 mm, durchschnittliche Temperatur: 8,5 °C
Fruchtfolge	Mais, Winterweizen, Wintergerste

Abb. 35: Parzellierung der Versuchsflächen in Westerkappeln



V Versuchsergebnisse im Überblick:

Beim Einsatz von Mulchsaatverfahren erbringen Strategien mit N-stabilisierten Düngemitteln bessere Erträge als Strategien mit teil- oder nichtstabilisierten Düngern.

Eine relativ hohe erste N-Gabe mit stabilisierten Düngemitteln vor Vegetationsbeginn erweist sich ebenfalls als vorteilhaft für Mulchsaatverfahren.

Die Steuerung der Bestände über eine 2-Gabenstrategie mit N-stabilisierten Düngemitteln führt zu optimalen Erträgen und Erlösen, wenn man sie mit N-min Beprobungen und/oder dem Einsatz eines N-Sensors bei der 2. Gabe kombiniert.

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2007, in dem durch extreme Trockenheit im April und Mai nur eine verminderte Stickstoffumsetzung der nitratbetonten Düngemittel (Varianten E und F) erfolgen konnte, zeigen, dass Strategien mit N-stabilisierten Düngemitteln (Varianten A bis D) das Risiko der N-Unterversorgung bei Frühjahrs-trockenheit deutlich vermindern.

2-Gabenstrategien bieten dabei mehr Flexibilität. So bringt der längere Applikationszeitraum insbesondere auf Betrieben mit Arbeitsspitzen im Frühjahr Vorteile im Hinblick auf eine bessere Verteilung der Arbeitszeitkapazitäten. Außerdem sind 1- und 2-Gabenstrategien wirtschaftlicher. So lassen sich die Maschinenkosten minimieren, wenn man bei der Düngung im frühen Stadium Großflächenstreuer mit Breitreifen einsetzt. Weil außerdem die relativ teure 3.Gabe (Traktor mit Pfliegerädern zur Spätdüngung) nicht mehr erforderlich ist, wird eine Verringerung der Ausbringkosten um 30% bis 50% möglich.

Die Versuche zeigen zwar, dass die 1-Gabenstrategie auch Höchsterträge gebracht hat. Es besteht dann jedoch keine Möglichkeit, die N-Düngung im Zuge der 2. Gabe zu korrigieren bzw. anzupassen. Dementsprechend kann es vor allem auf heterogenen Standorten sinnvoll sein, die N-Düngung im Zuge einer 2-Gabenstrategie durch den Einsatz von Sensortechnik (2. Gabe) weiter zu optimieren.

In einem weiterführenden Versuch (Tab. 29) stand die Fragestellung im Mittelpunkt, inwieweit sich die unterschiedliche Intensitäten bei der Bodenbearbeitung in Kombination mit verschiedenen N-Düngungsstrategien auf den Ertrag auswirken. Bei der Düngung kommen auch hier unterschiedliche, stabilisierte Düngersorten und Formulierungen mit einem N-Gehalt von insgesamt 190 kg N/ha zum Einsatz. Die Bodenbearbeitungsvarianten umfassen eine Pflugvariante sowie drei Mulchsaatvarianten auf 22 cm, 15 cm und 8 cm Bearbeitungstiefe.

Tabelle 28: Ertragsergebnisse von Winterweizen (dt) nach verschiedenen Düngestrategien (Vorfrucht Mais)

Variante	A	B	C	D	E	F	G
Anzahl Dünge-Gaben	1	1	2	2	3	3	0
1. Gabe: Vegetationsbeginn	190 kg N/ha Nstab+S	190 kg N/ha Nstab	120 kg N/ha Nstab+S	52 kg N/ha ASS	62 kg N/ha ASS	70 kg N/ha KAS	...
2. Gabe: ES 30–32 Schossen	...	...	70 kg N/ha als Nstab	138 kg N/ha als Nstab	68 kg N/ha als KAS	60 kg N/ha als KAS	...
3. Gabe: ES 49 Ährenschieben	...	...	...	...	60 kg N/ha als KAS	60 kg N/ha als KAS	...
Jahr							
2004	97	...	...	98	98	96	71
2005	107	100	104	102	99	100	75
2006	103	93	101	93	99	93	77
2007	96	98	94	95	72	74	72
2008	109	104	112	117	113	109	84
2009	114	108	115	114	111	116	88
2010	108	112	106	103	99	101	70
2011	94	107	112	109	88	100	74
2012	95	96	94	98	97	99	73
2013	100	110	108	114	113	110	60
2014	101	95	96	96	97	98	43
Durchschnitt	102	102	104	104	99	100	72

Nstab = N-stabilisierter Dünger, S = Schwefel, ASS = Ammonsulfatsalpeter; KAS = Kalkamonsalpeter

Kommentar zu den Versuchsergebnissen in Westerkappeln

Die durchschnittlichen Ertragsergebnisse aus 8 Ernten (Tab. 30 zeigen, dass auch bei diesem Versuch die Variante „Mulchsaat bei 22 cm Arbeitstiefe“ zu etwa gleich hohen Erträgen wie die konventionelle Bodenbearbeitung mit dem Pflug führt. Bei den verringerten Bearbeitungstiefen (15 cm und 8 cm) nehmen die Winterweizen-Erträge an diesem Standort leicht ab.

Auch auf dem Versuchsstandort Westerkappeln ist zu beobachten, dass die Böden nach Umstellung auf die Mulchsaatverfahren deutlich besser befahrbar sind. Das Infiltrationsvermögen hat zugenommen, sodass z.B. Starkregen nicht zu Problemen führt. Weil das Bodenleben aktiver ist, hat sich auch die Strohrotte verbessert.

Im Hinblick auf Düngestrategien, die am besten zu Mulchsaatverfahren passen, lassen sich aus den Versuchen folgende Empfehlungen ableiten: Betrachtet man den Durchschnitt der einzelnen Düngungsvarianten über alle Bodenbearbeitungsverfahren, so zeigt sich, dass die Variante C (1. Gabe: 40 % schwefelhaltiger, stabilisierter N-Dünger (120 kg N); 2. Gabe: 46 % stabilisierter N-Dünger (70 kg N)) zum höchsten Ertragsergebnis führt. Die Variante B, ebenfalls mit einer relativ hohen ersten Gabe eines stabilisierten N-Düngers, liegt auf gleichem Niveau.

Je nach Bestandsentwicklung im Herbst sowie dem weiteren Witterungsverlauf im Winter sollte die erste N-Gabe so früh wie möglich gegeben werden: Die erste Gabe Mitte Februar mit stabilisiertem N-Mineraldünger (ca. 120 kg N/ha) sowie die zweite Gabe im Stadium ES 30 bis 32 mit ca. 70 kg N/ha. Wichtig ist hier ebenfalls,



mit der Düngung auch eine ausreichende Schwefelversorgung sicherzustellen.

Sind die Bestände rechtzeitig mit Stickstoff versorgt, so ist die Gefahr, dass es bei Trockenperioden im Frühjahr zur Unterversorgung kommt, deutlich geringer. Denn stabilisierte N-Dünger haben den Vorteil, dass sie die Nährstoffe erst bei ansteigenden Temperaturen freisetzen, sodass sie genau dann den Pflanzen zur Verfügung stehen, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Dies bewirkt zugleich, dass man die Applikationszeitpunkte der ersten und zweiten N-Gabe relativ flexibel handhaben kann, was einen Abbau von Arbeitsspitzen im Frühjahr ermöglicht.

Tabelle 29: Versuchsvarianten bei der Bodenbearbeitung, unterschiedliche Düngestrategien mit N-stabilisierten Düngern, Standort Westerkappeln

	Parzelle A	Parzelle B	Parzelle C	Parzelle D
Stoppelbearbeitung	Catros 6 cm			
Bodenbearbeitung	Pflug 25 cm	Cenius 22 cm	Cenius 15 cm	Catros 8 cm
Saat	Cirrus Special			
N-Düngung	Bei allen Bearbeitungsverfahren wurden drei N-Düngestrategien (mit 190 kg Gesamt-N) verglichen: Strategie A 1. Gabe: ASS 26 (52 kg N); 2. Gabe: 46 % stabilisierter N-Dünger (138 kg N) Strategie B 1. Gabe: 46 % stabilisierter N-Dünger (120 kg N); 2. Gabe: 46 % stabilisierter N-Dünger (70 kg N) Strategie C 1. Gabe: 40 % schwefelhaltiger, stabilisierter N-Dünger (120 kg N); 2. Gabe: 46 % stabilisierter N-Dünger (70 kg N)			

Tabelle 30: Ertragsergebnisse von Winterweizen (dt/ha) nach Silomais, Standort Westerkappeln

		Parzelle A Pflug 25 cm	Parzelle B Cenius 22 cm	Parzelle C Cenius 15 cm	Parzelle D Catros 8 cm	Durchschnitt alle Strategien
2004	Strategie A	85,8	87,8	86,2	81,5	85,3
	Strategie B	85,8	84,9	86,2	89,3	86,6
	Strategie C	87,8	85,6	86,5	90,5	87,6
	Durchschnitt	86,5	86,1	86,3	87,3	86,6
2005	Strategie A	106,3	108,1	104,1	102,6	105,3
	Strategie B	107,0	110,3	97,1	106,7	105,3
	Strategie C	117,4	110,3	108,1	112,2	112,0
	Durchschnitt	110,2	109,6	103,1	107,2	107,5
2006	Strategie A	97,8	99,1	98,0	96,1	97,8
	Strategie B	101,9	101,9	105,0	104,0	103,2
	Strategie C	101,5	101,9	102,5	102,5	102,1
	Durchschnitt	100,4	101,0	101,8	100,9	101,0
2007	Strategie A	101,0	92,6	83,5	76,0	88,3
	Strategie B	91,6	85,8	86,1	81,2	86,2
	Strategie C	95,8	92,9	90,1	79,0	89,5
	Durchschnitt	94,1	90,4	86,6	78,7	87,5
2008	Strategie A	105,8	107,8	105,4	98,4	104,4
	Strategie B	125,6	125,4	120,7	110,9	120,6
	Strategie C	116,4	115,3	115,1	117,6	116,1
	Durchschnitt	115,9	116,2	113,7	109,0	113,7
2009	Strategie A	103,8	103,2	100,4	100,9	102,1
	Strategie B	106,1	105,5	102,4	103,0	104,3
	Strategie C	103,0	103,2	100,4	99,2	101,5
	Durchschnitt	104,3	104,0	101,1	101,0	102,6
2010	Strategie A	117,8	118,9	115,3	111,9	116,0
	Strategie B	112,2	114,4	113,9	117,2	114,4
	Strategie C	113,9	109,4	114,7	114,4	113,1
	Durchschnitt	114,6	114,2	114,6	114,5	114,5
2011	Strategie A	112,4	104,9	104,4	102,9	106,2
	Strategie B	109,3	111,1	106,0	106,0	108,1
	Strategie C	108,9	107,3	110,2	105,1	107,9
	Durchschnitt	110,2	107,8	106,9	104,7	107,4
2012	Strategie A	96,8	93,2	91,0	93,6	93,7
	Strategie B	93,6	87,5	90,1	98,2	92,4
	Strategie C	91,0	90,5	92,7	98,8	93,3
	Durchschnitt	93,8	90,4	91,3	96,9	93,1
Durchschnitt 2004–2012		103,5	102,2	100,6	100,0	101,6
Durchschnitt Strategie A						99,9
Durchschnitt Strategie B						102,3
Durchschnitt Strategie C						102,6

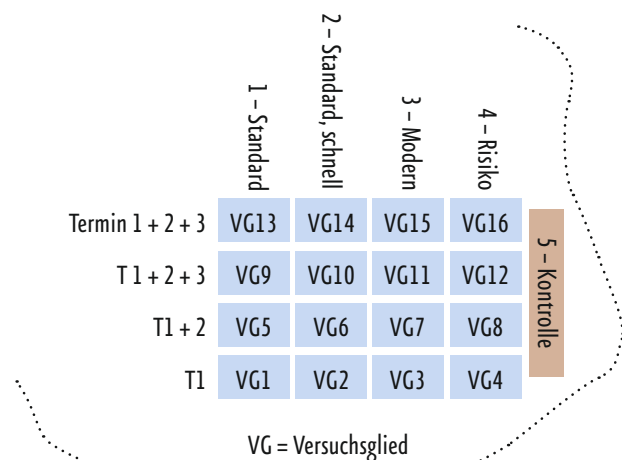
Versuche zu Wasseraufwandmengen und Fahrgeschwindigkeiten im Pflanzenschutz

Gemeinsam mit den Partnern BASF, Agrotop, Juister Pflanzenbauberatung und der Abteilung Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer NRW hat AMAZONE von 2008 bis 2010 den Einfluss unterschiedlicher Wasseraufwandmengen und Fahrgeschwindigkeiten auf die Wirksamkeit von Fungiziden untersucht. Die Feldversuche fanden an drei Standorten jeweils in Winterweizenbeständen statt (Groitzsch/Sachsen, Huntlosen/Niedersachsen, Dortmund/NRW). Die Versuchsdurchführung war an allen Standorten identisch, wobei die gemeinsame Fragestellung lautete: Welche Einflüsse üben unterschiedliche Wasseraufwandmengen und Fahrgeschwindigkeiten auf die Wirksamkeit von Fungiziden aus? Welche Düsen sind geeignet, damit die Wirkstoffe sicher appliziert werden?

Die Versuche wurden als Großparzellenversuche mit betriebsüblichen Maschinen durchgeführt. Die Applikationen erfolgten zu den jeweiligen ortsüblichen Terminen mit BASF-Fungiziden in gleicher Wirkstoffmenge, aber in vier verschiedenen Strategien hinsichtlich Wassermengen und Fahrgeschwindigkeiten (siehe Tab. 31).

Die Bonituren aller Versuche erfolgen ebenfalls einheitlich im Hinblick auf Krankheitsbefall, Erträge (dt/ha) sowie Qualitäten (HL, RP, Sedi, Fz, DON). Für die statistische Auswertung werden die drei Standorte verrechnet. Während der Versuche fand außerdem mit Hilfe wassersensitiver Papierstreifen eine Beurteilung der

Abb. 36: Parzellierung der 16 Versuchsglieder



Benetzungsqualität in unterschiedlichen Höhen des Bestandes statt (s. Abb. 37). Im Dortmunder Versuch der Landwirtschaftskammer NRW erfolgten zudem spezielle Ganzpflanzenuntersuchungen. Dabei wurden mit Hilfe eines Fluoreszenzfarbstoffes Belagsmessungen durchgeführt, um die Anlagerungsqualität in den verschiedenen Blattetagen zu beurteilen.

Grenze bei 150 l Wasser pro ha

Als Fazit aus den Versuchen sowie vielen Gesprächen mit Beratern und Praktikern lässt sich ableiten, dass es unter Hohertragsbedingungen wie in Deutschland eine Grenze bei 150 l Wasser/ha gibt. Unterhalb dieses Wertes nehmen die Risiken zu.

Tabelle 31: Aufbau der Fungizidversuche 2009

Nr.	Variante Versuchsglieder (VG)	Termin	Düsen-Typ	Fahrgeschwindigkeit in km/h	Wassermenge in l/ha	Druck in bar
1	Standard	T1/T2	Airmix 110 03	8	200	3,5
	Versuchsglieder 1, 5, 9, 13	T3	Airmix 110 03	8	200	3,5
2	Standard, schnell	T1/T2	TD HiSpeed 04	14	200	6,2
	Versuchsglieder 2, 6, 10, 14	T3	TD HiSpeed 04	14	200	6,2
3	Modern	T1/T2	Airmix 110 025	8,5	150	3,3
	Versuchsglieder 3, 7, 11, 15	T3	TD HiSpeed 03	14	150	6,4
4	Risiko	T1/T2	TD HiSpeed 02	14	100	6,2
	Versuchsglieder 4, 8, 12, 16	T3	TD HiSpeed 02	14	100	6,2
5	unbeh. Kontrolle	T1/T2/T3	Keine Applikation			

Einsatz-Termine: T1 in EC 31/32; T2 nicht vor EC 37/39; T3 ab Blühbeginn. Behandelte Frucht: Winterweizen

Künstliche Weizenpflanzen mit wassersensitiven Papierstreifen.



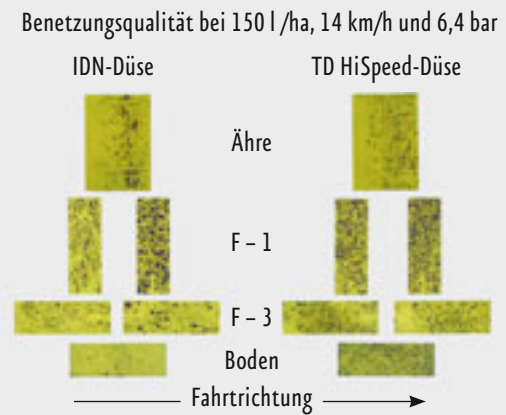
Bei reduzierten Wasseraufwandmengen ist vor allem wichtig, die Applikationsbedingungen zu beachten. Die Luftfeuchte – als ein entscheidender Faktor für die Wirkung – sollte bei mindestens 50%, besser noch bei über 60% liegen. Die Temperatur hingegen ist für die Wirkung der meisten Wirkstoffe offenbar nicht so wichtig. Im Tagesverlauf der Hauptsaison verbleiben demnach oft nur 6 bis 8 Einsatzstunden mit besten Bedingungen – am frühen Morgen und abends.

Natürlich spielt auch die Auswahl der richtigen Düsenteknik eine bedeutende Rolle. So werden in der ackerbaulichen Praxis für eine bessere Anlagerungsqualität zunehmend Doppelflachstrahldüsen eingesetzt. Um die Wirkung dieser Düsen zu untersuchen, wurden bei den Versuchen „künstliche Weizenpflanzen“ in die Bestände gestellt. Sie waren auf Höhe der Blattetagen mit wassersensitivem Papier bestückt.

Abb. 37 zeigt beispielhaft den Effekt der Doppelflachstrahltechnik im Vergleich von TD HiSpeed-Düse (Agrotop) mit der IDN-Düse (Lechler): Bei Einsatz der TD HiSpeed-Düse erreichen mehr Tropfen die Rückseite der Ähre, während die Tropfen der IDN-Düse zum Abrollen neigen. In der Blatt-Etage F-1 ist das jeweils rechte Papier der Fahrtrichtung zugewandt, das linke Papier der Fahrtrichtung abgewandt. Die TD HiSpeed-Düse zeigt dort eine gleichmäßigere Benetzung der Blätter als die IDN-Düse. In den tieferen Blattetagen wird die grobtropfige Charakteristik der IDN-Düse deutlich. Aber auch die Doppelflachstrahl-düse schafft eine ordentliche Durchdringung.

Diese optische Beurteilung wird durch die Ergebnisse der Belagsmessungen in den unterschiedlichen Blattetagen, die von der Landwirtschaftskammer durchgeführt wur-

Abb. 37: Wassersensitive Papierstreifen dienen der optischen Beurteilung der Benetzungsqualität



den, bestätigt. Demnach konnte bei Einsatz der TD HiSpeed-Düse sowohl mit 100 l wie auch mit 200 l Wasseraufwand/ha eine stärkere Benetzung auf der Blattetage F-1 gemessen werden als bei Einsatz der IDN-Düse. Im Bereich der unteren Blattetage F-3 hingegen war die Benetzung bei der Variante TD HiSpeed mit nur 100 l Wasser/ha deutlich geringer als bei allen anderen Varianten mit höheren Wasseraufwandmengen.

Als weiteres wichtiges Ergebnis lässt sich aus den Versuchen ableiten, dass eine Fungizidstrategie mit zweimaliger Spritzung bei geringeren Wassermengen weniger Dauerwirkung zeigt als eine 3-malige Spritzung. Das bedeutet: Nur wenn man seine Bestände engmaschig kontrolliert und zielgenau spritzt, reichen geringere Wassermengen aus. Will man jedoch mit weniger Arbeitsgängen auskommen und nur zweimal spritzen, ist eine hohe Wassermenge von Vorteil.

Die Versuche zeigten auch, dass die Fahrgeschwindigkeit für die biologische Wirkung offensichtlich nicht so entscheidend ist. Sie kann sich vielmehr vor allem nach den betrieblichen Gegebenheiten richten. Bei kleineren Strukturen dürfte bei 10 bis 12 km/h die Grenze des Machbaren erreicht sein, auf großen Schlägen sind 16 bis 18 km/h kein Problem.

Auf jeden Fall ist es sinnvoll, sich bei einer Umstellung der Applikationsstrategie mit den Düsentypen und deren Einsatzspektrum zu beschäftigen. Die Ausstattung der jeweiligen Maschine mit Technologien zur Entlastung des Fahrers sowie zur Automatisierung der wichtigsten Funktionen (DistanceControl, GPS-Switch) ist dabei natürlich ebenfalls ein wichtiger Baustein (s. S. 64 bis 73).



8. Praktiker berichten über Erfahrungen mit AMAZONE Maschinen

Seit 2006 haben wir verschiedene Praktiker, die mit AMAZONE arbeiten, über Ihre Erfahrungen befragt. Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen die landwirtschaftlichen Betriebe dieser Praktiker vor. Die Berichte zeigen, wie vielfältig die Verhältnisse sind und dementsprechend die Verfahren in der Praxis gehandhabt werden: ob mit oder ohne Pflug – AMAZONE Maschinen kommen dabei immer zum Einsatz und überzeugen nicht nur durch ihre hohen Flächenleistungen.

„Sparsam mit dem Bodenwasser umgehen ...“

Henning Müller aus dem niedersächsischen Kirchlinteln-Deelsen ist ein Landwirtschaftsmeister, der auf sieben Jahre Erfahrungen mit der Mulchsaat zurückblicken kann. Zusammen mit seinem Vater bewirtschaftet der 32-jährige einen Betrieb mit gut 170 ha Ackerfläche sowie eine Schweinemast mit derzeit 2.300 Plätzen. Außerdem erledigen die Müllers auf 210 ha Flächen den Ackerbau von Partnerbetrieben sowie weitere Lohnarbeiten bei Pflanzenschutz, Saat und Mähdrusch. Ein ganz neues Standbein befindet sich derzeit im Bau: Eine 500 kW-Biogasanlage, die zusammen mit einem der Partnerbetriebe betrieben werden soll.

Die Umstellung auf die Mulchsaat begann, als der Betrieb Müller 2004 erstmals den Mulchgrubber Cenius einsetzte. „Nachdem die ersten Tests mit Raps sehr erfolgreich verliefen, haben wir die Mulchsaat mit weiteren Früchten ausprobiert, und führen sie nun seit 2008 konsequent auf allen Flächen durch“, berichtet Henning Müller.

Der Flächenanbau auf dem Betrieb Müller verteilt sich 2011/12 auf 36 ha Wintergerste, 35 ha Winterroggen, 25 ha Winterweizen und 20 ha Raps. Auf 22 ha werden zunächst Grünschnittroten und anschließend Silomais,

auf 36 ha zunächst Feldgras und dann Silomais angebaut. Für die Zukunft ist außerdem geplant, nach der Wintergerste noch einmal Ackergras anzubauen, davon ein bis zwei Herbstschnitte zu ernten und als Substrat für die Biogasanlage zu nutzen.

Im Frühjahr soll die Grasnarbe dann rechtzeitig mit Glyphosat behandelt und eingearbeitet werden, um anschließend Mais zu legen. „So ernten wir nicht nur zusätzliches Substrat, sondern schaffen zugleich eine humusanreichernde Vorfrucht zu Mais. Das ist insofern wichtig, als das Stroh bei uns zu fast 100% geborgen wird und die entsprechende Humusbildung fehlt“, sieht Henning Müller als den entscheidenden Vorteil der Zweitfrucht.

Als Vorteil wertet Henning Müller auch die relativ breite Fruchtfolge, weil sich so das Risiko von Ertragseinbußen, die als Folge einer mal frühen, mal späten Vorsommertrockenheit entstehen können, reduzieren lässt. Zugleich werden die Arbeitsspitzen bei den Bestell- und Erntearbeiten entzerrt. „Das ist z.B. eine sehr gesunde Mähdrescherfruchtfolge, denn wir erreichen ein größeres Zeitfenster für die Ernte und können unseren 5-Schüttler-Mähdrescher mit 250 bis 270 ha pro Jahr auf den eigenen Fläche und im Lohndrusch sehr gut auslasten.“

Bei der Bodenbearbeitung und Aussaat kommen mit Catros, Cenius und Cirrus gleich mehrere AMAZONE Maschinen zum Einsatz. Düngerstreuer und Spritze sind ebenfalls von AMAZONE. An Traktoren stehen zwei eigene 180 PS- sowie eine 230 PS-Maschine von einem der Partnerbetriebe zur Verfügung.

Müller-Deelsen GbR	
Standort	27308 Kirchlinteln/OT Deelsen, Niedersachsen
Betriebsfläche	170 ha
Tierproduktion	Schweinemast, 2.300 Plätze
Durchschnittliche Jahresniederschläge	700 mm, Vorsommertrockenheit in den letzten Jahren
Boden	Lehmiger Sand bis sandiger Lehm
Durchschnittliches Ertragsniveau	Getreide 7,5 t/ha, Raps 4 t/ha, Silomais ca. 45 t/ha
Aufteilung der Anbauflächen 2011/12	Wintergerste 36 ha Winterroggen 35 ha Winterweizen 25 ha Raps 20 ha Grünschnittroten, anschließend Silomais 22 ha Feldgras, anschließend Silomais 36 ha

Catros, Cenius und Cirrus im Einsatz

Die 5 m breite Kompaktscheibenegge Catros ist bereits 10 Jahre alt und dürfte ungefähr 10.000 ha auf dem Zähler haben. Weil Raps nach der Ernte zunächst ankeimen soll, kommt der Catros hier erst rund 14 Tage nach dem Mähdrescher zum Einsatz. Nach Getreide hingegen erfolgt die Stoppelbearbeitung direkt im Anschluss an die Strohbergung. Wird später noch Gülle vor Raps oder Gras ausgebracht, folgt eine zweite Bearbeitung mit dem Catros. Das Arbeitstempo liegt in der Regel zwischen 14 und 15 km/ha, um eine hohe Schlagkraft und eine ordentliche Durchmischung des Bodens zu erreichen. Dabei verbraucht der 180 PS-Traktor 4 bis 5 Liter Kraftstoff pro Hektar.

Vor der Aussaat erfolgt die Bodenbearbeitung auf 20 bis 25 cm Tiefe mit dem 3 m breiten Mulchgrubber Cenius. Bei 10 bis 11 km/h Arbeitstempo sowie 6 bis 8 l/ha Dieselverbrauch liegen die Flächenleistungen zwischen 25 und 30 ha pro Tag. Die Maschine ist mit 3D-Zinken, 75 mm

Schmalscharen und einer Keilringwalze ausgerüstet. Als wichtigen Vorteil der 3D-Zinken sieht Henning Müller u.a., dass kaum noch Steine an die Bodenoberfläche geholt werden: „Seitdem wir den Cenius mit den 3D-Zinken einsetzen, gehört das Steinsammeln auf unseren relativ steinreichen Flächen der Vergangenheit an.“ Großen Wert legt Henning Müller auch auf die Keilringwalze, um sowohl nach der Stoppelbearbeitung mit dem Catros als auch nach der tiefen Bodenbearbeitung mit dem Cenius eine vernünftige Rückverfestigung des Bodens zu sicherzustellen.

Ergänzt wird die Bodenbearbeitung durch eine weitere Maßnahme. Um möglichen Dichtlagerungen auf den sandigen Böden vorzubeugen und auch um die Durchwurzelung zu fördern, werden alle Flächen im Dreijahresrhythmus mit einem Untergrundmeißel bearbeitet.

Bei der Saat kommt seit 2006 eine gezogene Cirrus-Sämaschine mit 3 m Arbeitsbreite zum Einsatz. Henning Müller fährt sie in der Regel mit 12 und 14 km/h. „Ich arbeite lieber mit 12 km/h als mit den ganz hohen Geschwindigkeiten“, berichtet Henning Müller, „und schaffe so immer noch zwischen 2,2 und 3,2 ha pro Stunde. Die Maschine macht eine sehr gute Arbeit und legt das Saatgut sauber in der gewünschten Tiefe ab. Das bestätigen auch die Betriebe, auf denen wir im Lohn säen.“

Wintergerste wird nach der Saat zusätzlich mit einer Cambridgewalze angewalzt. „Unsere Erfahrung zeigt, dass der Feldaufgang dann noch besser ist“, so Henning Müller.

Auch der Düngerstreuer ist eine AMAZONE Maschine: Ein ZA-M 3000 mit 27 m Arbeitsbreite. Er kommt aber lediglich bei der Startgabe sowie bei der Kaligabe in Raps zum Einsatz. Ausgebracht werden auf Getreide 2,5 dt/ha sowie auf Raps 4,0 dt/ha eines Mischdüngers aus schwefelsaurem Ammoniak und Kalkammon (24:10). Die weiteren Düngergaben erfolgen über Schweinegülle und schließlich über eine AHL-Ausbringung mit der Pflanzenschutzspritze.

GPS-Switch entlastet den Fahrer

Die Pflanzenschutzspritze, eine UX 4200, die auch überbetrieblich eingesetzt wird, ist sehr gut ausgelastet und kommt bei Pflanzenschutzmaßnahmen und der AHL-Düngung auf insgesamt 2.500 bis 3.000 ha Einsatzfläche pro Jahr. 2010 wurde die Maschine mit der Vorgewende- und Teilbreitenschaltung GPS-Switch nachgerüstet und mit der GPS-Empfängereinheit einer schon vorhandenen Parallelfahrhilfe kombiniert. Als Vorteile dieser Ausrüstung sieht Henning Müller die Einsparungen bei den Betriebsmitteln, vor allem aber auch, dass die Arbeit für den Fahrer deutlich weniger anstrengend ist: „Wenn wir



Als Positiveffekte des Mulchsaatverfahren nennt Henning Müller vor allem auch die enorme Schlagkraft des Verfahrens und die Kraftstoffeinsparungen.

z.B. AHL ausbringen, setzen wir Mehrlochdüsen ein und fahren mit Geschwindigkeiten zwischen 12 und 15 km/h. So schnell und so genau wie GPS-Switch kann man als Fahrer bei dem hohen Tempo am Vorgewende gar nicht ein- und ausschalten.“ Gut bewährt hat sich zudem das Super-L-Gestänge der UX 4200, weil die Gestängelage auch bei hohen Geschwindigkeiten absolut ruhig ist.

Ergänzend zu Bodenbearbeitung und Saat erfolgen Glyphosatbehandlungen. So wird Raps im Herbst vor Aussaat der Folgefrucht gespritzt, um die grüne Brücke zu brechen. Weitere Behandlungen erfolgen je nach Bedarf. Zum Beispiel wenn Gerste auf Weizen oder Feldgras auf Wintergerste folgt.

Von Schlagkraft und Kraftstoffeinsparungen profitieren

Die Erfahrungen mit dem Mulchsaatverfahren sind gut. Negative Nebenwirkungen waren im Zuge der Umstellung nicht zu beobachten. Lediglich Mäuse treten hin und wieder vermehrt auf, sodass man mit der Legeflinte entgegenwirken muss. Das ist aber auf den Pflugflächen in der Region genauso der Fall.

Positiv zu Buche schlagen laut Henning Müller vor allem die enorme Schlagkraft des Verfahrens und die Kraftstoffeinsparungen. Davon profitiert der Betrieb enorm. Außerdem weisen die Böden inzwischen eine feinkörnigere Struktur auf, weil sich mehr Bodenleben entwickeln konnte. Dementsprechend hat sich auch ihre Tragfähigkeit deutlich verbessert. Angesichts der aktuellen Wetterkapriolen meint Henning Müller abschließend: „Ob es nun einen Klimawandel gibt, oder nicht – ganz klar ist auch, dass wir jetzt viel sparsamer mit dem Bodenwasser umgehen.“

30 Jahre gute Erfahrungen

Georg Staudt vom Martinushof in 76698 Ubstadt-Weiher hat seinen Betrieb vor knapp 30 Jahren auf die Mulchsaat umgestellt. „Vorher hatten wir große Probleme mit Wassererosionen. Bei Gewitter und sogar schon bei einem einfachen Landregen kam es oft zu Verschlammungen und Abtrag von Erde“, erinnert sich der Landwirt an die Zeit vor der Umstellung. Denn der Standort Ubstadt-Weiher liegt im Kraichgau, einer Region im Nordwesten Baden-Württembergs, die wegen ihrer Hügellandschaft und den vorherrschenden Lössböden als stark erosionsgefährdet gilt.

Zusammen mit seiner Frau, einem Auszubildenden sowie einem festen Mitarbeiter bewirtschaftet der 45-jährige Landwirt heute einen Gemischtbetrieb mit insgesamt 600 ha Ackerbau, einer Pferdepension und einem Sauenstall mit 800 Liegeplätzen. Die Flächen sind zwischen 0,2 und 14 ha groß, die Durchschnittsgröße beträgt 2 ha. Die Geländebeschaffenheit ist teils flach und teils hügelig.

Martinushof, Ubstadt-Weiher	
Standort	76698 Ubstadt-Weiher /OT Zeutern, Baden-Württemberg
Betriebsfläche	600 ha
Tierproduktion	Pferdepension, Sauenstall mit 800 Liegeplätzen
Durchschnittliche Jahresniederschläge	600 mm, Vorsommertrockenheit von Mai bis Juli
Boden	80 % leichte Lössböden, ansonsten sandige Böden und schwere Tonböden
Durchschnittliches Ertragsniveau	70 bis 80 dt Weizen/ha, 95 dt trockener Körnermais/ha
Aufteilung der Anbauflächen 2011/12	Körnermais 200 ha Winterweizen 200 ha Wintergerste 30 ha Braugerste 70 ha Ackergras und Grünland 100 ha

Angebaut werden rund 200 ha Körnermais, 200 ha Winterweizen, 30 ha Wintergerste und 70 ha Braugerste. Die Fruchtfolge ist so angelegt, dass nach Winter- und Sommergerste, teilweise auch nach Winterweizen, Körnermais angebaut wird. Auf den Körnermais folgt Winterweizen, darauf dann Winter- oder Sommergerste. Auf manchen Schlägen wird ab und zu auch Mais nach Mais oder ein Stoppelweizen angebaut. Nach Getreidefrüchten erfolgt grundsätzlich die Aussaat von Gelbsenf oder Phacelia als Zwischenfrüchte, es sei denn, dass Wintergerste nach Winterweizen angebaut wird.

Diese relativ enge Fruchtfolge ist durchaus eine besondere Herausforderung. „Um Fusariumbefall zu verhindern, müssen wir ganz besonders darauf achten, dass das Körnermaisstroh gut gemulcht wird und verrotten kann. Vor der Aussaat von Wintergerste, die ja auf Weizen folgt, ist es wichtig, dass das Ausfallgetreide sicher aufläuft, damit wir den Winterweizen nicht in der Wintergerste wiederfinden. Aber das haben wir eigentlich ganz gut im Griff“, berichtet Georg Staudt

Ein entscheidender Standortnachteil des Betriebs ist die relativ kleine Parzellierung. „Deswegen können wir nicht mit den ganz großen Maschinen arbeiten. Vielmehr müssen wir bei vielen Arbeiten zwei kleinere und zugleich wendigere Maschinen parallel einsetzen.“ So besteht der Maschinenpark aus insgesamt sechs Traktoren mit Motorleistungen zwischen 160 und 355 PS sowie mindestens zwei oder sogar drei Anbaumaschinen für die verschiedenen Arbeitsgänge, die bei Arbeitsspitzen parallel eingesetzt werden.

Stoppelbearbeitung und Zwischenfruchteinarbeitung mit dem Catros

Im Zuge der Getreideernte wird etwa die Hälfte des Stroh geborgen, die andere Hälfte gehäckselt und über den Radialverteiler des Mähdreschers gleichmäßig verteilt. Relativ schnell nach der Ernte kommt dann eine 5 m breite, angebaute Kompaktscheibenegge Catros 5001-2 für die Stoppelbearbeitung zum Einsatz. Die Flächenleistung dieser Maschine ist beachtlich und liegt zwischen 4 und 5 ha/Stunde, auf großstrukturierten Flächen sogar noch höher.

Nach der Stoppelbearbeitung lässt Georg Staudt zunächst das Ausfallgetreide auflaufen, um die Flächen anschließend mit dem Grubber auf rund 20 cm Tiefe zu lockern. Dafür stehen ein zweibalkiger und ein vierbalkiger Grubber mit 4 bzw. 5 m Arbeitsbreite zur Verfügung. Beide Grubber sind mit jeweils einem Schneckenkornstreuer ausgerüstet, um gleichzeitig die Zwischenfrucht auszusäen.

Die Zwischenfrucht bleibt dann bis zum Winter stehen und wird im Zeitraum von Dezember bis Januar mit dem Catros in den Boden eingearbeitet. „Weil wir hier in einer der wärmsten Regionen Deutschlands wirtschaften, haben wir in den späteren Monaten oftmals keinen Frost mehr. Den Frost brauchen wir aber, um die Böden befahren zu können, und damit die Zwischenfrüchte besser brechen“ begründet Georg Staudt den relativ frühen Termin dieser Maßnahme.

Bevor dann ein Lohnunternehmer die Maissaat erledigt, werden alle Flächen mit leichteren Böden noch einmal flach mit dem Catros bearbeitet, auf den schwereren Böden setzt Georg Staudt eine Saatbettkombination ein.

Nach der Körnermaisernte werden die Stoppeln zunächst mit einem Schlegelmulcher bearbeitet. Wie in vielen anderen Regionen ist dies auch im Kraichgau eine wichtige Maßnahme zur Vorbeugung gegen den Maiszünsler. Anschließend kommt eine 4 m breite Kombinationsmaschine zum Einsatz. Sie ist mit Lockerungsscharen und Fräsworkzeugen ausgerüstet, sodass sich Bodenbearbeitung und Aussaat des Winterweizens in einem Arbeitsgang erledigen lassen. Wird eine der beiden ebenfalls zur Verfügung stehenden 3 bzw. 4 m Säkombinationen aus Kreiselege und Drillmaschine zusätzlich benötigt, müssen die Flächen vorher noch einmal gegrubbert werden, um das Maisstroh optimal in den Boden einzumischen.

Bei der Aussaat von Braugerste sind die Zeitfenster besonders eng. Deshalb werden dann meistens alle drei Säkombinationen eingesetzt. Zuvor müssen die Braugerstenflächen ebenfalls noch einmal mit dem Catros bzw. der Saatbettkombination bearbeitet werden.

Erosionsproblem gelöst

Ertragsdepressionen oder andere Nebenwirkungen hat es auf dem Martinushof im Zuge der Umstellung auf die Mulchsaat nicht gegeben. Sicherlich war der Unkrautdruck anfangs etwas höher, und man musste besonders darauf achten, den Durchwuchs der Vorfrucht in der Folgefrucht zu verhindern.

Und es kann auf tonigen Böden in einem frostarmen Winter auch heute noch zu Problemen kommen. Dann neigen diese Böden zur Verdichtung, sodass es im Frühjahr schwierig ist, ein optimales Saatbett für Braugerste herzurichten. „Damit müssen wir aber leben, denn wir profitieren auf der anderen Seite ja von vielen Vorteilen“, so Georg Staudt.

Zu den Vorteilen zählt er an erster Stelle die Lösung des Erosionsproblems: Erstens durch die Einmischung der



Georg Staudt vom Martinushof in Ubstadt-Weiher.

Pflanzenrückstände in die oberen Bodenschichten und zum zweiten durch den konsequenten Anbau von Zwischenfrüchten. Aus diesem Grund würde Georg Staudt die Mulchsaat für erosionsgefährdete Standorte unbedingt weiterempfehlen. Und: „Als weitere Pluspunkte kommen die enormen Einsparungen von Arbeitszeit und Kraftstoffkosten hinzu.“

Ganz sicher gibt es nach Staudts Einschätzung auch Standorte, wo man nicht komplett auf den Pflug verzichten kann. „Letztendlich muss jeder für sich selbst entscheiden, ob die Mulchsaat auf seinen Betrieb passt oder nicht.“

Gute Erfahrungen mit GPS-Switch

Sowohl den Düngerstreuer ZA-M Ultra Hydro als auch die Pflanzenschutzspritze UF 1801 von AMAZONE nutzt Georg Staudt seit zwei Jahren in Kombination mit der automatischen Vorgewende- und Teilbreitenschaltung GPS-Switch. „Das gefällt uns sehr gut. Sind die Flächen einmal vom System erfasst, so schaltet GPS-Switch den Düngerstreuer am Vorgewende selbständig ein- und aus. Viele unserer Schläge laufen außerdem spitz zu, und da schaltet GPS-Switch die Teilbreiten der Maschinen ebenfalls automatisch an- und aus. Das ist einerseits eine große Erleichterung für den Fahrer und bringt zugleich Mitteleinsparungen mit sich.“

Catros und Cenius auf einem Gemischtbetrieb

Westrup-Koch GbR	
Standort	49143 Bissendorf, Niedersachsen
Betriebsfläche	690 ha
Tierproduktion	350 Milchkühe, ca. 350 Kälber und Rinder, 10 Zuchtbullen
Arbeitskräfte	6 Ak, 2 Azubis
Jahresniederschläge	750 bis 800 mm, gut verteilt
Höhenlage	75 bis 150 m über NN, leicht hügeliges Gelände
Durchschnittliches Ertragsniveau	90 bis 95 dt/ha Weizen, 80 dt/ha Gerste, 40 bis 50 dt/ha Raps
Aufteilung der Anbauflächen 2007	Grünland ca. 140 ha Mais ca. 130 ha Stillelegung ca. 40 ha Weizen ca. 160 ha Raps ca. 90 ha Gerste ca. 80 ha Triticale ca. 22 ha

„Für uns ist die pfluglose Bodenbearbeitung vor allem wegen der höheren Schlagkraft, wegen des Erosionsschutzes und der Kosteneinsparungen sinnvoll“, so die Meinung von Dirk Westrup in 49143 Bissendorf. Dirk Westrup ist bei der Westrup-Koch GbR zuständig für den Ackerbau und die allgemeine Organisation. Der Betrieb bewirtschaftet knapp 700 ha Fläche. Erfahrungen mit der pfluglosen Bodenbearbeitung liegen seit etwa sechs Jahren vor.

„Unsere Böden sind sehr unterschiedlich“, berichtet Dirk Westrup, „deshalb werden sie derzeit auch noch ganz verschieden bewirtschaftet. Wir haben teilweise sandige Böden, sandige Lehme oder Schluffböden.“ Insgesamt werden bei der Westrup-Koch GbR zurzeit etwa 140 ha ohne Pflug bewirtschaftet. Vor allem auf den sandigen und zudem grundwassernahen Flächen verzichtet man nur selten auf den Pflug. „Die sandigen Böden neigen schnell zur Dichtlagerung. Da wir hier häufig Mais und Triticale in der Fruchtfolge anbauen, die beide fusarien-anfällig sind, wird meistens gepflügt.“

An anderen Stellen bewirtschaftet die Westrup-Koch GbR die schluffhaltigen Flächen, welche zum großen Teil in Hanglagen liegen und schon seit mehreren Jahren pfluglos bearbeitet werden: „Hier haben wir dadurch, dass wir die Flächen nicht mehr pflügen, die Problematik der Erosionen deutlich mildern können“, bestätigt Dirk Westrup.

Ein wichtiges Entscheidungskriterium ist auch, welche Früchte angebaut werden: „Raps wird teilweise pfluglos bestellt, aber bei Gerste nach Weizen z.B. wird noch gepflügt. Bei Gerste nach Weizen kommt es leichter zu Ausfallweizen in der Gerste, der dann bei der Ernte die Feuchtigkeitsprozente erhöhen kann. Einfacher ist es dann, Weizen nach Weizen anzubauen. Das funktioniert am besten, wenn das Weizenstroh geborgen worden ist. Hier besteht zwar ebenfalls ein erhöhtes Fusarien-Risiko, was man aber durch gezielte Sortenwahl verringern oder eine Bekämpfung zur Blütezeit verhindern kann.“ Als weitere Besonderheit des Betriebes nennt Dirk Westrup, „dass wir auf 130 bis 140 ha Weizen, Gerste und Triticale als Vermehrungsgetreide anbauen; da ist es ohne den Pflugeinsatz schwieriger, die Bestände ausreichend sauber zu halten.“

Nach Körnermais oder CCM kommt wegen der größeren Strohmenge und des höheren Fusarien-Risikos ebenfalls der Pflug zum Einsatz. Ohne Pflug wird hingegen nach Silomais gearbeitet: Hier werden die Stoppeln zunächst mit einem Schlegelmulcher bearbeitet, um die Verrottung zu verbessern sowie das Fusarien-Risiko zu



Dirk Westrup von der Westrup-Koch GbR in Bissendorf.

minimieren, und anschließend mit der Scheibenegge oder dem Grubber untergearbeitet, bevor die neue Aussaat erfolgt.

„Wichtig ist auch, dass man bei pflugloser Bearbeitung die Schnecken und Mäuse im Griff behält – da mussten wir in der Vergangenheit doch schon Lehrgeld bezahlen“, weist Dirk Westrup auf ein mögliches Problem hin.

Ganz unabhängig davon, ob die Flächen mit oder ohne Pflug bearbeitet werden, setzt die Westrup-Koch GbR als Kurzscheibenegge einen 5 m breiten Catros, als Grubber einen Cenius mit 3 m Arbeitsbreite ein. Die Stoppelbearbeitung nach Raps wird nur bei sehr trockenem Wetter relativ schnell durchgeführt, um einen sicheren Bodenschluss für die Körner sicherzustellen. Gibt es allerdings ausreichend Niederschläge, wird etwa zwei Wochen gewartet. In dieser Zeit läuft bereits ein großer Teil der Ausfallkörner auf, was anschließend schon mit dem ersten Arbeitsgang in die Oberfläche eingearbeitet werden kann.

Den Stoppelsturz nach der Getreideernte hingegen führt die Westrup-Koch GbR möglichst schnell, nachdem das Stroh geräumt worden ist, durch. Hier gilt es zuvor, auf die Strohverteilung des Mähdreschers zu achten: „Die ist in der Regel gut, aber es gibt auch schon mal

Probleme, wenn das Stroh noch klamm ist und sich nur schwer kurzhäckseln lässt.“ Zunächst werden Gülle oder Hähnchenmist ausgebracht und dann mit dem Catros eingearbeitet. Soll gepflügt werden, wird der zweite Arbeitsgang häufig ebenfalls mit dem Catros durchgeführt, weil die Schlagkraft höher ist als mit dem Grubber und weil der Einmischeffekt sehr gut ist. „In der Regel machen wir zwei Arbeitsgänge, um ein Maximum an Ausfallgetreide zum Auflaufen zu bringen, da wir ja auch Vermehrungsbetrieb sind“, so Dirk Westrup. Bei pflugloser Bestellung erfolgt die zweite Bearbeitung in der Regel mit dem Grubber Cenius, um tiefer arbeiten zu können. Der Cenius kommt aber auch dann zum Einsatz, wenn das Land vor dem Pflügen z.B. in den Fahrspuren noch einmal gelockert werden soll.

Die Arbeitsqualität der AMAZONE Maschinen beurteilt Dirk Westrup positiv: „Der Catros liefert eine gute Einmischung der Pflanzenrückstände auf 6 bis 8 cm Tiefe. Aber auch eine gleichmäßig flache Bodenbearbeitung auf 3 bis 4 cm ist möglich. Der Cenius arbeitet ebenfalls zu unserer vollen Zufriedenheit. Wir haben ihn mit Wendelscharen ausgerüstet, weil wir damit das Stroh gleichmäßig in die mittleren Bodenschichten einarbeiten können.“ Vor dem 5 m breiten Catros kommen Traktoren mit 170 PS oder 220 PS zum Einsatz, vor dem Cenius Maschinen mit 120 bzw. 160 PS. Die Säarbeiten erledigt

die Westrup-Koch GbR überwiegend mit einer 3 m breiten Kombination aus Kreiselgrubber und Aufbaudrillmaschine mit Rollscharen hinter einem 160-PS-Traktor.

Neben der Technik schätzt Dirk Westrup aber auch die weiter gehende AMAZONE Kompetenz bei den Bodenbearbeitungsverfahren hoch ein: „Es ist gut, dass AMAZONE an einer fortlaufenden Verbesserung arbeitet und die Landwirte bei der Umsetzung der Verfahren unterstützt. Auch bei der Technik für Pflanzenschutz und Düngung liegen sie weit vorne. An den Entwicklungen der letzten Jahre sieht man, dass es sich um ein innovatives Unternehmen handelt.“



In Hanglagen konnte die Erosionsgefahr deutlich reduziert werden.



Aufgabe des Genius-Grubbers ist die tiefere Bearbeitung der Böden.

AMAZONE Technik in Ungarn

B.M. Tiszamenti Kft.

Standort

Lácacséke, Ungarn

Béla Kiss, Mitarbeiter und Leiter Landtechnik:

Auf rund 1.700 ha werden ca. 600 ha Winterweizen, 600 ha Mais, 250 ha Raps, 250 ha Sonnenblumen angebaut. Bei 500 mm Jahresniederschlag reichen die Bodenqualitäten von sandig bis schwer. Für Bodenbearbeitung und Saat kommen seit 2005 Catros, Centaur, KG-AD-Sämaschinen und ED-Einzelkorn-Sämaschinen von AMAZONE zum Einsatz. Gepflügt wird nur noch im Frühjahr für die Bestellung von Mais und Sonnenblumen. Die Bestellung von Winterweizen und Raps im Herbst erfolgt pfluglos, um Kosten und Zeit zu sparen. Nach einer kurzen Einarbeitungszeit mit den neuen AMAZONE Maschinen sagten die Mitarbeiter: „Eine gute und effektive Technik, die auch einfach zu bedienen ist.“



Mit Catros und Cirrus auf schwerstem Land

„Wir haben 1997 gänzlich auf die pfluglose Bodenbearbeitung umgestellt, als der Maschinenring eine mulchsaatfähige Zuckerrübendrille anschaffte“, erinnert sich Stefan Ruckelshaußen, der in Groß-Gerau 190 ha Ackerland bewirtschaftet. Zuvor war für Zuckerrüben, Sommergerste und Mais noch gepflügt worden. „Säen kurz nach dem Pflügen ist hier so gut wie unmöglich, weil der Boden einfach zu schwer ist. Wenn wir früher gepflügt haben, lagen da riesige Schollen, für einen Vierscharpflug brauchten wir 180 PS. So konnten wir nur zu Sommerungen pflügen. Aber das musste schon im Herbst passieren, damit der Boden im Winter wieder kleinfrühen konnte.“ Die Herbstsaat von Getreide hingegen wurde schon länger pfluglos erledigt, zunächst mit einer Kombination aus Fräse und Sämaschine.

Die Bodenqualität reicht vom Mischfeld bis zum schweren Feld, von 40 bis 80 Bodenpunkten. Im Oberrheingraben – ehemaliges Schwemmland – gibt es zum Teil sehr schwere Flächen mit einem höheren Tonanteil bis 65 %, aber auch einige Stücke mit lehmigem Sand. Der vorwiegend schwere Boden ist der wichtigste Grund, warum Ruckelshaußen auf die konservierende Bodenbearbeitung setzt. Hinzu kommt die ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge, die im zehnjährigen Mittel zwischen 500 und 530 mm/Jahr liegen. Nach einer Vorsommertrockenheit, etwa ab Juni, fallen die meisten Niederschläge im Herbst. „Im Herbst wird es zu feucht, irgendwann geht nichts mehr, dann ist der Boden sehr anhänglich; wenn man den einmal auflockert und es regnet wieder rein, dann ist es ganz vorbei.“

65 ha seiner Flächen bewirtschaftet Ruckelshaußen biologisch (Naturland) als separaten Betrieb. Hier gelingt es ihm heute, mithilfe eines speziellen Flügelschargrubbers sowie einer sehr weiten Fruchtfolge, ohne Einsatz des Pfluges zu wirtschaften. Auf den übrigen 125 ha, die nicht biologisch bewirtschaftet werden, ist die Fruchtfolge deutlich enger und besteht derzeit aus Kräutern (Petersilie), Zuckerrüben, Raps und Weizen. Über Flächentausch mit den Partnern seiner Maschinengemeinschaft und anderen Landwirten werden Getreide und Hackfrüchte auf allen Schlägen im jährlichen Wechsel angebaut. „Das passt wunderbar zur pfluglosen Bodenbearbeitung, nach Getreide bauen wir entweder Zuckerrüben oder Raps oder Kräuter an“, berichtet Ruckelshaußen. Die Erträge liegen im langjährigen Mittel bei Zuckerrüben zwischen 530 und 550 dt, 75 dt beim Weizen, 55 dt bei Sommergerste und etwa 40 dt bei Raps.



Stefan Ruckelshaußen bearbeitet seine Flächen seit mehreren Jahren mit Catros und Cirrus.

Um Bodenbearbeitung und Saat möglichst kostengünstig erledigen zu können, setzt Ruckelshaußen auf die Vorteile einer Maschinengemeinschaft. Zusammen mit drei weiteren Betrieben können so dank der gemeinschaftlichen Nutzung auf insgesamt 1.100 ha Fläche eine 6 m breite Kurzscheibenegge Catros, ein 4,6-m-Flügelschargrubber sowie eine Sämaschine Cirrus mit 6 m Arbeitsbreite ausgelastet werden. Als Zugtraktor steht ein Fendt 924 mit 240 PS vom Maschinenring zur Verfügung.

Nur wenige Arbeitsgänge vor der Saat

Besonderes Augenmerk gilt schon bei der Vorfruchternte der Strohverteilung. Sollen Kräuter angebaut werden, erfolgt bei der Vorfrucht grundsätzlich eine Strohbergung, bei allen anderen Vorfrüchten in der Regel nicht. Grundsätzlich achten die Mährescherfahrer auf eine gleichmäßige Strohverteilung. Eine Maßnahme ist beispielsweise, dass sie für eine beständige Schärfe der Messer sorgen.

Für Rüben nach Getreide führt Ruckelshaußen mit dem Catros zunächst eine Stoppelbearbeitung auf 5 bis 8 cm Tiefe durch. Wird der Acker dann wieder grün, kommt zumeist noch einmal der Catros zum Einsatz, um Auf- laufgetreide und Stroh einzumischen. Schließlich wird vor dem Winter noch einmal zur Beseitigung der Wurzelunkräuter Roundup gespritzt. Danach erfolgt bis zur Aussaat keine weitere Bearbeitung.

Für Raps nach Weizen, Gerste oder Sommergerste macht Ruckelshaußen einen ersten flachen Arbeitsgang mit dem Catros, beim zweiten Mal arbeitet er ein bisschen tiefer, danach wird direkt mit der Cirrus gesät. Die Aussaat findet meistens in Kombination mit einem Vorsaat-Herbizid statt, welches mit den vorarbeitenden Scheiben der Cirrus gleich eingearbeitet werden kann.

Folgt Petersilie auf Getreide, wird ein- bis zweimal mit dem Catros gearbeitet, außerdem zumeist noch einmal der Grubber eingesetzt. „Für die Petersilie müssen wir das Stroh etwas intensiver einarbeiten, damit wir

später bei der Ernte keinerlei Strohreste im Produkt haben“, berichtet Ruckelshaußen über die besonderen Ansprüche der Petersilie.

Für Weizen nach Rüben (Ernte mit einem selbstfahrenden Sechsstreifer) folgt, wenn es nicht zu nass ist, direkt die Aussaat mit der Cirrus. Dabei werden die vorarbeitenden Scheiben der Cirrus allerdings auf 8 bis 10 cm Tiefe eingestellt, um die Oberfläche etwas stärker aufzulockern. Nach Raps und nach Petersilie wird lediglich Roundup gespritzt, dann erfolgt die Aussaat mit der Cirrus.

Arbeitszeit und Kosten minimiert

Die entscheidenden Maßnahmen sind für Ruckelshaußen die Arbeitsgänge mit dem Catros sowie der Einsatz glyphosathaltiger Mittel. Der Grubber wird nur noch dort eingesetzt, wo das Stroh etwas tiefer eingearbeitet werden soll, so etwa zu Raps, oder wenn das Land uneben ist. Hin und wieder auch vor Rüben auf etwas leichteren Boden. Bei der Aussaat von Getreide, Raps und Petersi-

Stoppelbearbeitung mit dem 6 m breiten Catros: Bei 18 km/h rund 12,5 ha in knapp zwei Stunden bearbeitet.



lie mit der Cirrus nivellieren die vorlaufenden Scheibenschare den Boden und sorgen zugleich für etwas lose Erde, die hinten dann von den Packerrollen wieder geformt werden kann.

Was hat sich geändert, seitdem der Pflug nicht mehr zum Einsatz kommt? „Man verbringt eindeutig viel weniger Zeit auf dem Acker. Früher saß man stunden- und tagelang auf dem Traktor, heute geht alles nur noch schnell. Man spart viel Zeit, die man für andere Arbeiten nutzen kann“, erklärt Ruckelshaußen. „Es geht halt einfach immer schnell, und wenn das Wetter mal schlecht ist, fahren wir auch Schichtbetrieb.“ So hat Ruckelshaußen bei unserem Besuch mit dem Catros gerade bei der ersten Stoppelbearbeitung mit 18 km/h Geschwindigkeit nur knapp 2 Stunden gebraucht, um 12,5 ha zu bearbeiten. Auch mit der Cirrus lassen sich je nach Flächengröße 4 bis 6 ha/Stunde schaffen.

Hinzu kommt die Kraftstoffersparnis: Für den ersten Stoppelgang mit dem Catros braucht Ruckelshaußen nur noch 5 l/ha, beim zweiten Gang 7 Liter/ha (mit dem Grubber 9 bis 10 Liter/ha) und für die Aussaat ebenfalls 7 l/ha, für Bodenbearbeitung und Aussaat kommt man so auf insgesamt rund 19 l/ha. Ertragsminderungen hingegen hat Ruckelshaußen nicht festgestellt.

Weitere Beobachtungen: „Zu Beginn der Umstellung haben wir gedacht, wir müssten mehr Stickstoff auf die Stoppeln geben. Das machen wir inzwischen nicht mehr, weil die Böden so aktiv sind, es gibt so viele Regenwürmer. Auch bei der Grunddüngung hat sich nichts geändert. Die Befahrbarkeit der Böden ist besser geworden.“

Zum Termin der Aussaat meint Ruckelshaußen: „Man muss sich dem optimalen Zeitpunkt vorsichtig nähern, auf keinen Fall darf man zu früh säen. Man muss so lange warten, bis die oberste Bodenschicht ein kleines bisschen fließt. Das Warten ist ja nicht so schlimm, weil uns die enorme Schlagkraft zur Verfügung steht.“

„Centaur mischt und lockert tief ...“

Agrarprodukte Kitzen eG

Standort

D-04460 Kitzen



Hans-Uwe Heilmann, Vorstandsvorsitzender.

Der Betrieb bewirtschaftet in Kitzen rund 3.000 ha. Seit gut 6 Jahren kommt hier der Centaur von AMAZONE zum Einsatz. Uwe Heilmann: „Warum hat der Pflug die Landwirtschaft einmal revolutioniert? Er wendet und er mischt, aber mehr macht er nicht. Damals, als der Pflug eingeführt wurde, hatte man keine Pflanzenschutzmittel, man hatte kaum Düngemittel, also hat er einst nährstoffreichere Bodenschichten nach oben gebracht, und er hat eine Vertiefung des Arbeitshorizonts gebracht. Doch der Centaur kann das heute besser: Denn er wendet den Boden nicht, sondern lockert ihn auf die jeweils erforderliche Tiefe und mischt das Stroh ein. Wir haben ja die Strohmassen, die verarbeitet werden müssen. Man sollte das Stroh nicht vergraben, sondern in den Boden einmischen und dann das Bodenleben die Arbeit machen lassen.“

„Die Effekte kommen wirklich zum Tragen!“

Agrargenossenschaft Kirchheilingen e.G.	
Standort	99947 Kirchheilingen, Thüringen
Betriebsfläche	Nutzfläche gesamt 3.640 ha, davon 3.500 ha Ackerland
Tierproduktion	450 Milchkühe, 900 Sauen, 400 Schafe
Arbeitskräfte	Große Direktvermarktung mit mehreren Filialen 115 Mitarbeiter gesamt
Jahresniederschläge	im Durchschnitt bei 510 mm, schlecht verteilt, Sommertrockenheit
Höhenlage	230 m über NN, leicht hügeliges Gelände
Boden	LÖ 2 (von Löss bis Verwitterungsböden) Ø Ackerzahl: 63, Ø Grünlandzahl: 34
Aufteilung der Anbauflächen 2007	Winterweizen ca. 950 ha Erbsen ca. 244 ha Luzerne/Gras ca. 172 ha Sommerweizen ca. 112 ha Sommergerste ca. 393 ha Raps ca. 687 ha Zuckerrüben ca. 68 ha Silomais ca. 207 ha Körnermais ca. 140 ha Wintergerste ca. 270 ha Triticale ca. 39 ha Durumweizen ca. 108 ha Stilllegungsflächen ca. 70 ha (Teilnahme am thüringischen Kulap-Programm A8, B und C)

Die Agrargenossenschaft Kirchheilingen e.G. bewirtschaftet einen großen Teil ihrer rund 3.500 ha Ackerland pfluglos, einen kleineren Teil hingegen nicht. Carsten Steger, Vorstandsmitglied der Genossenschaft und zugleich verantwortlich für den Bereich der Feldwirtschaft, berichtet über die Gründe und Erfahrungen.

Als 1994 die Umstellung auf die konservierende Bodenbearbeitung begann, lag das vor allem am wirtschaftlichen Zwang zur fortlaufenden Rationalisierung: Sinkende Mitarbeiterzahlen führten dazu, dass man bei den Arbeitsspitzen im Sommer nicht mehr alle Flächen herkömmlich pflügen konnte. Hinzu kam das Problem der geringen Niederschlagsmengen bei ungünstiger Verteilung: „Wenn wir im Sommer pflügen und dann Raps bestellen wollen, ist das Wasser weg. Es war also ein vielschichtiges Problem, das wir mit der pfluglosen Bearbeitung lösen wollten“, berichtet Carsten Steger.

Heute kommt in ca. 65 % der Fruchtfolgen bei der Agrargenossenschaft Kirchheilingen e.G. kein Pflug mehr zum Einsatz – das gilt für sämtliche Kulturen, die auf Erbsen oder Raps folgen. Auch zu Raps (nach Wintergerste, Weizen oder Sommergerste) wird im Regelfall nicht gepflügt. Das gilt ebenso für Wintergetreide, außer nach Mais. Zu den Sommerungen (Sommergerste, Silomais, Rüben) wird im Regelfall ebenfalls noch gepflügt.

Für alle Flächen, auf denen über viele Jahre nicht mehr mit dem Pflug gearbeitet wurde, kann man laut Carsten Steger Folgendes feststellen: Die Ertragsunterschiede zwischen guten und schlechteren Ländereien sind nicht mehr so groß wie früher, weil die Bodenstruktur besser ist. Die Böden sind eindeutig besser befahrbar, nach Regen kann das Wasser schneller versickern. In einem extrem trockenen Jahr, wie 2003, konnten hier sogar die höchsten Weizenenerträge geerntet werden. „Es stimmt also“, so Carsten Steger, „die Effekte der konservierenden Bodenbearbeitung kommen wirklich zum Tragen, wenn man nicht im Vorfeld irgendetwas verkehrt gemacht hat.“ So bestätigt er auch die ökonomischen Vorteile: „Während die Erträge stabil geblieben sind – wenn auch mit anfänglichen Schwierigkeiten durch Missmanagement beim Stroh, durch Schnecken, Mäuse und Trespel –, haben wir nicht nur den Arbeitskräfteeinsatz, sondern auch den Dieselverbrauch in riesigen Dimensionen gesenkt!“ So konnte der Dieselverbrauch z.B. im Vergleich der Jahre 1999 und 2003 von 345.000 l/Jahr auf 245.000 l/Jahr gesenkt werden – das sind satte 100.000 l/Jahr.



Carsten Steger, Vorstandsmitglied und Leiter der Feldwirtschaft bei der Agrargenossenschaft Kirchheilingen e.G.

Der Centaur als Kernmaschine

Wichtigste Maschine für die pfluglose Bearbeitung in Kirchheilingen ist heute ein Centaur, der von einer 420 PS starken Raupe gezogen wird. Diese Maschine bearbeitet ca. 3.000 ha pro Jahr. Für die Aussaat setzt der Betrieb als „Hauptdrillmaschine“ seit vier Jahren eine Cirrus ein, daneben eine ältere Direktsämaschine Primera DMC.

Schon beim Mähdrusch achten die Kirchheilinger auf eine gleichmäßige Strohverteilung. „Das Strohmanagement ist sehr wichtig, man muss eine ganzflächige Verteilung von Spreu und Ausfallgetreide auf der Fläche erreichen“, so Carsten Steger. Patentrezepte dafür, wie es nach der Ernte weitergeht, gibt es nicht, sodass die Bodenbearbeitung ganz unterschiedlich ausfällt. Carsten Steger erläutert das anhand einzelner Beispiele: Wenn, zumeist auf den schlechteren Standorten, Wintergerste auf Weizen folgt, kommt möglichst kurz nach der Ernte zunächst der Centaur zum Einsatz. Eine Scheibenegge wird hingegen nur im Ausnahmefall eingesetzt, falls es viel Lagergetreide gab. „Das ist aber relativ selten, weil wir bei der Düngerausbringung mit dem N-Sensor arbeiten“, erläutert Carsten Steger.

„Wir versuchen die erste Maßnahme so flach wie möglich zu halten, danach die zweite etwas tiefer. Eventuell auch mit unterschiedlichen Scharen. Die Flexibilität des Centaur ist für uns dabei ein entscheidender Vorteil – wir können, je nach Erfordernissen, flacher oder tiefer arbeiten, breite oder schmalere Schare nutzen.“ Ob die Arbeitsqualität und Bearbeitungstiefe stimmen und ob das Stroh ausreichend eingearbeitet ist, wird jeweils nach der Optik auf dem Feld beurteilt. „Es kommt immer auf die aktuellen Bedingungen an: Ist es feucht oder ist es trocken, gab es Lagergetreide oder nicht, es ist sehr vielschichtig. Man muss wirklich selber Erfahrungen sammeln und auch mal auf die Nase fallen, um es anschließend richtig zu machen.“

Ein anderes Beispiel: Nach Raps wird Winterweizen angebaut. Dabei erfolgt im Anschluss an die Ernte zunächst noch keine Bodenbearbeitung, vielmehr kommt ein Strohstriegel zum Einsatz. Diese Maßnahme soll das Stroh ein wenig verteilen und den Auflauf der ausgefallenen Rapskörner begünstigen. Nach drei bis vier Wochen werden die Flächen mit einem Totalherbizid behandelt. Damit soll zum einen den Mäusen und Schnecken die Nahrungsgrundlage entzogen und ihre Vermehrung verringert werden, zugleich wird der Wasservorrat



„Das Strohmanagement ist sehr wichtig, man muss eine ganzflächige Verteilung von Spreu und Ausfallgetreide auf der Fläche erreichen.“

geschont. Um die Wanderwege der Mäuse zu zerstören, werden die Rapsflächen zusätzlich ringsum einmal gemulcht und gegrubbert. Weil die Rapsländereien im Regelfall zu den schlechteren Böden gehören, gibt es oftmals noch Fahrspuren, die dann vor der Neuaussaat durch eine rund 10 cm tiefe Bearbeitung mit dem Centaur beseitigt werden.

Dass in Kirchheilingen auf einigen Flächen weiter gepflügt wird, hat verschiedene Gründe. So muss beispielsweise der in der Tierproduktion anfallende Stalldung ausgebracht werden, meistens zu Rüben und zu Mais. Die rund 500 ha für die Ausbringung vorgesehenen Flächen liegen in der Nähe der Stallanlagen. Aus logistischen Gründen bietet es sich an, hier zunächst das Stroh zu bergen und später auch den Stalldung auszubringen. „Den Stalldung bringt man aber meistens bei ungünstiger Witterung aus, sodass oft tiefe Fahrspuren zurückbleiben, weshalb man danach pflügen muss. Weil unsere besseren Böden im Regelfall rund um die Stallanlagen liegen, bieten diese Flächen zugleich ein so hohes Ertragsniveau, dass es sich leichter rechnet, hier mit dem Pflug zu arbeiten“, berichtet Carsten Steger.

Auch nach Körnermais kommt der Pflug zum Einsatz: Zunächst wird gemulcht, dann gepflügt und Weizen bestellt. Durch das Mulchen werden die Stängel zerschlagen, gleichzeitig wirkt es als Bekämpfungsmaßnahme gegen den Maiszünsler, und es verhindert Verstopfungen bei der nachfolgenden Bodenbearbeitung. Dass die Kirchheilinger nach dem Mulchen den Centaur für die weitere Bodenbearbeitung einsetzen, schließt Carsten Steger aus: „Wegen Fusariosen – da wollen wir das Stroh weit weg von der Oberfläche haben. Wir haben es auch

schon mit dem Centaur probiert. Das geht, aber in einem ungünstigen Jahr kann es zu Problemen kommen. Wenn die Don-Werte dann zu hoch werden, wird das Getreide untauglich für den Nahrungs- oder Futtermiteinsatz.“

Zusammenfassend sagt Carsten Steger aber: „Ohne diese Zwänge würden wir hier natürlich ebenfalls gerne auf den Pflug verzichten.“ Im Rückblick auf die Anfänge der Umstellung erinnert sich Carsten Steger: „Anfangs zahlt man Lehrgeld, weil man bestimmte Effekte unterschätzt – Probleme mit Schnecken, Mäusen und Trespe, auch die Mineralisierung im Boden verläuft anders. Man muss bereit sein, immer wieder neu zu lernen und Kompromisse einzugehen. Liegt viel Stroh da, muss ich eben doch tief genug arbeiten, also nicht pauschal flach, denn dann bekomme ich die Probleme. Auch dort, wo die Agrargenossenschaft Vermehrungsgetreide anbaut, wird pfluglos gearbeitet: Hier hilft uns die breite Fruchtfolge, die wir dank Teilnahme am Thüringischen A-8-Programm praktizieren, die Sortenreinheit sicherzustellen.“

Mit der Technik von AMAZONE ist Carsten Steger bestens zufrieden. Alle Maschinen funktionieren sehr gut – neben Centaur und Cirrus kommen als weitere AMAZONE Maschinen die Direktsämaschine Primera DMC, Einzelkorn-Sägeräte und Düngerstreuer in Kirchheilingen zum Einsatz. Die 6 m breite Primera DMC setzen die Kirchheilinger vor allem auf den kleineren Flurstücken ein.

Genau Leistungswerte über den Einsatz der AMAZONE Maschinen mag Carsten Steger jedoch nicht nennen: „Flächen und Verhältnisse sind einfach zu unterschiedlich. Einen Schlag mit 100 ha in der flachen Ebene mit dem Centaur zu bearbeiten bedeutet andere Bedingungen als ein Stück mit 20 ha, wo ich bergauf fahren muss. Der 7,5 m breite Centaur arbeitet auf jeden Fall zwischen 12 und 15 km/h, die Stundenleistung lässt sich ausrechnen. Bei normalem Betrieb schaffen wir so zwischen 50 und 70 ha pro Tag, mit der 8 m breiten Cirrus ebenfalls zwischen 50 und 70 ha.“

Über AMAZONE und die konservierende Bodenbearbeitung meint Carsten Steger: „Wir arbeiten schon lange sehr eng mit AMAZONE zusammen. Und wir begrüßen es, dass AMAZONE sich um neues, aktuelles Hintergrundwissen zur pfluglosen Bodenbearbeitung bemüht und die Erfahrungen an die Kunden weitergibt.“

AMAZONE Technik in Russland

Agrofirma Kulon	
Standort	Tartastan



Rafik Miftachow, Generaldirektor.

Der Betrieb bewirtschaftet 35.000 ha sowie eine Milchfarm. Das Klima ist stark kontinental geprägt (harte Winter, Dürreperioden im Sommer), der Jahresniederschlag liegt bei 220 bis max. 370 mm. Schwere Lehm-/Schwarzerdeböden herrschen vor. Die Bewirtschaftung der Flächen erfolgt zu 40% konventionell, zu 60% pfluglos. Seit 4 Jahren kommt AMAZONE Technik zum Einsatz: Scheibeneggen, Sämaschinen, Düngerstreuer und Pflanzenschutzspritzen.

Alle Maschinen haben sich hervorragend bewährt, die Sätechnik wird besonders gelobt: „Vorbildlich in Präzision und Handhabung, Zuverlässigkeit und Sägeschwindigkeit. Die Sämaschine Citan ist ein wahres Säwunder. Mit AMAZONE Sämaschinen ist der Pflanzenaufbau nach vier Tagen da.“ Auch bei den Traktoristen gilt die AMAZONE Technik als bedienerfreundlich und unkompliziert.

AMAZONE Technik in Polen

Landwirtschaftliche Betriebe Kaczmarek	
Standorte	Poznań, Wałcz



Maciej Kaczmarek.

Gemeinsam mit seinem Cousin Rafał Kaczmarek bewirtschaftet Maciej Kaczmarek zwei verschiedene Ackerbaubetriebe mit insgesamt 1.260 ha Fläche. Die Fruchtfolge umfasst Raps, Roggen, Winterweizen und Mais. Betrieb Nr. 1 mit überwiegend mittleren Böden liegt in der Nähe von Poznań, der zweite Betrieb in der Nähe von Wałcz. Hier herrschen lehmige Böden vor.

Schon seit vielen Jahren arbeiten Maciej Kaczmarek und Rafał Kaczmarek mit verschiedenen Maschinen von AMAZONE, so mit der Einzelkorn-Sämaschine ED, der Anhängfeldspritze UG sowie ZA-M und ZG-B-Düngerstreuern. „2005 haben wir dann eine Catros-Kurzscheibenegge mit 6 m Arbeitsbreite und eine Großflächen-Sämaschine Citan mit 9 m Arbeitsbreite angeschafft. Seitdem versuchen wir, unsere Flächen pfluglos zu bearbeiten“, berichtet Maciej Kaczmarek. „Denn man muss immer wieder nach neuen effektiven Lösungen suchen, um die Leistung zu steigern und Kosten zu sparen.“

Da Stalldünger knapp ist, wird das Stroh auf allen Flächen grundsätzlich gehäckselt und verbleibt auf dem Feld. Sind anschließend die Bodenverhältnisse trocken und ist die Strohverteilung gut, bearbeiten Maciej Kaczmarek und Rafał Kaczmarek ihre Flächen zweimal mit dem Catros. Bei nassen Bodenverhältnissen und schlechter Strohverteilung aber wird weiter gepflügt. „Unter unseren Bedingungen funktioniert die Muchsaat z.B. sehr gut, nachdem wir Raps angebaut haben. Probleme gibt es noch nach Roggen, was an dem meist zu langen und schlecht verroteten Häckselgut liegt“, so Maciej Kaczmarek.

Unabhängig von der Grundbodenbearbeitung wird die Aussaat immer mit der Citan erledigt: „Diese Sämaschine arbeitet unter allen Bedingungen hervorragend. Sie ist nicht nur sehr leistungsfähig und zuverlässig, sondern auch einfach zu bedienen“, urteilt Kaczmarek über die Citan.

„Jedes Jahr lernen wir neu dazu ...“

Betrieb Philippe Mendak	
Standort	Ouzouer-sur-Trézée, Frankreich
Landwirtschaftliche Region	Puisaye
Bodentyp	Lehmiger Sandboden
Betriebstyp	Getreideanbau
Fruchtfolge	Raps, Weizen, Sonnenblumen, Sommergerste, Mais, Sommergerste
Jährlicher Niederschlag	630 mm
Betriebsfläche	158 ha
Durchschnittliche Flächengröße	Arrondiert, durch Baumgruppen getrennt
Arbeitskräfte	1 Arbeitskraft
Eingesetzte Maschinen	Catros; Keiselgrubber/Sämaschine 4,5 m; Einzelkorn-Sämaschine ED 452; ZA-M Düngerstreuer

Der landwirtschaftliche Betrieb von Philippe Mendak liegt in Ouzouer sur Trézée, in der kleinen Region La Puisaye, und umfasst eine arrundierte Gesamtfläche von 158 ha. Bis auf eine Tiefe von 40 cm, an manchen Stellen sogar bis auf 100 cm, sind die Böden sandig und lehmig. In den darunterliegenden Schichten wiederum sind sie stark ton- und wasserhaltig. „Als ich mich hier niedergelassen habe, musste ich feststellen, dass diese Böden sehr anspruchsvoll und zugleich teuer in der Bewirtschaftung sind. Dazu ein Beispiel: Die Pflugschare musste ich alle 20 ha wechseln, das kostete mich mehr als 4.500 € pro Jahr.“ 1990 verzichtete Philippe Mendak erstmals auf den Pflug: „Da ich nach Mais nur wenig Zeit hatte, um zu pflügen, habe ich angefangen, nach einer Bearbeitung mit dem Grubber direkt auszusäen. Obwohl die Voraussetzungen nicht ideal waren, hat mich das Ergebnis von der Wirksamkeit der pfluglosen Bodenbearbeitung überzeugt.“

Mit Hilfe einer Säkombination von AMAZONE (Tiefenlockerer TL, Kreiselgrubber KG, Scheibenschar-Sämaschine, zunächst mit 3 m, später dann mit 4,5 m Arbeitsbreite) an Stelle des Pfluges sparte Philippe Mendak einen Arbeitsgang mit dem Traktor, außerdem die Abnutzung der Pflugschare – und das, ohne dass er Einbußen bei der Arbeitsqualität in Kauf nehmen musste. 2003 ersetzte Philippe Mendak den vorgeschalteten Tiefenlockerer TL durch einen Arbeitsgang mit einem Flügelschargrubber. „Die niedrige Arbeitsgeschwindigkeit und auch die Abnutzung der Schare am Tiefenlockerer weckten bei mir die Erinnerungen an die schlechten Erfahrungen mit dem Pflug. Um den Boden bei der tiefen Bearbeitung nicht zu sehr zu vermischen, sondern ein wellenartiges Profil mit etwa 20 cm Tiefe zu schaffen und gleichzeitig den Boden zu lockern und zu strukturieren, habe ich zunächst den Grubber mit 4 m Arbeitsbreite, 11 Zinken und 360 mm Strichabstand gewählt.“

Weil aber nach dem Anbau von Mais oder Weizen die Strohrückstände in den Boden eingemischt werden sollten, wurde schließlich der dafür nicht so gut geeignete Grubber durch eine Scheibenegge mit 15 cm Scheibenabstand ersetzt. Das war ein weiterer Schritt auf dem Weg der Arbeitserleichterung. Die Scheibenegge mit ihren großen Scheiben arbeitete schneller, außerdem mit weniger Verschleiß. Zusätzlich verbesserte sich die Bodenbeschaffenheit von Jahr zu Jahr; die Probleme mit unerwünschten Verdichtungen wurden immer weniger. „Wenn ich zur Zeit des Pfluges über meine Äcker ging, spürte ich einen harten und leblosen Boden unter meinen Füßen; jetzt habe ich das Gefühl, dass ich auf Watte gehe.“ Zu beachten sei aber, so Philippe Mendak, dass dies das Ergebnis vieler Jahre ist, in denen er strikt



Landwirt Philippe Mendak.

darauf geachtet hat, die Struktur der Böden zu erhalten: Keine Anhänger auf dem Acker während der Ernte, so wenig Traktorüberfahrten wie möglich, breite Reifen bei der Aussaat. „Da, wo ich heute nicht mit Schuhen gehen kann, kann man auch nicht mehr mit dem Traktor fahren, ohne Spuren zu hinterlassen, und das ist das Wichtigste für meine Böden.“

Heute arbeitet Philippe Mendak mit dem Catros auf 5 bis 10 cm Arbeitstiefe. „Der Catros arbeitet schneller als die konventionelle Scheibenegge, verbraucht weniger Treibstoff und bietet eine bessere Rückverfestigung. Das ist ein wichtiger Vorteil, weil Ausfallgetreide und Unkrautsamen so besser keimen können.“

Großen Wert legt Philippe Mendak auch auf eine breit angelegte Fruchtfolge: „So bringt die Verunkrautung der Parzellen kaum mehr Aufwand mit sich als früher, als wir noch gepflügt haben.“ Heute besteht die Fruchtfolge aus Weizen, Raps, Wintergerste, Mais, Sommergerste, Sonnenblumen. Vor Mais und Sonnenblumen werden Senf und Phacelia, zwei frostempfindliche Zwischenfrüchte, gesät, um den Boden auch im Winter zu bedecken und so das Unkrautwachstum zu verhindern.

Philippe Mendak freut sich über die letzten Bodenprofile, die er untersucht hat, denn da konnte er die Feinwurzeln von Weizen noch in 90 cm Tiefe finden, was die gute Struktur des Bodens belegt. Regelmäßige Bodenanalysen zeigen ihm außerdem, dass der Humusanteil von ehemals 1 bis 1,5 % auf heute 2 bis 2,5 % gestiegen ist.

Philippe Mendaks Fazit nach 20 Jahren pflugloser Bodenbearbeitung spricht für sich:

- Die Traktoren arbeiten weniger. Musste der Haupttraktor früher 1.000 Stunden pro Jahr arbeiten, so sind es heute nur noch 275 Stunden.
- Die Erträge sind um durchschnittlich 9 % gestiegen.
- Die Bodenbeschaffenheit hat sich deutlich verbessert.
- Die Kosten sind enorm gesunken. Im Vergleich zum Durchschnitt ähnlicher Landwirtschaftsbetriebe in der Region konnten sie um 250 bis 300 € pro Hektar reduziert werden.

„Jedes Jahr lernen wir wieder neu dazu, denn es gibt keinen vorgezeichneten Weg, um diese Ergebnisse zu erzielen. Eine genaue Beobachtung der Entwicklungen und ein bisschen Risikobereitschaft sind und bleiben unser Leitmotiv!“ schließt Philippe Mendak.

„Die Vorteile liegen klar auf der Hand ...“

Betrieb Hervé und Arnaud Billet	
Standort	Châtres et La Croix en Brie, Frankreich
Landwirtschaftliche Region	Bewaldete Brie
Betriebstyp	Getreideanbau
Anbau (Durchschnittserträge)	Weizen (85 dt./ha) Raps (40 dt./ha) Gerste (85 dt./ha) Ackerbohnen (52 dt./ha) Rüben (79 t/ha)
Jährlicher Niederschlag	630 mm
Betriebsfläche	ca. 500 ha
Durchschnittliche Flächengröße	17 ha
Arbeitskräfte	2 Betriebsleiter, 1 Mitarbeiter
Eingesetzte Maschinen	Catros 6001-2; Centaur 5 m; Cirrus 6001 Special; ZA-M Ultra; ED 602 K

Hervé Billet und sein Bruder Arnaud Billet bewirtschaften ihre beiden landwirtschaftlichen Betriebe in Châtres et La Croix en Brie gemeinsam. Zusätzlich erledigen sie Lohnarbeiten in der Nähe von Melun im Département Seine-et-Marne (77). Auf beiden Betrieben, die 25 km voneinander entfernt liegen, sind die Böden verdichtungsempfindlich, ansonsten aber von sehr unterschiedlicher Beschaffenheit: In Châtres sind sie lehmhaltig, hydromorph und anfällig für Verschlämmungen, in La Croix en Brie hingegen herrschen lehmige Tonböden vor, die sehr schwer zu bearbeiten sind.

Der Einstieg in die pfluglose Bodenbearbeitung erfolgte schon 1992. Um bei der Rapsbestellung Zeit zu sparen, reduzierten die Gebrüder Billet die drei Arbeitsschritte Stoppelbearbeitung, Pflügen und Säen auf nur noch zwei Arbeitsgänge: Auf eine Stoppelbearbeitung sowie eine nachfolgende Kombination aus Tiefenlockerer, Kreisel egge und Sämaschine.

Zusätzlich zur Zeiteinsparung stellten die Gebrüder Billet alsbald fest, dass die Erträge stiegen, und zwar schon in den ersten Jahren – Anlass genug, nach und nach auch die anderen Fruchtarten auf die reduzierte Bearbeitung umzustellen. So kommt es, dass die Gebrüder Billet seit 2003 rund 90 % ihrer Flächen pfluglos bewirtschaften; nur zu Wintergerste, die als Vertragsfrucht angebaut wird, wird weiter gepflügt.

Um den Arbeitsaufwand auch bei der Aussaat zu verringern, ersetzten die Brüder Billet schließlich ihre 4 m breite Säkombination, die zwar sehr effizient arbeitete, vom Leistungspotential her aber auf 20 ha/Tag beschränkt war, durch einen Flügelschargrubber sowie eine 4 m breite Cirrus- Sämaschine. „Nun konnten wir den Grubber einige Stunden oder einige Tage vor der Drillmaschine einsetzen, und dann anschließend zum optimal passenden Zeitpunkt bis zu 35 ha/Tag säen“, berichtet Hervé Billet.

Je länger die Gebrüder Billet aber Erfahrungen mit der pfluglosen Bodenbearbeitung sammelten, fanden sie weitere Punkte, die verfeinert und verbessert werden konnten. So waren sie mit der Stoppelbearbeitung, bei der das Stroh ja das erste Mal mit dem Boden vermischt wird, insbesondere aber auch Unkraut und Wegschnecken bekämpft werden sollen, noch nicht zufrieden. Denn die bis dahin eingesetzte konventionelle Scheibenegge arbeitete teilweise zu tief; vor allem aber war die Rückverfestigung ungenügend. „Wir müssen bei der Stoppelbearbeitung flacher arbeiten, dafür eventuell einen Arbeitsgang mehr machen, damit das Unkraut gut keimen kann und um die Schnecken zu bekämpfen“,



Landwirt Hervé Billet.

überlegten die Gebrüder Billet. So tauschten sie ihre konventionelle Scheibenegge gegen eine Kompaktscheibenegge Catros mit 6 m Arbeitsbreite aus, weil sie schneller, präziser, wendiger arbeitet und zugleich weniger Sprit verbraucht. „Tatsächlich entsprechen drei Arbeitsgänge mit dem Catros zwei Durchgängen mit der konventionellen Scheibenegge; trotzdem sparen wir jetzt etwa 4 Ltr. Kraftstoff/ha ein. Außerdem läuft das Unkraut viel besser auf, weil der Catros den Boden mit seiner Keilringwalze besser verfestigt,“ berichtet Hervé Billet.

Auch der Flügelschargrubber erwies sich als nur begrenzt tauglich im Hinblick auf die Mischung und Einebnung des Bodens, weshalb er durch einen leistungsfähigeren Centaur mit 5 m Arbeitsbreite ersetzt wurde. „Mit 4 Zinkenreihen, 2 Scheibenreihen und der Keilringwalze ist die Qualität der Stroh-Boden-Vermischung der Centaur überraschend gut; dank der guten Einebnung und Rückverfestigung des Bodens können wir anschließend auch schneller säen – bis zu 18 km/h schnell. Aber aufgepasst: Für den 5 m-Centaur braucht man auf unseren Böden mindestens 300 PS, wenn man 10 km/h schnell arbeiten will“, betont Hervé Billet.

Um die Flächenleistung weiter zu erhöhen, wurde auch die 4 m breite Cirrus Sämaschine durch eine 6 m breite

ersetzt. Dank größerer Arbeitsbreite und 3.600 Liter Tankvolumen konnte so auch beim Säen die Schlagkraft enorm gesteigert werden. Für die Zuckerrübensaat schafften die Gebrüder Billet schließlich ebenfalls eine neue Maschine von AMAZONE an: Die Einzelkorn-Sämaschine ED mit 12 Reihen und kombinierter Mineraldüngung. „Mit dieser Technik können wir höhere Geschwindigkeiten fahren und erreichen eine bemerkenswert gleichmäßige Tiefenablage. Die Kombination mit einer Düngergabe, in unserem Bereich zu Zuckerrüben eher unüblich, erspart uns einen Tag Arbeit und beschleunigt zugleich das Auflaufen der Rübenpflanzen,“ erklärt Hervé Billet.

Heute sind die Bodenbearbeitung und Aussaat bei den Gebrüder Billet nach folgendem Schema organisiert: Grundsätzlich erfolgt zu allen Früchten eine zweifache Stoppelbearbeitung mit dem Catros – einmal unmittelbar nach der Ernte, ein zweites Mal, wenn die Ernterückstände und das Beikraut aufgegangen sind. Bei spät ausgesäten Bodenfrüchten wird je nach Lage eine dritte Stoppelbearbeitung durchgeführt. Für die Aussaat von Weizen nach der Vorfrucht Zuckerrüben werden die Böden nur mit dem Centaur vorbereitet.

Ansonsten werden die Böden zu Weizen und Raps einige Tage vor der Aussaat mit dem Centaur bearbeitet; für

Sommerungen (Rüben, Sommergerste, Ackerbohnen) findet die tiefe Bodenbearbeitung im Winter statt; erst wenige Stunden vor der Aussaat erfolgt dann eine weitere Bearbeitung mit dem Catros.

Zur Unkrautbekämpfung, aber auch um die Ernterückstände gut mit dem Boden zu durchmischen, ist eine tiefere Bodenbearbeitung erforderlich; zugleich werden so auch eventuelle Bodenverdichtungen, die durch Reifespuren entstanden sind, wieder beseitigt. Im Laufe der Jahre hat sich das Problem der Bodenverdichtungen allerdings mehr und mehr gelöst: Einerseits dank der Technik (Bodenbearbeitungsmaschinen, angepasste Bereifung), andererseits durch die deutlich verbesserte Bodenbeschaffenheit. So sind die Böden nach 17 Jahren pflugloser Bodenbearbeitung tatsächlich deutlich tragfähiger geworden, sie sind weniger anfällig gegen Starkregen, und auch in den lehmigen Tonböden zirkuliert das Wasser besser.

Für die nächsten Jahre planen die Gebrüder Billet, die tiefe Bearbeitung immer weiter zugunsten einer oberflächlichen Bodenvorbereitung zu reduzieren. Sollten zukünftig allerdings rechtliche Vorgaben zum Tragen kommen, dass die Böden auch im Winter zwingend bestellt sein müssen, so wollen die Gebrüder Billet vor Sommerungen jeweils eine Zwischenfrucht anbauen und dementsprechend auch die Bearbeitungsverfahren umstellen: „Wir müssen die Böden dann im Herbst tief bearbeiten und vor dem Winter eine Gründücke säen; diese Gründücke werden wir dann im Frühjahr – vor der Aussaat – mit dem Catros wieder einarbeiten; oder wir werden direkt nach der Stoppelbearbeitung eine Bodenbedeckung säen und diese Zwischenfrucht dann im Frühjahr intensiv in den Boden einarbeiten.“





9.

Fazit: Anwendungsoptimierte Konzepte entwickeln sich weiter fort

Die Praxisberichte zeigen, wie unterschiedlich und flexibel Bodenbearbeitung und Aussaat auf den Betrieben gehandhabt werden. Manche Betriebsleiter setzen komplett auf die konservierenden Verfahren, andere nur zum Teil. Unabhängig davon und unabhängig von Betriebsstrukturen, Böden und Fruchtfolgen arbeiten alle Praktiker erfolgreich mit AMAZONE Maschinen.

Welches Verfahren zum Einsatz kommt, hängt vor allem von den individuellen betrieblichen Verhältnissen ab. Auf der einen Seite bietet die nichtwendende Bodenbearbeitung neben dem ökologischen Nutzen wie z.B. der besseren Bodenstruktur oder geringerer Erosionsanfälligkeit auch ökonomische Vorteile! So lassen sich auf

vielen Standorten nicht nur gleich hohe oder manchmal sogar höhere Erträge als bei der wendenden Bodenbearbeitung mit dem Pflug, sondern auch deutliche Kosteneinsparungen verwirklichen.

Dennoch setzen viele Betriebe ganz oder zumindest teilweise weiterhin den Pflug ein. Für diese Flexibilität gibt es die viele Gründe. So macht vor allem der Anbau von fusariumanfälligen Kulturen in engen Fruchtfolgen den Einsatz des Pfluges vorzüglicher. Als weitere Vorteile kommen eine relative Ertragssicherheit, die einfachere Beseitigung von Unkraut und Ausfallgetreide sowie ein rückstandsfreier Saathorizont ohne phytosanitäre Risiken für die Folgekultur hinzu.



Auf der Grundlage des 3C-Ackerbau-Konzepts steht auch Ihnen mit den AMAZONE Maschinen für die Arbeitsgänge Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung und Saat in jedem Fall die optimale Technik zur Verfügung, sowohl für die nichtwendenden wie für die wendenden Bodenbearbeitungsverfahren. Mit einem weiten Spektrum an Arbeitsbreiten und Leistungskapazitäten wird AMAZONE den verschiedenen Ansprüchen gerecht. Eine Vielzahl von Maschinen lässt sich zudem multifunktional für mehrere Bearbeitungsgänge nutzen, damit auch kleinere Betriebe die Technik optimal auslasten können. Alle Maschinen sind im Hinblick auf Stabilität, Arbeitsqualität, Einsatzsicherheit, Bedienkomfort und den kraftstoffsparenden Einsatz optimiert.

Gleichzeitig unterstützt AMAZONE seine Kunden mit einer umfangreichen Beratung und konkreten Empfehlungen rund um den effektiven Einsatz der Maschinen und Verfahren. Unter anderem hält AMAZONE verschiedene Prospekte und Broschüren bereit, die Sie über Ihren AMAZONE Vertriebspartner oder über das AMAZONE Infoportal im Internet (www.amazone.de) bestellen können. Außerdem bietet Ihnen das AMAZONE Video-Portal (www.amazone.tv) einen schnellen Zugriff auf über 250 AMAZONE Filme zu den verschiedensten Themen.



Wendende Bodenbearbeitung



Nichtwendende Bodenbearbeitung

Nachwort des Redakteurs

Theorie und Praxis „unter einen Hut zu bringen“ lautete die Kernaufgabe bei dieser Dokumentation über den Intelligenten Pflanzenbau von AMAZONE. Für mich als freiberuflichen Agrarjournalisten galt es, dies redaktionell zu unterstützen: So waren eine Vielzahl von Informationen zusammenzutragen und die Lösungskonzepte darzustellen.

Ohne die tatkräftige Unterstützung von vielen Seiten und die Vorarbeiten an vielen Stellen wäre das nicht möglich gewesen. Ein Dank geht deshalb an die Praktiker und Wissenschaftler, welche die zahlreichen AMAZONE Feldversuche durchgeführt, ausgewertet und aufbereitet haben, ebenso an die AMAZONE Mitarbeiter, von denen die Anwendungskonzepte für den optimalen Maschineneinsatz entwickelt worden sind. Auch bei den Wissenschaftlern, welche die Informationen für den zweiten Teil dieses Buches erarbeitet und zusammengefasst haben, bedanke ich mich.

Danke sage ich zudem den Landwirten, über deren praktische Erfahrungen wir in dieser Dokumentation berichten dürfen. Bei den Besuchen auf den Betrieben bestätigt sich immer wieder, dass man die Frage nach den kostengünstigsten Ackerbauverfahren keineswegs pauschal beantworten kann. Die Aussagen der Praktiker zeigen vielmehr, dass sich anwendungsoptimierte Ackerbau-Konzepte auf der Basis aktueller Erfahrungen immer weiter fortentwickeln werden.

So wird auch AMAZONE seine Lösungen und Verfahren rund um das 3C-Ackerbau-Konzept weiter ausbauen. Und setzt dabei wie in der Vergangenheit auf die Zusammenarbeit mit der Praxis und der Wissenschaft. Deshalb sind Sie, liebe Leser, herzlich eingeladen, Ihr Feedback zu geben: Wenn sie Anregungen, Wünsche oder Fragen zum 3C-Ackerbau-Konzept oder anderen Themen haben, stehen Ihnen die AMAZONE Experten gerne zur Verfügung. Schreiben Sie an AMAZONE, z.B. per E-Mail an 3C@amazone.de oder rufen Sie einfach an: +49 (0)5405 501-0.

Ihr Franz-Peter Schollen, Coesfeld





Intelligenter Pflanzenbau

Teil II

Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft

PD DR. HABIL. JOACHIM BRUNOTTE
THÜNEN-INSTITUT FÜR AGRARTECHNOLOGIE
(TI, EHEMALS FAL BRAUNSCHWEIG)

PD DR. HABIL. CLAUDIUS SOMMER, BRAUNSCHWEIG
(* 16. OKTOBER 1938; † 5. FEBRUAR 2022)

Inhalt

Teil II

Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft

PD DR. HABIL. JOACHIM BRUNOTTE

THÜNEN-INSTITUT FÜR AGRARTECHNOLOGIE (TI, EHEMALS FAL BRAUNSCHWEIG),

PD DR. HABIL. CLAUS SOMMER, BRAUNSCHWEIG

1.	Grundlagen	160
1.1	Die Leistungsfähigkeit der Böden erhalten.	160
1.2	Ziele und Aufgaben der Bodenbewirtschaftung	161
1.3	Nebeneffekte der Bodenbearbeitung mit dem Pflug	162
1.4	Die Systematik von Bodenbearbeitungsverfahren	165
2.	Umsetzung in der Praxis	166
2.1	Der Einstieg in die pfluglose Bodenbearbeitung	166
2.2	Grundsätze der Strohverteilung und Stoppelbearbeitung	166
2.2.1	Anforderungen an die Strohverteilung	166
2.2.2	Anforderungen an die Stroheinarbeitung	167
2.2.3	Stroh-Einarbeitungsqualität bei unterschiedlicher Technik	168
2.2.4	Kraftstoffbedarf und Flächenleistung der Verfahren.	170
2.2.5	Empfehlungen zum Strohmanagement.	171
2.3	Saatbettbereitung und Saat nach wendender Bodenbearbeitung.	172
2.4	Effekte der nichtwendenden Bodenbearbeitung	174
2.4.1	Mulchsaat mindert Verschlammung und Bodenerosion	175
2.4.2	Schonende Bodenlockerung reduziert Schadverdichtungen.	178
2.4.3	Förderung der biologischen Aktivität.	183
2.5	Die Feldgefügeansprache – ein Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes	184
2.6	Der Boden bestimmt die Bearbeitungsintensität.	186
3.	Auswirkungen auf Düngung und Pflanzenschutz.	188
3.1	Anpassung von Düngestrategien	188
3.1.1	Stickstoffdynamik	188
3.1.2	Phosphat- und Kaliversorgung bei Mulchsaat	188
3.2	Bekämpfung von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen	189
3.2.1	Unkrautbekämpfung	189
3.2.2	Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen.	191
3.2.2.1	Fusarienpilze	191
3.2.2.2	DTR – Blattdürre bei Weizen	193
3.2.2.3	Virosen	194
3.2.2.4	Ackerschnecken	194
4.	Kosten und Nutzen im Vergleich	195
4.1	Verfahrenskosten im Überblick	195
4.2	Kosten-Nutzen-Analyse.	197
4.3	Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit	198
4.4	Ökonomie und Ökologie im Einklang.	199
	Literaturverzeichnis	200
	AMAZONE Maschinen im Überblick	201
	Weiterführende Informationen	207

1. Grundlagen

1.1 Die Leistungsfähigkeit der Böden erhalten

Die Landwirtschaft nutzt die Umweltgüter Boden, Wasser und Luft und stellt kostengünstige Nahrungsmittel mit hoher Qualität her. Somit steht sie gegenüber der Natur in besonderer Verantwortung. Gefordert ist eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion, die Folgendes gewährleistet:

1. die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit,
2. die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit in Verbindung mit einer Stärkung der ländlichen Räume sowie
3. die Erhaltung der Stabilität und Funktionssicherheit der sozialen Systeme in den ländlichen Räumen.

Mit dem In-Kraft-Treten des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) ist der vorsorgende Bodenschutz das wesentliche Leitbild heutiger Landwirtschaft in Deutschland. Das heißt: Die Leistungsfähigkeit der Böden (= Produktionsfunktion) und ihrer natürlichen Funktionen (= Lebensraum- und Regelungsfunktion) ist zu erhalten, weil Böden eine knappe und nicht erneuerbare Ressource sind.

Dabei stellt die Bodenbearbeitung den wesentlichen mechanischen Eingriff in das komplexe System „Klima-Boden-Pflanze“ dar. Denn Aufbau und Ernte der Pflanzenbestände sind in der Regel ohne ein gewisses Maß an Bodenbearbeitung nicht möglich: Für Saat und Pflanzung sind günstige Keim- und Wachstumsbedingungen zu

schaffen, die Pflege kann mechanisch erfolgen, das Ernten von Knollen- und Wurzelfrüchten ist ebenfalls mit einem Eingriff in die Bodenstruktur verbunden. Wenn die im Laufe der Vegetation durchgeführten Maßnahmen und Erntearbeiten zum Teil ein ungünstiges Bodengefüge hinterlassen, so ist für die Folgefrucht erneut eine Bodenbearbeitung notwendig.

Bodenbearbeitung im weitesten Sinne ist demnach zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit – verstanden als die standortspezifische nachhaltige Ertragsfähigkeit – notwendig. Zugleich gilt es, im Hinblick auf den Einsatz heutiger Produktions- und Transporttechnik auch den Schutz weiterer, unverzichtbarer Bodenfunktionen (Puffer- und Filtervermögen) zu beachten.

In der Vergangenheit bestimmten im Wesentlichen die mechanische Unkrautbekämpfung und die vorhandene Sätechnik die Ausgestaltung der Bodenbearbeitung: Um Unkräuter zu vergraben und einen „reinen Tisch“ für den störungsfreien Einsatz von Schleppscharen zu ermöglichen, war Jahr für Jahr der Einsatz des Pfluges erforderlich. Aus diesen Gründen wird auch heute noch 50 % der Ackerfläche in Deutschland gepflügt – wobei regional und fruchtfolgespezifisch große Unterschiede existieren.

Während die pfluglosen Verfahren nach Blattfrüchten (Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln) je nach Region und Witterung schon Anteile von bis zu 90% einnehmen, erfolgt



die Vorbereitung z.B. zu Zuckerrüben in erosionsgefährdeten Gebieten bis zu 85 % ohne Pflug. Die pfluglose Bestellung von Getreide nach Getreide bleibt auf Einzelbetriebe beschränkt, umfasst aber inzwischen in Regionen mit mittleren Niederschlagsmengen und Stroherträgen durchaus bis zu 30 % der Ackerflächen. Und wenn Mulchsaatverfahren bisher vor allem auf Regionen beschränkt waren, wo Bodenerosion und Nitratverlagerung ein ernstzunehmendes Problem darstellten, so sind sie heute wegen geringerer Arbeitserledigungskosten sowie Prämienzahlungen für umweltgerechtes Wirtschaften auch für alle anderen Betriebe attraktiv.

1.2 Ziele und Aufgaben der Bodenbewirtschaftung

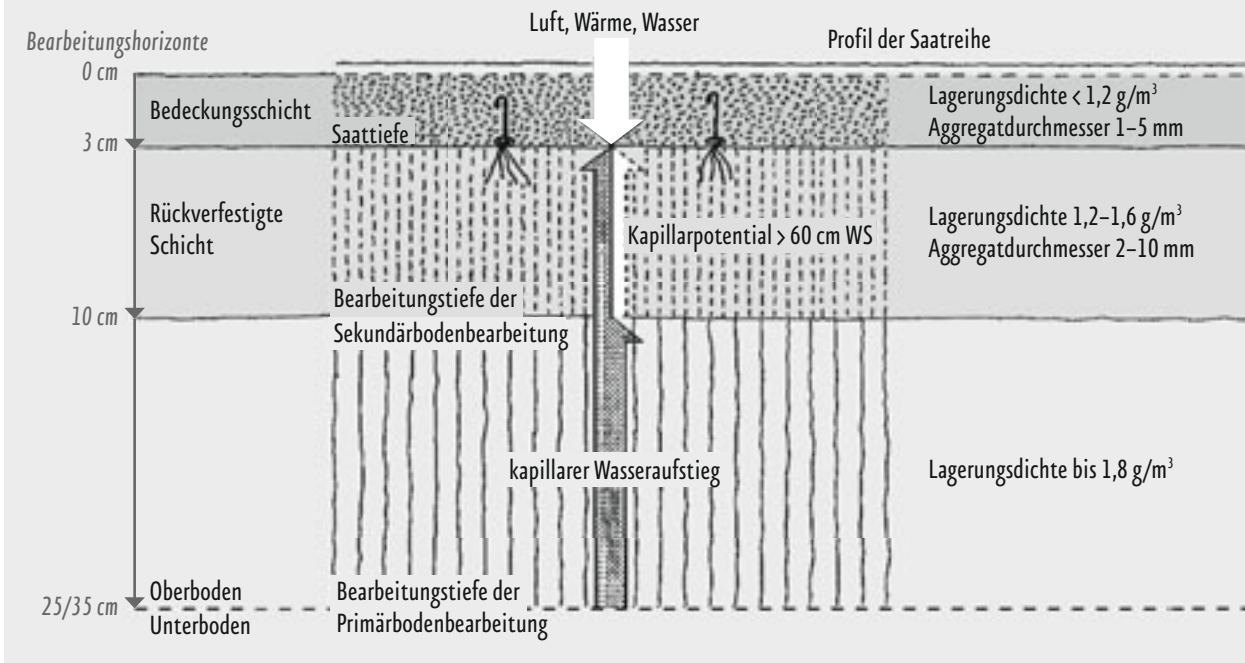
Der Bodenschutz, die Reduzierung von Krankheitspotenzialen und Kosteneinsparung sind heute die wichtigsten Anforderungen an die Bodenbewirtschaftung. Dort, wo Standort, Fruchtfolge, Infektionspotenzial und Bodenfeuchte es zulassen, wird der Pflug zukünftig weiter zurückgedrängt. Dafür breiten sich die Mulchsaatverfahren stärker aus. Da hierbei oft große Mengen organischer Reststoffe der Vorfrucht oberflächlich einzuarbeiten sind, kommt bereits der optimalen Strohquerverteilung durch den Mähdrescher eine außerordentliche Bedeutung zu. Sie beeinflusst nicht nur die Qualität der Stroheinarbeitung, sondern auch den Feldaufgang sowie die Ertragsentwicklung der Folgefrucht.

Um gute Wachstumsbedingungen zu erreichen, ist es ein Hauptziel von Bodenbearbeitung, ein physikalisch günstiges Bodengefüge in der Ackerkrume mit einem physikalisch ungestörten Übergang zum Unterboden zu schaffen.

Der Widerspruch zwischen a.) dem Boden als Pflanzenstandort und b.) dem Boden als Fahrbahn für Maschinen und Transportfahrzeuge lässt die Beschreibung eines „optimalen“ Bodengefüges mit Hilfe quantitativer Angaben nur schwer zu. Unter den Parametern, die das Pflanzenwachstum beeinflussen, spielt vor allem die Bodenfeuchte eine wichtige Rolle. Denn der Boden kann insbesondere bei feuchten Erntebedingungen durch schwere Erntetechnik so verdichtet werden, dass das Wurzelwachstum der Folgefrucht beeinträchtigt wird.

Die Grundbodenbearbeitung soll den Luft-, Wasser-, Wärmehaushalt und den Bodenwiderstand positiv beeinflussen. Vor dem Hintergrund von Kosteneinsparung und Bodenschutz ist das Ausmaß einer jährlich tiefen

Abb. 1: Aufbau eines idealen Saatbetts von Zuckerrüben/Mais nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung in erosionsgefährdeten Hanglagen (verändert nach IfL, Bonn)



Lockerung kritisch zu überdenken. So kann z.B. die Lockerung auf heterogenen Flächen heute sogar teilflächenspezifisch erfolgen. Außerdem korreliert der Pflanzenenertrag am Ende einer Vegetationsperiode nicht mit der Intensität der Bodenbearbeitung.

Keimendes Saat- und Pflanzgut benötigt eine verkrustungsfreie Bedeckung; die Keimwurzeln brauchen einen leicht zugänglichen, wasserführenden Saathorizont. Dementsprechende Anforderungen an die Bodenbearbeitung sind in Abb. 1 dargestellt. Mit der Saatbettbereitung müssen heute neben Krümelung, Einebnung und Rückverfestigung auch solche Ziele verfolgt werden, die vornehmlich den Bodenschutz berücksichtigen, indem organische Rückstände an der Oberfläche belassen oder nur flach eingearbeitet werden.

1.3 Nebeneffekte der Bodenbearbeitung mit dem Pflug

Bodenbearbeitung greift in das komplexe System des Bodens ein und versucht, physikalische, chemische und biologische Prozesse für das Wachstum der nachfolgenden Kulturpflanze positiv zu beeinflussen. Dabei hat der Landwirt heute die Wahl zwischen wendenden und nichtwendenden Bearbeitungssystemen.

Traditionell bietet der Pflugeinsatz bestimmte Vorteile. So ermöglicht er es z.B. in einem nassen Herbst, trockenen Boden nach oben zu pflügen, was die zur Verfügung stehende Zeitspanne für die Bestellung verlängert. Ernterückstände werden untergepflügt und so das Infektionsrisiko für Pflanzenkrankheiten gemindert. Andererseits erfüllt der Pflug aber weniger die Anforderungen des Bodenschutzes. Bei allen Bemühungen, mit dem Pflug eine standort- und pflanzenangepasste Bodenbearbeitung durchzuführen, kommen nämlich verschiedene Problembereiche zum Tragen.

Problembereich Bodenerosion: Standort (Hangneigung und -länge) und Klima (Eintrittswahrscheinlichkeit erosiver Niederschläge) sind für die Erosionsgefährdung von Böden verantwortlich, dies kann der Praktiker nicht beeinflussen. Darüber hinaus hängt die Bodenerosion aber direkt und indirekt von der Bodenbearbeitung ab. So fördert z.B. ein gepflügter, feinkrümelig bearbeiteter Acker, dass es bei heftigen Niederschlägen zu Oberflächenverschlammung und damit zu Bodenabtrag kommt. Die hohe Energie der Regentropfen wird an die Oberflächenkrümel abgegeben und zerstört diese (Abb. 2a und 2b). Das abgesprengte Feinmaterial verstopft die wasserführenden Poren (Abb. 2c), sodass Niederschlagswasser oberflächlich ablaufen muss (Abb. 2d).

Vorsorgende Abhilfe kann man hier nur durch Reststoffe an der Oberfläche schaffen, die die Energie der Regentropfen aufnehmen und damit die Oberflächenkrümel schützen. Auch Winderosion lässt sich nur durch Reststoffe an der Oberfläche verringern. Reststoffe kann man zum einen durch Bestellung von Zwischenfrüchten (Zwischenfruchtgemenge oder Reinsaaten: Phacelia, Senf, Ölrettich) schaffen oder, indem man Ernterückstände an der Oberfläche belässt.

Problembereich Bodenverdichtung: Einerseits wird der Boden bearbeitet, um günstige physikalische Bedingungen zu schaffen, z.B. durch die Auflockerung von Bodenverdichtungen. Andererseits ist die Bodenbearbeitung immer mit einem Befahren des Bodens verbunden und kann somit möglicherweise zu Schadverdichtungen führen. Darüber hinaus werden im Zuge der wirtschaftlich erforderlichen Rationalisierungsmaßnahmen die Gesamtmassen von Ackerschleppern, Erntemaschinen und Transportfahrzeugen immer größer. Solche Belastungen verursachen im Boden mechanische Spannungen, die erst mit zunehmender Bodentiefe wieder abgebaut werden.

Besonders kritisch ist das Befahren des Ackerbodens dann, wenn zuvor eine Überlockerung des Bodengefüges stattgefunden hat. Um entsprechend negative Auswirkungen nach einer Pflugfurche zu begrenzen, wird i.d.R. der Untergrundpacker zur Rückverfestigung eingesetzt. Auch das Onland-Pflügen mit großen Arbeitsbreiten (mehr als 8-scharig) mindert den Bodendruck im Bereich der Krumbasis.

Ein grundsätzlicher Ansatz, um Bodenverdichtungen vorzubeugen, beruht auf der Erhöhung der Bodentragfähigkeit. Dies gelingt durch den Einsatz nichtwendender

Geräte wie z.B. Grubber oder Parapflug. Der Boden lagert dann nach der Bearbeitung dichter als nach Einsatz des Pflugs, ohne dass Bodenfunktionen beeinträchtigt wären. So wird der Boden insgesamt gestärkt, hohe Lasten zu tragen. Unterstützt wird dies durch die Auswahl geeigneter Trägerfahrzeuge sowie durch den Einsatz breiter Radialreifen, die mit niedrigen Reifeninnendrücken gefahren werden können.

Problembereich Stoffausträge: 70 % des Trinkwassers in Deutschland werden heute aus Grundwasser gewonnen, sodass die Filterung des Wassers die wichtigste Regelungsfunktion des Bodens ist. Stoffausträge (Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel) von landwirtschaftlichen Flächen können die Trinkwasserqualität beeinträchtigen. Auf konventionell bewirtschafteten Flächen besteht die Gefahr, dass es durch Oberflächenabfluss und Bodenabtrag zu Stoffausträgen kommt. Mulchsaatverfahren hingegen mindern die Nährstoffanreicherung in Gewässern – wobei Pflanzenschutzmittel allerdings nicht vor Starkregen appliziert werden dürfen, damit sie nicht über den Makroporenfluss in die Gewässer gelangen.

Biologische Aktivität: Um die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens zu erhalten, müssen Bakterien, Pilze und Bodentiere ihre Tätigkeit ungestört durchführen können. So bringt z.B. eine Pflugfurche im Herbst oder Frühjahr eine Minderung der Regenwurmdichte mit sich. Die Umschichtung des Bodens durch den Pflug gerade in einer Zeit mit hoher Regenwurmaktivität entzieht den Regenwürmern die Nahrungsgrundlagen in Stroh und anderen Reststoffen.

Fazit: Auch wenn es verschiedene Vorteile (einfachere Sätechnik, mechanische Unkrautbekämpfung, geringeres Infektionspotenzial für Pflanzenkrankheiten an der Bodenoberfläche) gibt, die für den Einsatz des Pfluges sprechen, so stehen dem als Nachteile die höheren Kosten und die größeren Risiken durch Boden-erosion, Abschwemmung und Bodenverdichtungen gegenüber.

Mulchsaatverfahren hingegen ermöglichen mehr Bodenschutz und Kosteneinsparungen zugleich. Sie zeigen einen Weg, wie man phytosanitäre Probleme durch den Einsatz moderner Mulchtechnik und neuester Stoppelbearbeitungstechnik in Kombination mit wenig anfälligen Sorten sowie der Auflockerung der Fruchtfolge lösen kann – ein Ansatz des „Integrierten Pflanzenbaus“.

Abb. 2: Ablauf des Erosionsprozesses (nach Derpsch et al., 1988)

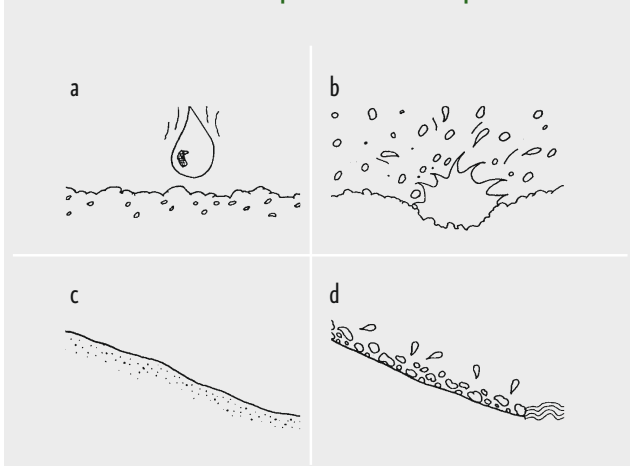
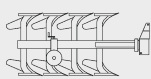
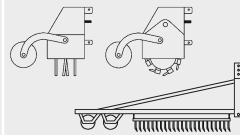
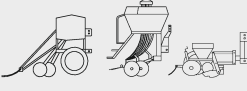
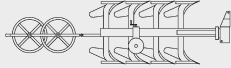
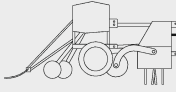
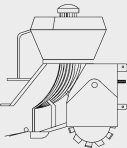
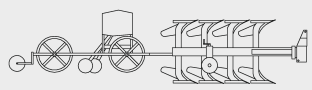
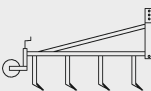
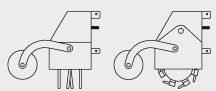
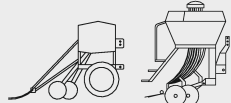
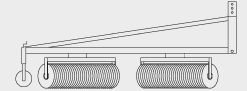
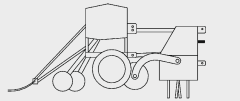
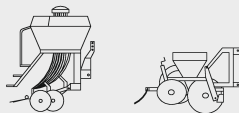
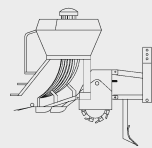
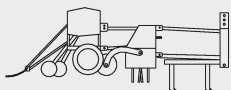
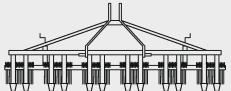
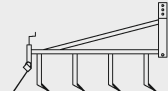

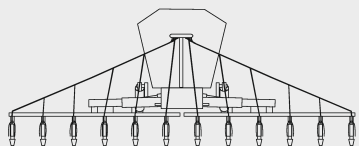
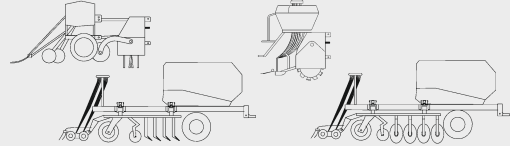
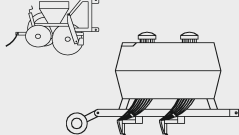


Abb. 3: Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren im Überblick (KTBL, 2013)

Verfahren	Grundbodenbearbeitung (intensive Lockerung)	Saatbettbereitung	Saat	Ablauf der Arbeitsgänge
Wendende Bodenbearbeitung				Getrennt
				Kombiniert, Saatbettbereitung und Saat zusammengefasst
				Alle Arbeitsgänge zusammengefasst
Nichtwendende Bodenbearbeitung mit Lockerung				Getrennt
				Kombiniert, Saatbettbereitung und Saat zusammengefasst
				Alle Arbeitsgänge zusammengefasst
				Getrennt, partielle Bodenbearbeitung in den Saatreihen
				Kombiniert, partielle Bodenbearbeitung in den Saatreihen mit Saatgutablage
ohne Lockerung				Ohne Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat kombiniert
Direktsaat				Ohne Bodenbearbeitung, bei der Saat werden weniger als 1/3 der Reihenweite bearbeitet, die Bearbeitungstiefe ist die Saatgutablagertiefe

1.4 Die Systematik von Bodenbearbeitungsverfahren

Weiterentwicklungen der Pflanzenproduktion und der Landtechnik sowie veränderte Rahmenbedingungen haben in den letzten Jahren zu einer grundsätzlichen Diskussion der gängigen Bodenbearbeitungsverfahren geführt. Damit einher ging die vielfältige Verwendung von Begriffen, die oft Überschneidungen und damit Missverständnisse provozierten.

Wissenschaft, Beratung und Praxis in Deutschland haben sich auf die folgenden drei Definitionen geeinigt (KTBL, 2013), die neben der Bearbeitungsintensität auch übergeordnete Zielsetzungen wie den Bodenschutz berücksichtigen (Abb. 3):

Wendende Bodenbearbeitung mit Pflug: Wesentliches Kennzeichen ist die alljährliche Lockerung der Krume mit dem Pflug. Dabei werden Unkräuter und organische Reststoffe in den Boden eingewendet. Es entsteht eine lockere, von Reststoffen freie Ackeroberfläche, die den störungsfreien Einsatz herkömmlicher Sätechnik (Schleppschare) ermöglicht.

Nichtwendende Bodenbearbeitung (auch als „Konservierende Bodenbearbeitung“ bzw. „conservation tillage“ bezeichnet): Auf den Einsatz des Pfluges wird verzichtet, und die Reststoffe der Vor- und/oder Zwischenfrüchte werden an der Ackeroberfläche belassen. Nichtwendende Bodenbearbeitung ist damit von zwei Grundsätzen gekennzeichnet:

1. Der Reduzierung der üblichen Intensität der Grundbodenbearbeitung nach Art, Tiefe und Häufigkeit des mechanischen Eingriffes: Die nichtwendende, schonende Lockerung soll ein stabiles, tragfähiges Bodengefüge schaffen und damit als vorbeugender Schutz gegen Verdichtungen dienen.
2. Dem Verbleib von Pflanzenreststoffen nahe oder auf der Bodenoberfläche: Ziel ist eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung über einem intakten Bodengefüge als vorbeugender Schutz gegen Verschlammung und Erosion. Dabei ist die Aussaat hier als Mulchsaat definiert, weil in eine vorhandene Mulchauflage bzw. in ein Gemisch aus Mulch und Boden gesät wird. Bei einer Arbeitstiefe von mehr als 10 cm spricht man von Mulchsaat mit Lockerung (MSmL), bei weniger als 10 cm Arbeitstiefe spricht man von Mulchsaat ohne Lockerung (MSoL).

Den Übergang zur Direktsaat bildet das neu definierte Verfahren der Streifenbearbeitung „Strip Till“, bei dem nicht ganzflächig sondern nur partielle Streifen ggf. bis auf maximal Krumentiefe gelockert werden. Dabei kann im bzw. seitlich am Streifen organischer oder mineralischer Dünger abgelegt werden und im gleichen oder einem folgenden Arbeitsgang die Saat platziert werden.

Direktsaat: Sie ist definiert als Bestellung ohne irgendeine Form von Bodenbearbeitung seit der letzten Ernte. Zum Einsatz kommen Sämaschinen mit Scheiben-, Zinken- bzw. Meißelscharen.

Die Abb. 3 zeigt auf Grundlage dieser Dreiteilung eine Maschinenauswahl für die Bodenbearbeitungsverfahren. Innerhalb der Arbeitsabschnitte Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat zeigt sich der Trend, dass

- die Bearbeitungsintensität abnimmt,
- die Lagerungsdichte des Bodens zunimmt,
- die Kosten abnehmen.

2.

Umsetzung in der Praxis

2.1 Der Einstieg in die pfluglose Bodenbearbeitung

Grundsätzliche Verfahrensumstellungen erfordern einen hohen finanziellen Aufwand und bringen Risiken mit sich. Ein allmählicher Einstieg in neue Bodenbearbeitungsverfahren hingegen ermöglicht es, immer mehr Erfahrungen zu sammeln und verringert das Umstellungsrisiko. Hinzu kommt, dass sich heute fast alle modernen Maschinenlösungen universell nach dem Pflug wie auch in pfluglosen Bestellverfahren einsetzen lassen, sodass ein schrittweiser Einstieg in die pfluglose Bestellung möglich ist.

Für viele Betriebe ist die pfluglose Bestellung nach Blattfrüchten (Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln) ein sinnvoller Einstieg in neue Bestellverfahren. Höhere Anforderungen an die Stroheinmischung und Saatbettbereitung stellt da schon die pfluglose Bestellung von Raps nach Getreide. Wird Getreide nach Getreide angebaut, so sind gute Strohverteilung, kurze Häcksellängen, eine sehr präzise Stoppelbearbeitung mit einer exzellenten Stroheinmischung zwingende Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz der pfluglosen Verfahren. Im Zuge der Umstellung bei der Bodenbearbeitung wird der Pflugeinsatz zur Ausnahme oder entfällt ggf. ganz. Musterbetriebe mit entsprechendem Know-how gibt es inzwischen in allen Ackerbauregionen. Wird der Pflug punktuell in der Fruchtfolge wieder eingesetzt, z.B. bei Getreide nach Getreide oder Getreide nach Silomais, werden bestimmte posi-

tive Effekte, wie die verbesserte Tragfähigkeit, die Erhöhung der Regenwurmaktivität und der Verschlammungsschutz an der Oberfläche kurzzeitig reduziert, erholen sich aber bei Rückkehr zur Mulchsaat relativ schnell wieder.

2.2 Grundsätze der Strohverteilung und Stoppelbearbeitung

2.2.1 Anforderungen an die Strohverteilung

Steigende Stroherträge (bis 120 dt/ha), zunehmende Arbeitsbreiten der Mähdrescher (bis 12 m) sowie Dreschen am Hang behindern oftmals die gleichmäßige Strohverteilung. Im Extremfall kann es dazu kommen, dass mittig hinter dem Mähdrescher zu viel Stroh liegt (bis zu 200 dt/ha), was dann in den Außenbereichen der Mähdrescher-Arbeitsbreite fehlt. Das ist sowohl für die Mulchsaat als auch für die Bodenbearbeitung mit dem Pflug ein Problem, da überall dort, wo zu viel Stroh liegt, Feldaufgang und Wurzelwachstum der Folgefrucht beeinträchtigt werden.

Die Mähdrescher-Hersteller liefern in der Regel das Potenzial für eine exakte Strohverteilung – wichtig ist vor allem aber die optimale Einstellung, die der Fahrer vornehmen muss. Oftmals reicht es, die Stroh-Eintrittsöffnungen in den Häcksler in der Mitte zu verkleinern

und am Rand zu vergrößern bzw. die Drehzahl des Häckslers zu erhöhen. Eine Alternative wäre, im Außenbereich des Häckslers Messer zu installieren, die eine höhere Windgeschwindigkeit erzeugen bzw. bei Arbeitsbreiten über 8 m zusätzlich Zentrifugalverteiler zu montieren. Bei Neuinvestitionen sollte man statt einfacher Spreuverteiler solche Häckslersysteme auswählen, bei denen auch die Spreu über den Häckslers verteilt wird, damit sie zusammen mit dem Massenfluss des Strohs stärker in die Randbereiche gefördert wird.

Beim Mähdrusch-Hochschnitt (25 – 30 cm Stoppeln) ist das Problem Strohverteilung entspannt, weil das Stroh an der Stelle verbleibt, wo es gewachsen ist. Um allerdings eine sachgerechte Stoppelbearbeitung und Aussaat für die Folgefrucht durchführen zu können, müssen die Hochschnitt-Stoppeln nachträglich mit einem Mulcher zerkleinert werden. Damit gehen Einsparungen, die der Hochschnitt mit sich bringt, durch die zusätzlichen Einsatzkosten des Schlegelhäckslers wieder verloren. Der Mähdrusch-Hochschnitt kann aber dennoch in kritischen Situationen (Fallzahl-Problematik) sinnvoll sein, um morgens zwei Stunden früher mit dem Drusch zu beginnen und nachts zwei Stunden länger zu arbeiten. Dann ist aber für diese zusätzlichen Mähdrusch-Stunden eine angepasste Logistik erforderlich.

2.2.2 Anforderungen an die Stroheinarbeitung

Ist das Stroh gleichmäßig verteilt, bestimmen die Zeitspanne bis zur Folgefrucht und das ausgewählte Bodenbearbeitungssystem (mit/ohne Pflug) die weitergehende Strategie. Folgt dem Getreide eine Winterung (Raps/Getreide), ist ein beschleunigter Strohabbau wichtig. Folgt eine Sommerung (Zuckerrüben, Mais, Kartoffeln, Leguminosen, Getreide), ist im Sinne des Bodenschutzes ein verzögerter Strohabbau anzustreben (siehe Abb. 4).

Grundsätzlich wird die Verrottungsgeschwindigkeit bestimmt von

- dem Spleißgrad des Strohs (Gegenschneide und gezackte Messer am Mährescher-Häckslers können den Spleißgrad erhöhen),
- der Strohlänge (15 cm langes Stroh verrottet langsamer als 5 cm kurzes Stroh) und
- der Einarbeitungstiefe (Stroh auf der Bodenoberfläche verrottet am langsamsten und bildet den besten Verdunstungsschutz, siehe Abb. 5).

Abb. 4: Arbeitsgänge nichtwendender Bodenbearbeitung bei unterschiedlichen Fruchtfolgen

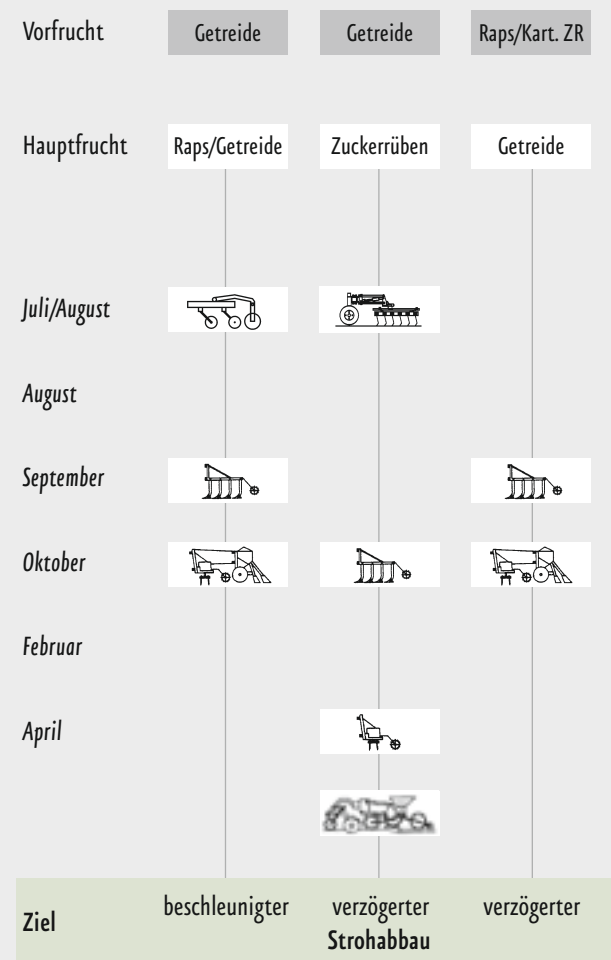


Abb. 5: Strohverrottung in Relation zur Einmischtiefe, (geändert nach Köller)

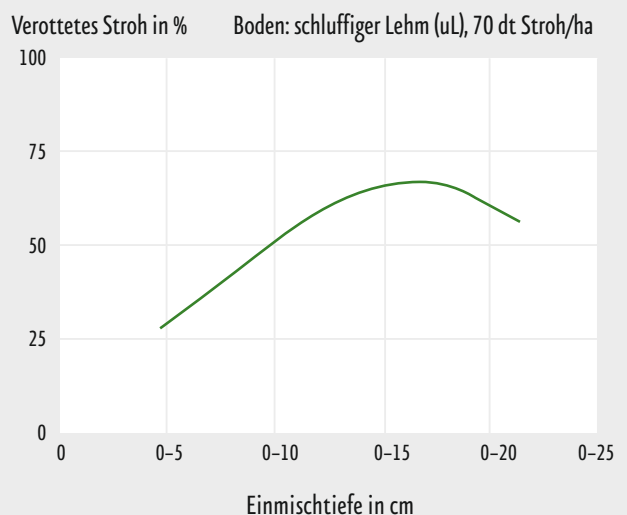
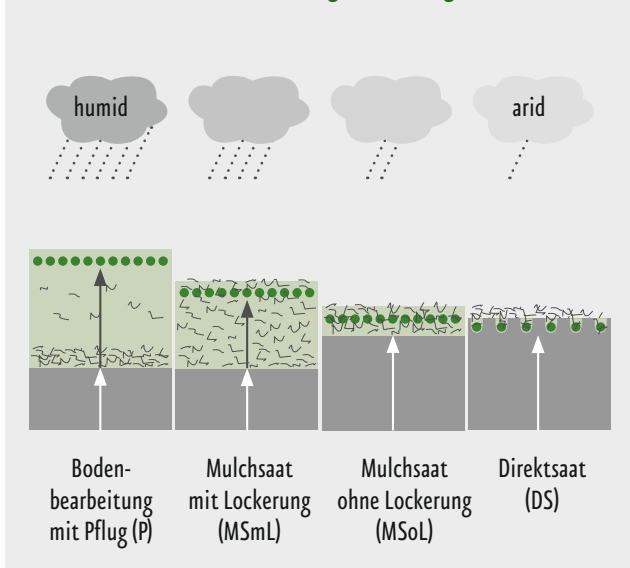


Abb. 6: Platzierung von Stroh und Saatgut bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung und Klimagebieten



Bei einer engen Aufeinanderfolge der Früchte im Herbst bieten sich im Zuge **pflugloser Verfahren** drei mögliche Strategien an, um das Stroh einzuarbeiten (siehe Abb. 6):

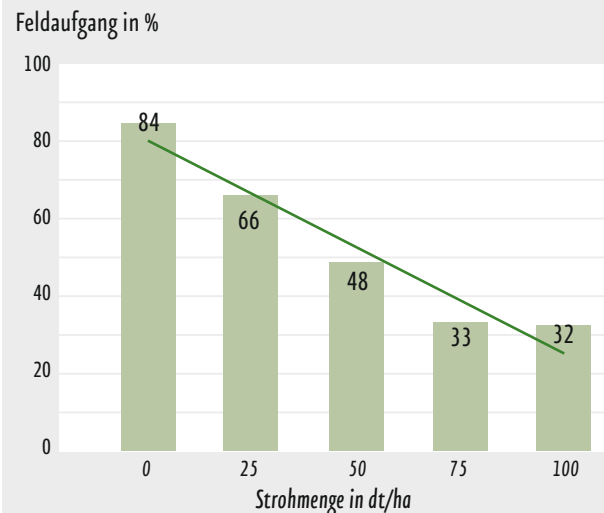
1. Die Trennung von Stroh und Samen: Dies gelingt durch eine Direktsaat mit reißenden Scharen wie Meißel-, Zinken- oder Gänsefußscharen. Das Stroh verbleibt auf der Bodenoberfläche, zugleich finden die Samen Anschluss an das Kapillarwasser – es besteht ein optimaler Verdunstungsschutz. Chemische Abbauprodukte des Strohs beeinflussen Keimung und Aufgang in der Regel nicht.

Ähnlich verhält es sich mit der Frässohlensaat. Allerdings werden die Samen hier durch ein Gemisch aus Stroh und Boden bedeckt, zugleich besteht bei feuchtem Boden die Gefahr der Frässohlenbildung.

2. Oberflächennahes Einarbeiten von Stroh: Damit es bei Mulchsaat ohne Lockerung (MSoL) nicht zu einer physikalisch-mechanischen Beeinträchtigung während der Sameneinbettung, dem Aufgang und der Jugendentwicklung kommt (siehe Abb. 7), müsste das Stroh vollständig und auf weniger als 1 cm zerkleinert werden. Dies ist technisch allerdings sehr aufwändig und kostspielig. Eine Mulchsaat ohne Lockerung (MSoL) ist bei heutigem Stand der Technik deshalb nur bei Stroherträgen von weniger als 50 dt/ha bzw. vor einer Sommerung zu empfehlen.

3. Verdünnungseffekt: Auf Standorten mit hohen Stroherträgen (bis 120 dt/ha) sowie bei engen Zeitspannen

Abb. 7: Feldaufgang in Relation zur Strohmenge, (nach H. Voßhenrich, 1997)



bis zur Bestellung der Folgefrucht ist die Mulchsaat mit Lockerung (MSmL) am besten geeignet. Beim derzeitigen Stand der Technik von Strohaufbereitung und -verteilung hat der Landwirt nur so die Möglichkeit, über einen „Verdünnungseffekt“ die physikalische Beeinträchtigung durch das Stroh zu minimieren. Die Böden müssen also im Sinne der optimalen Stroheinmischung tiefer bearbeitet werden, obwohl eine Lockerung strukturbedingt nicht notwendig wäre. Als Faustregel gilt: Je 10 dt Ertrag/ha sollte man eine Einarbeitungstiefe von 1 cm (feuchte Bedingungen) bis 2 cm (trockene Bedingungen) anstreben – nur so ist mit einem beschleunigten Strohabbau zu rechnen.

2.2.3 Stroh-Einarbeitungsqualität bei unterschiedlicher Technik

In Folge der umfangreichen Anforderungen an das Strohmanagement reicht es heute nicht mehr aus, den Acker bei der Stoppelbearbeitung einfach „schwarz zu machen“. Vielmehr ist eine „Präzisions-Stoppelbearbeitung“ zu fordern.

Vor diesem Hintergrund ist u.a. die Einarbeitungsqualität und der Energiebedarf unterschiedlicher Stoppelbearbeitungsgeräte im Feldversuch untersucht worden. Als Kontrolle diente der stark verbreitete Flügelschargrubber (3 m Arbeitsbreite, 43 cm Strichabstand, Hohl-scheiben, Stabwalze) für die flache und tiefe Bearbeitung. Alternativ kam für die flache Bearbeitung eine angebaute Kurzscheibenegge (5 m Arbeitsbreite,

Keilringwalze) zum Einsatz, auf die ein 4-balkiger Grubber (3 m Arbeitsbreite, 23 cm Strichabstand, Wendelschare, Sterntiller) für die tiefe Bearbeitung folgte. Die 3. Variante war eine aufgesattelte Grubber-Scheibeneggen-Kombination (3 m Arbeitsbreite, 20 cm Strichabstand, Wendelschare, Keilringwalze) für die flache und tiefe Bearbeitung. Da für die Krümelung und Einmischung hohe Fahrgeschwindigkeiten erforderlich sind, kamen Traktoren mit 120 kW Zugleistung zum Einsatz.

Für die Auswertung wurden nach der Bearbeitung mehrere Profile gegraben und anschließend mit Hilfe eines Rasters die Bedeckung des Stroh in der Profilwand bzw. auf der Oberfläche bonitiert. Abb. 8 zeigt anhand der Verteilung des Stroh in der Profilwand die Qualität der flachen Stroheinarbeitung (Abb. 8.2). Dabei fällt auf, dass der Flügelschargrubber – trotz flacher Einstellung – 10 bis 15 cm tief arbeitet, was auf den Untergriff der Scharspitzen zurückzuführen ist. Das Krümenprofil zeigt Zonen mit hoher und solche mit geringer Strohkonzentration, d.h. ein heterogenes Bild der Stroheinmischung. Die Kurzscheibenegge hingegen ist in der Lage, extrem flach zu arbeiten, was zu einem hohen Aufgang von Ausfallgetreide führt. Mit 78% Bedeckung belässt sie zugleich das meiste Stroh an der Oberfläche.

Auch mit der Grubber-Scheibeneggen-Kombination gelingt im Vergleich zum Flügelschargrubber eine flachere Bearbeitung, was auf die höhere Zinkenanzahl und die schmal schneidenden Wendelschare zurückzuführen ist. Mehr Zinken wie auch die nachfolgende doppelte Scheibenegge führen zu einer sehr intensiven Stroheinmischung. In Verbindung mit der Rückverfestigung durch die Keilringwalze erreicht diese Maschine zugleich den höchsten Aufgang von Ausfallgetreide (Abb. 9).

Bei allen Varianten musste der erste Arbeitsgang wegen Mährescherspuren etwas tiefer erfolgen. Die 2. tiefere Bearbeitung (auf halber Krumentiefe) sorgte für den „Stroh-Verdünnungseffekt“ und stellte im Zuge des Mulchsaatverfahrens die Grundbodenbearbeitung dar (Abb. 8.2, 8.3).

Deutlich zeigen sich die Strohabbau-Raten vom 1. Arbeitsgang (Abb. 8.2) zum 2. Arbeitsgang (Abb. 8.3). Bei allen Verfahrensvarianten nehmen die Bedeckungsgrade des Stroh in der Profilwand ab (Abb. 8.2: mehr schwarze und dunkelbraun gefärbte Quadrate; Abb. 8.3: mehr orange und gelb gefärbte Quadrate).

Um hohe Strohabbau-Raten zu erreichen, sollte man die Strohreste immer wieder neu im Boden positionieren,

Abb. 8: Einarbeitungsqualität von Weizenstroh (flach und tief) mit unterschiedlichen Geräten (Adenstedt, IT 3 V 68, 2002, TJ-AT, Voßhenrich, Ortmeier, Brunotte)

Abb. 8.1: Stroh/Stoppelverteilung Bonitur der Einarbeitung von Stroh-/Ernterückständen Raster 4,0 x 4,0 cm



Abb. 8.2: Stroh/Stoppelverteilung Einarbeitung mit unterschiedlichen Geräten: flache Einarbeitung

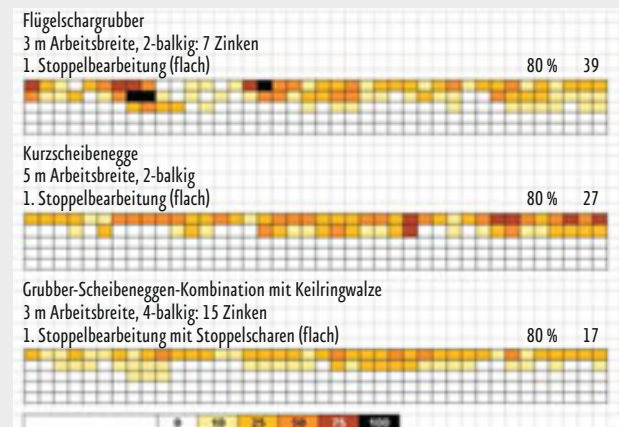


Abb. 8.3: Stoppelverteilung Einarbeitung mit unterschiedlichen Geräten: tiefe Einarbeitung

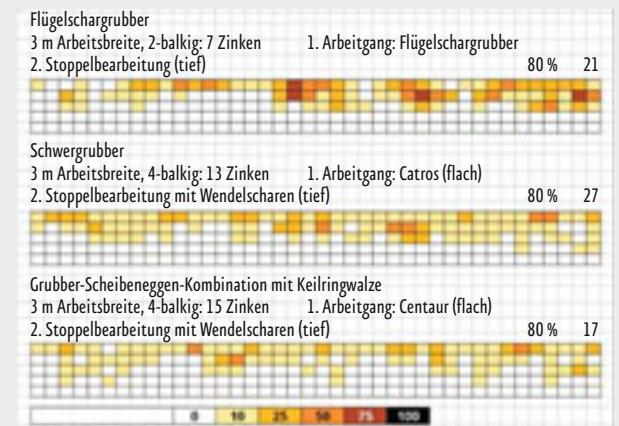
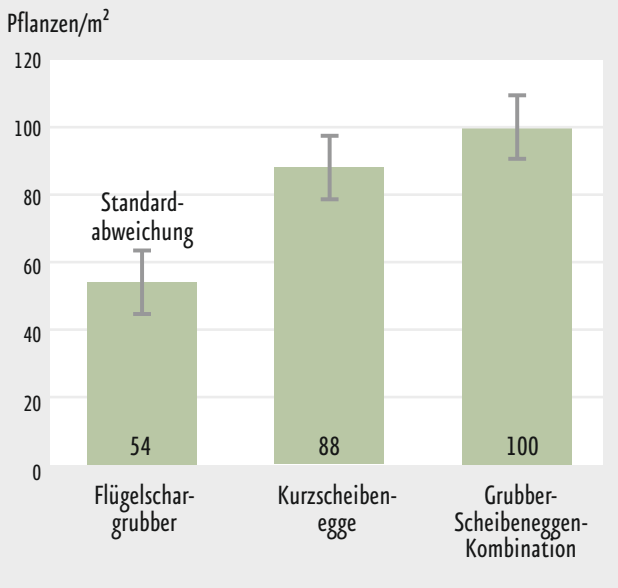


Abb. 9: Aufgang von Ausfallgetreide nach unterschiedlich flacher Stoppelbearbeitung.



weil man so den Mikroorganismen neue Möglichkeiten für den Abbau schafft. Demzufolge ist eine einmalig durchgeführte intensive Stoppelbearbeitung nicht so wirksam wie zwei zeitlich versetzte Arbeitsgänge mit unterschiedlichen Arbeitstiefen, die mit weniger intensiv arbeitenden Maschinen durchgeführt werden. Entscheidend ist, dass Stroh und Boden noch einmal neu vermischt werden.

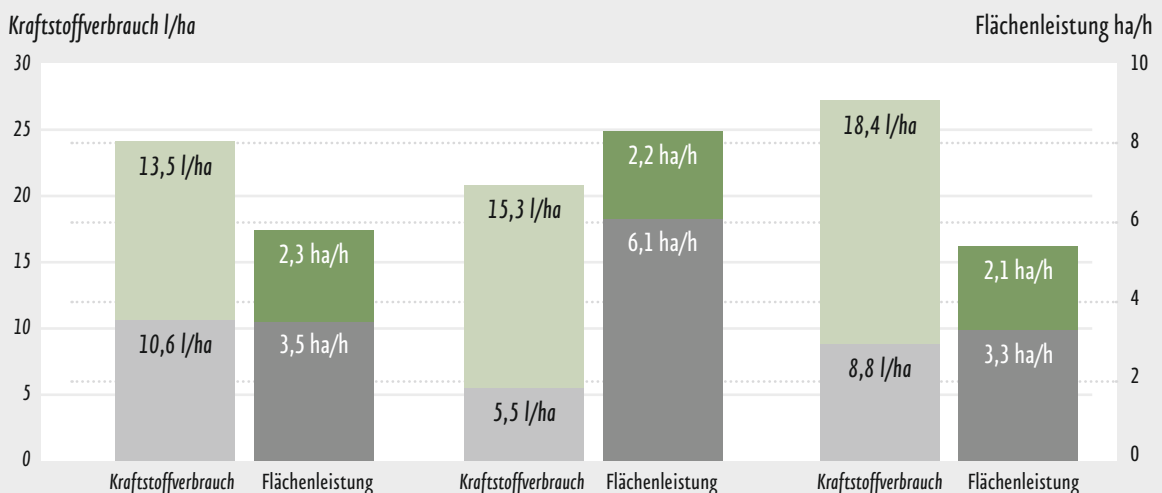
Um einen hohen Feldaufgang von Ausfallgetreide und Unkrautsamen zu erreichen, ist es wichtig, die intensive Stroheinmischung mit einer gezielten Rückverfestigung zu kombinieren. Wie Abb. 9 zeigt, erreicht die Grubberscheibeneggen-Kombination die besten Werte, gefolgt von der Kurzscheibenegge, bei der etwas mehr Stroh im Saatgutablagebereich zum Liegen kommt. Der Flügel-schar-grubber fällt im Ergebnis stark ab, weil er zu tief arbeitet und hinsichtlich Krümelung und Rückverfestigung Wünsche offen lässt. Anzumerken bleibt außerdem, dass man insbesondere bei feuchten Bodenbedingungen die schmal schneidenden Werkzeuge bevorzugen sollte, weil Flügel-schare leicht zu Schmierzonen führen können.

2.2.4 Kraftstoffbedarf und Flächenleistung der Verfahren

Bei der 1. flachen Bearbeitung liegt der Kraftstoffverbrauch des Flügel-schar-grubbers am höchsten, da die Flügel bei ganzflächiger Bearbeitung zu tief in den Boden eingreifen (siehe Abb. 10). Das kommt der Maschine allerdings bei der 2. Bearbeitung zugute, wo sie im Vergleich zu den anderen beiden Grubbern den günstigsten Wert von nur 13,5 l/ha Kraftstoffverbrauch erreicht.

Die Kurzscheibenegge erzielt auch bei 5 m Arbeitsbreite einen sehr günstigen Verbrauchswert, außerdem mit 6,1 ha/h die höchste Flächenleistung. Es folgt der

Abb. 10: Kraftstoffverbrauch und Flächenleistung bei flacher und tiefer Stoppelbearbeitung mit unterschiedlichen Geräten



2. Stoppelbearbeitung

Flügel-schar-grubber – 3 m

4-balkiger Grubber/Wendelschare – 3 m

Grubber-Scheibenegge/Wendelschare – 3 m

1. Stoppelbearbeitung

Flügel-schar-grubber – 3 m

Kurzscheibenegge – 5 m

Grubber-Scheibenegge/Wendelschare – 3 m

4-balkige Grubber mit 15,3 l/ha Verbrauch und 2,2 ha/h Flächenleistung bei der tiefen Bearbeitung; dieser Wert ist etwa gleich hoch wie bei den anderen Grubbern. Die Grubber-Scheibeneggen-Kombination schafft eine sehr gleichmäßige Stroheinarbeitung, was in etwa einer Sekundärbodenbearbeitung bei der Mulchsaat entspricht; dies allerdings mit einem hohem Anspruch an den Zugkraftbedarf sowie einer mittleren Flächenleistung, die mit dem Flügelschargrubber vergleichbar ist.

2.2.5 Empfehlungen zum Strohmanagement

1. Die Querverteilung von Stroh ist bei Mähdreschern mit mehr als 6 m Arbeitsbreite häufig noch unzureichend. Der Fahrer sollte Leitbleche und Gebläsedrehzahl entsprechend optimieren. Eine Feldmethode, um die Strohverteilung zu überprüfen, ist z.B., das Stroh mit einer grobzinkigen Harke quer zur Fahrtrichtung des Mähdreschers und über drei Arbeitsbreiten in einem Schwad zusammen zu ziehen. An dem Volumen des Querschwads lässt sich erkennen, wie gut die Querverteilung ist. Bei Mähdrescherneueinvestitionen sollte man eine Technik auswählen, bei der auch die Spreu über den Häcksler verteilt wird.
2. Ein Strohstriegel kann das Stroh in gewissen Grenzen nachverteilen, bewirkt aber zugleich, da er es nur oberflächlich verteilt, einen verzögerten Strohabbau.
3. Bei der Einarbeitung von Stroh muss entweder eine Trennung von Stroh und Samen (Direktsaat) erfolgen oder man muss – insbesondere bei hohen Stroherträgen – einen Verdünnungseffekt des Strohs in der Krume (Mulchsaat mit Lockerung) anstreben.
4. Eine Universalmaschine für die Stoppelbearbeitung und Grundbodenbearbeitung, die als gezogene Maschine hinter dem Traktor angebaut wird, gibt es bisher nicht. Von der Funktionalität her erfüllen die Grubber-Scheibeneggen-Kombinationen mit Scharwechselsystemen weitestgehend diese Anforderungen – leider ist die Arbeitsbreite nicht an die Arbeitstiefe anzupassen, um die Schlepperleistung bei beiden Arbeitsgängen voll auszunutzen. Deshalb ist es besser, anstatt einer Universalmaschine jeweils Spezialmaschinen mit Abstimmung von Arbeitstiefe und Arbeitsbreite einzusetzen.
5. Spezialmaschinen mit unterschiedlichen Arbeitsbreiten wie z.B. eine Kurzscheibenegge (5 m angehängt) und anschließend ein 3- oder 4-balkiger Grubber (3 m angebaut) sind bei einer Anspannung von 180 PS am besten geeignet, die Anforderungen an die Stoppel- und Grundbodenbearbeitung zu erfüllen.
6. Bei der integrierten Landbewirtschaftung spielt die zielorientierte Stoppelbearbeitung eine ganz entscheidende Rolle. Wird das Stroh gleichmäßig in den Boden eingearbeitet, lassen sich damit sowohl die Ziele des Bodenschutzes erfüllen als auch das Infektionspotenzial für Pflanzenkrankheiten minimieren.

2.3 Saatbettbereitung und Saat nach wendender Bodenbearbeitung

Bei der wendenden Bodenbearbeitung schafft man durch den Einsatz des Pfluges den sogenannten ‚reinen Tisch‘. Um dabei unerwünschte Nebeneffekte wie Bodenerosion und Bodenverdichtungen zu mindern, gibt es grundsätzlich zwei Ansätze:

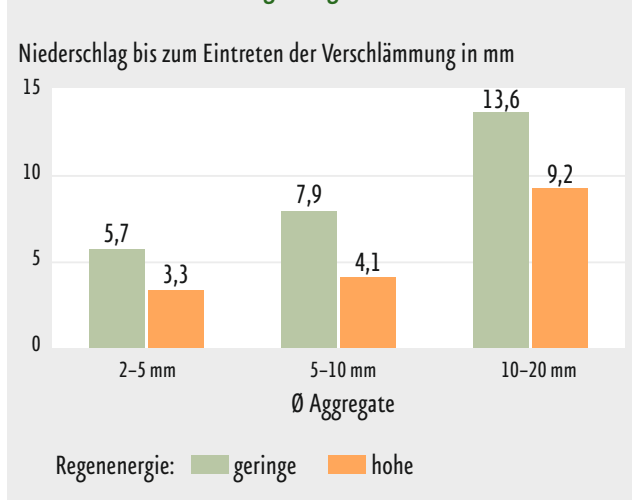
1.) Liegen keine Ernterückstände auf der Oberfläche, kann der erosionsauslösende Effekt der Verschlammung – wenn auch nur in gewissem Umfang – durch grobe Bodenaggregate gemindert werden (siehe Abb. 11).

Die Abbildung zeigt, dass bei hoher Regenenergie nur 3,3 mm Niederschlag erforderlich sind, um 2 bis 5 mm große Aggregate zu verschlämmen; um 10 bis 20 mm große Aggregate zu zerstören, sind bereits 9,2 mm Regen notwendig.

Gleichzeitig gilt, dass ein rauhes Saatbett den Oberflächenabfluss von Niederschlagswasser stärker hemmt als ein feines Saatbett (siehe Abb. 12). Auf der anderen Seite müssen die Aggregate im Saatgutablagebereich aber einen gewissen Feinheitsgrad aufweisen (also kleiner als der jeweilige Samendurchmesser sein), um über einen optimalen Samen-Boden-Kontakt die Keimwasserversorgung sicherzustellen.

Um grobe Aggregate an der Oberfläche und feine Krümel im Saathorizont zu erreichen, müssen Maschinen und Werkzeuggeschwindigkeiten passend ausgewählt werden. Wichtig ist dabei, dass man die Werkzeug-

Abb. 11: Erforderliche Regenmenge (mm) für die Verschlämmung von Aggregaten (Lehm) in Abhängigkeit von der Niederschlagsenergie (nach Czeratzki, 1966)



geschwindigkeit von angetriebenen Kreiseleggen und -grubbern durch ein Schaltgetriebe am Gerät bzw. am Traktor und/oder durch Variation der Motordrehzahlen reduzieren kann. Auf Sanden und lehmigen Sanden reicht in der Regel eine Federzinkenegge mit Sämaschine aus. Tonige Lehme und Tonstandorte erfordern den Einsatz von Kreiselegge bzw. Kreiselgrubber (4 bis 6 m/s Werkzeuggeschwindigkeit bei 5 km/h Vorfahrtsgeschwindigkeit, d.h. 250 bis 290 Kreiselumdrehungen/min.). Höhere Fahrgeschwindigkeiten erfordern höhere Kreisel-drehzahlen.

Im Hinblick auf das Ziel einer optimalen Krümelverteilung (grob auf der Oberfläche, fein im Saathorizont) führen die „auf Griff stehenden Zinken“ des Kreiselgrubbers zu folgenden Effekten:

- Sie fördern grobe Aggregate an die Oberfläche, feine rieseln in den Saathorizont (siehe Abb. 13). Durch die Saatgutablage im Bereich der Feinerde wird ein guter Samen-Boden-Kontakt erreicht („Entmischungseffekt“). Schleppende Zinken dagegen, z.B. von Kreiseleggen, drücken die größeren Bodenaggregate nach unten und lassen die Feinerde überwiegend an der Oberfläche.
- „Zinken auf Griff“ ziehen sich insbesondere bei harten Bodenverhältnissen besser in den Boden ein, können jedoch bei feuchten Bedingungen ggf. feuchte Kluten an die Bodenoberfläche fördern.
- Der Leistungsbedarf an der Zapfwelle ist bei „Zinken auf Griff“ etwa gleich hoch bzw. etwas niedriger als bei schleppenden Zinken (Abb. 13).

2.) Ein weiterer Ansatz, um die unerwünschten Nebeneffekte einer Überlockerung durch den Pflug zu mindern, ist die Rückverfestigung. So wird der Boden mit einem Untergrundpacker hinter dem Pflug und einer Packerwalze am Bodenbearbeitungsgerät rückverfestigt. Als Packerwalzen am Bodenbearbeitungsgerät stehen Stab-, Zahnpacker-, Keilringwalzen und andere offene, stegartige Walzen zur Verfügung. Stab- und Zahnpackerwalzen wirken flächig über die gesamte Arbeitsbreite, wobei die Stabwalze hauptsächlich den Boden krümelt und der Tiefenführung der Maschine dient, und die Zahnpackerwalze den Boden zusätzlich rückverfestigt.

Die Keilring- bzw. Dachprofilwalze hingegen übernehmen aufgrund ihrer unterbrochenen Bauweise zwei gegenläufige Funktionen:

A. Sie rückverfestigen den Boden in Streifen. In diesen Streifen können die Säschare anschließend auf einer vorverfestigten Zone und mit gleichmäßiger Ablagetiefe geführt werden (siehe Abb. 14). Als Folge der

Abb. 12: Oberflächenabfluss für unterschiedliche Rauigkeit des Saatbettes (nach Helming, 1992)

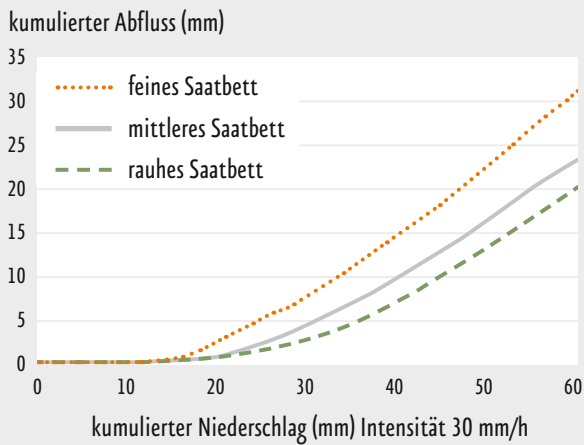
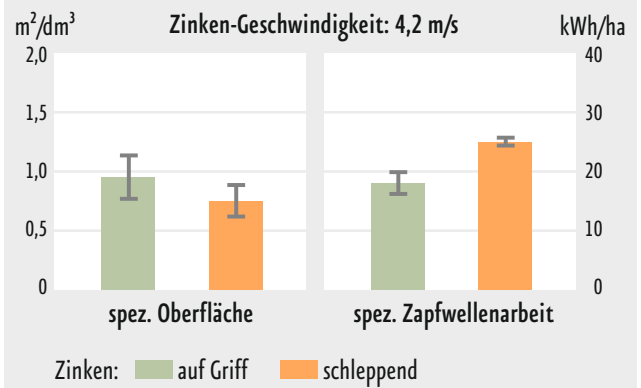


Abb. 13: Oberfläche von Aggregaten (= Maß für die Rauigkeit) und Zapfwellenleistungsbedarf von schleppenden und „auf Griff stehenden Zinken“ am Beispiel des Kreiselgrubbers (nach Herberg, 1988)



streifenweise Rückverfestigung kann den Keimling später – bei Trockenheit – mehr Kapillarwasser erreichen.

B. Zwischen den rückverfestigten Streifen verbleiben Zwischenräume, die aus groberen Bodenaggregaten bestehen, was die Verschlammungsgefahr vermindert. Hinzu kommt eine lockere Bodenlagerung, die zu einer Steigerung der Wasserinfiltration (2,5-fach höher als im rückverfestigten Bereich) führt. In den ungewalzten, losen Bereichen können somit auch große Niederschlagsmengen besser versickern. Aber Achtung: Bei schluffigen Böden sollte man die Werkzeuggeschwindigkeit der zapfwellengetriebenen Eggen durch Schaltgetriebe und Motordrehzahl reduzieren, weil sie Aggregate schaffen, die stark zum Verschlammneigen. Die groberen Aggregate aus den Zwischenräumen werden nach dem Sävorgang mit Hilfe eines Schwalbenschwanzstriegels (= Exaktstriegel) über die

gesamte Oberfläche verteilt (siehe Abb. 14) und beugen damit der Verschlammung vor.

Die streifenförmige Rückverfestigung, die einen hohen Feldaufgang mit hoher Infiltrationsleistung für Wasser kombiniert, bezeichnet man als „gezielte Heterogenität“. Sie knüpft an die Erkenntnis an, dass der Boden unter trockenen Standortbedingungen etwas dichter liegen sollte als unter feuchten Verhältnissen. Da man zur Zeit der Bodenbearbeitung im Herbst oder Frühjahr die Witterung der folgenden Vegetationsperiode nicht voraussehen kann, gibt eine streifenförmige Bearbeitung bzw. Rückverfestigung des Bodens – im Wechsel dicht und locker bzw. grob und fein – der Pflanze die Möglichkeit, sich selbst die jeweils besseren Bedingungen auszuwählen. Das neue Verfahren der Streifenbearbeitung (= Strip Till) integriert zusätzlich die Grundbodenbearbeitung und Düngerapplikation.

Abb. 14: Arbeitsfolge einer Kombination von Kreiselgrubber, Keilringwalze und RoTeC-Scharen



2.4 Effekte der nichtwendenden Bodenbearbeitung

Geschont bzw. geschützt werden sollen neben der Ertragsfähigkeit auch andere wichtige Funktionen des Bodens, so z.B. die Filter- und Pufferfähigkeit. Nichtwendende Bodenbearbeitung stellt ein Konzept dar, das darauf abzielt, die Kosten der Bodenbearbeitung zu reduzieren und gleichzeitig mehr Bodenschutz zu verwirklichen. Im Sinne des Landwirts sowie nach dem Bodenschutzgesetz sollte die „gute fachliche Praxis“ Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen treffen. Das heißt,

- die Bodenbearbeitung muss standortangepasst erfolgen,
- Bodenerosion, Bodenverdichtungen und Stoffausträge sind zu vermeiden,
- Bodenstruktur, Humusgehalte und biologische Aktivität sind zu fördern.

Ein Schlüssel zur Erreichung dieser Ziele liegt in der Reduzierung der Bearbeitungsintensität (eine tiefe Lockerung ist nicht automatisch gleichzusetzen mit intensiver Bearbeitung z.B. durch ein zapfwellenangetriebenes Gerät). Dies gilt sowohl bei der Grundbodenbearbeitung als auch bei der Saatbettbereitung.

Während die schonende Lockerung auf Kosteneinsparung und bessere Befahrbarkeit abzielt, ist die Mulchsaat (siehe Tab. 1), (ganzflächig und partiell) mit oder ohne

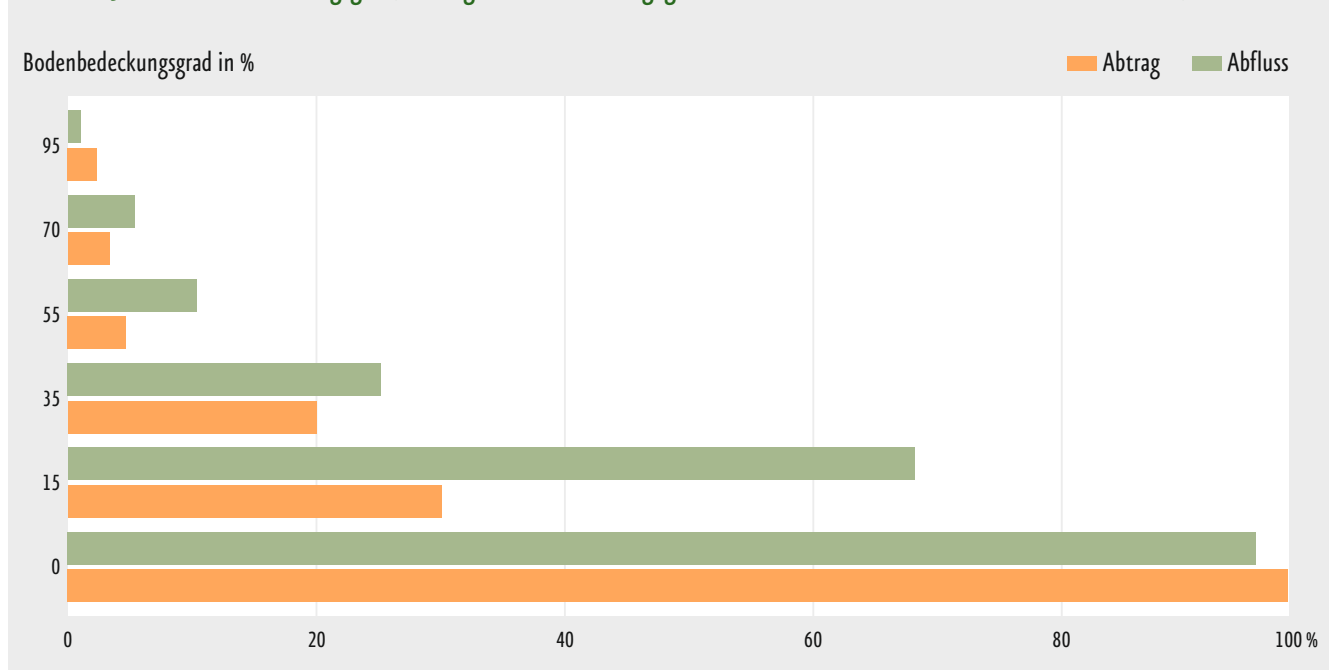
Saatbettbereitung, die einzige Möglichkeit, um effektiv Verschlammungen und Bodenerosion durch Wind oder Wasser vorzubeugen (siehe Abb. 16).

2.4.1 Mulchsaat mindert Verschlammung und Bodenerosion

Unter „Mulch“ versteht man Reststoffe, die auf der Oberfläche verbleiben. Weitreichig angebaute Früchte wie Zuckerrüben, Mais und Kartoffeln sind besonders erosionsgefährdet. Bei diesen Sommerungen besteht die Möglichkeit, eine Zwischenfrucht vorzuschalten, sodass Reststoffe aus Zwischenfrüchten und/oder Vorfrüchten zur Verfügung stehen. Wird jedoch Getreide bzw. Raps nach Getreide angebaut, können lediglich die Rückstände der Vorfrucht als Mulchauflage genutzt werden.

Grundsätzlich gilt, dass sich der vorbeugende Schutz gegen Oberflächenabfluss und Bodenerosion umso stärker auswirkt, je größer der Bedeckungsgrad durch organische Reststoffe an der Oberfläche ist (siehe Abb. 15). Die Stängel schützen die Bodenaggregate vor dem direkten Angriff durch Wind und Wasser. Damit wird Verschlammung vermieden, eine Infiltration über die Poren bleibt erhalten und damit die Bodenerosion gemindert. Entsprechendes gilt für die Winderosion.

Abb. 15: Je höher der Bedeckungsgrad, desto größer der Schutz gegen Oberflächenabfluss und Erosion (nach Roth et al., 1990)



Tab. 1: Definition der Mulchsaat mit Saatbettbereitung und der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung

Teilbereich	Mulchsaat		
Bezeichnung	mit Saatbettbereitung	ohne Saatbettbereitung	
Definition	ganzflächig, flach eingearbeitete Reststoffe der Vor- und/oder Zwischenfrucht	streifenförmig, flach eingearbeitete Reststoffe der Vor- und/oder Zwischenfrucht	Belassen von Reststoffen der Vor- und/oder Zwischenfrucht auf der Bodenoberfläche
Ziel	Bodenruhe, Bodenbedeckung Vorbeugung von Verschlammung und Erosion Kosteneinsparung		
Sätechnik	herkömmliche Techniken und Weiterentwicklung (Rollschare, Säschiene u. a.)		Schneiden bzw. bandbreites Räumen vor herkömmlichen Techniken (Scheibensäschar, Meißel-, Gänsefußschare)

Abb. 16: Der Problembereich Bodenerosion und Lösungsansätze (nach Sommer, 1997)

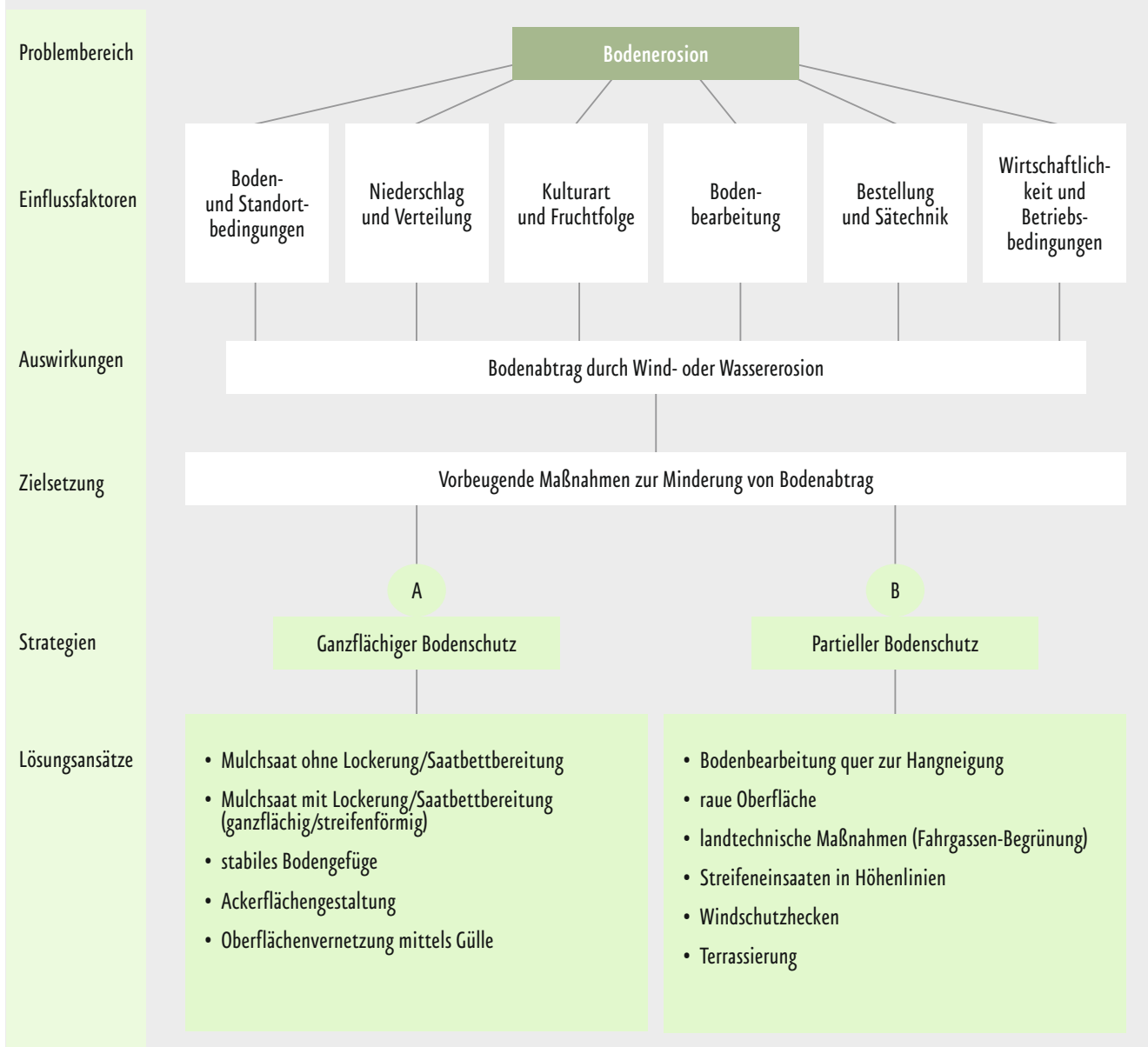
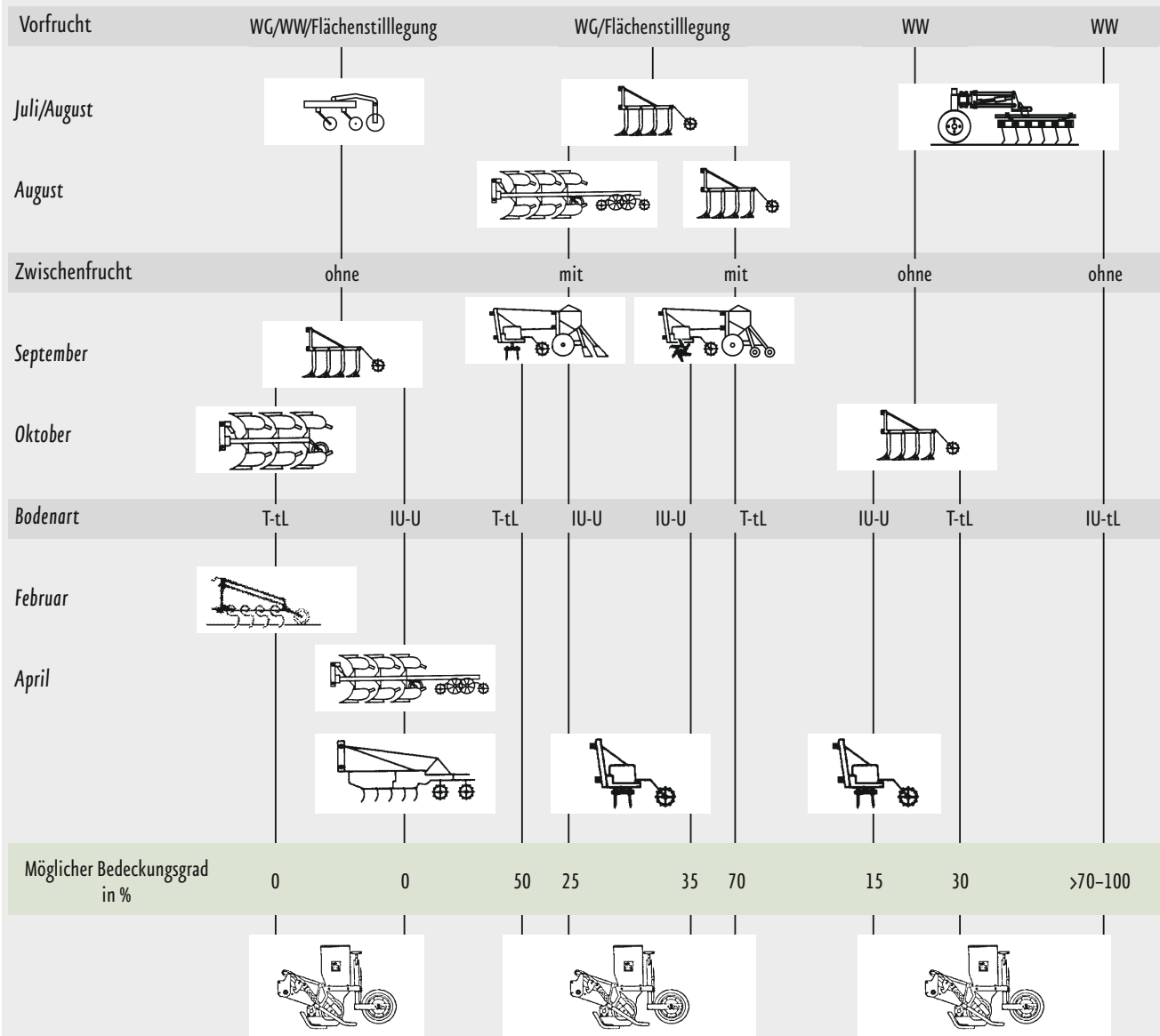


Abb. 17: Geräteeinsatz bei konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung zu Mais



Problembereich	koventionelle Saat		Mulchsaat			Mulchsaat		Direktsaat
	mit Saatbettbereitung	ohne Saatbettbereitung	ohne	mit Saatbettbereitung	ohne	mit Saatbettbereitung	ohne	
Verschlämmung	-	-	XX	X	XX	0	X	XX
Bodenerosion	0	-	XX	X	XX	0	X	XX
Bodenverdichtung	X	-	X	X	XX	X	XX	XX
Nitrataustrag	-	-	XX	XX	XX	0	0	X
Kosten	X	0	0	-	X	X	XX	XX

Problemlösung: xx sehr gut x gut 0 befriedigend - unbefriedigend

Bodenarten: L, l = Lehm T, t = Ton U = Schluff; Getreidearten: WG = Wintergerste, WW = Winterweizen

Abb. 17 zeigt am Beispiel der Maisbestellung, wie man durch einen gezielten Maschineneinsatz eine standortangepasste Bodenbearbeitung sowie unterschiedliche Bedeckungsgrade (BDG) zur Vorbeugung von Verschlammung und Erosion erreicht.

Die Abbildung zeigt außerdem, dass verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren und der Anbau von Zwischenfrüchten zu unterschiedlich hohen Bedeckungsgraden führen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Streifenbearbeitung in der Abb. 17 nicht aufgeführt. Sie weist in den bearbeiteten (15 – 30%) und unbearbeiteten Streifen (50 – 70%) sehr unterschiedliche Bedeckungsgrade an der Oberfläche auf.

Wenn man unter den Bedingungen „Tonstandort, Vorfrucht Wintergerste, Pflugfurche zu Phacelia“ und dann im Frühjahr auf die Saatbettbereitung verzichtet, so ist mit den Zwischenfruchtresten ein Bedeckungsgrad von 50% zu erreichen.

Bei Senf, der in der Regel pfluglos bestellt wird, kann nach vorhergehender Stoppelbearbeitung mit dem Kreiselgrubber („Zinken auf Griff“) frischer Boden an die Oberfläche transportiert werden, was eine gute Stroheinmischung ermöglicht.

Nach einer späten Weizenernte muss oft auf den Anbau einer Zwischenfrucht vor Mais verzichtet werden, da sie sich im Herbst nicht mehr ausreichend entwickeln kann. Dies trifft auch zu, wenn Zwischenfruchtanbau als Greeningverpflichtung genutzt wird und kein mineralischer Stickstoff gestreut werden darf. Stattdessen sind die Stohrückstände der Vorfrucht als Oberflächenschutz zu nutzen. Dabei ist das Strohmanagement völlig umzustellen: Im Oktober sollte nach dem Striegelein-

satz lediglich eine Bearbeitung mit Scheibenegge bzw. Grubber auf die für den Standort notwendige Tiefe erfolgen.

Auf der Basis von Strohmulch sind immerhin Bedeckungsgrade von bis zu 30% zu erreichen (Abb. 17), wenn lediglich ein Stoppelbearbeitungsgang und der einmalige Einsatz des Kreiselgrubbers zur Aussaat (Werkzeuggeschwindigkeit 4,5 m/s) erfolgen. Durch die „auf Griff stehenden Zinken“ muss es auch bei hohen Bedeckungsgraden nicht zu einer Schwadbildung durch Stroh- und/oder Zwischenfruchtreste kommen. Bei einer Kreiselegge mit schleppenden Zinken kann das leichter passieren, weil das organische Material unter den Zinken hindurch in den Boden gedreht wird und die Laufbahn des Werkzeugs immer wieder an derselben Stelle verlässt. Wird vor der Sekundärbodenbearbeitung zusätzlich Gärsubstrat/Gülle ausgebracht und eingearbeitet, reduziert sich der Bedeckungsgrad weiter.

Bei Schadverdichtungen, z.B. nach einer Ernte unter feuchten Bedingungen, ist es sinnvoll, zusätzlich einen Lockerer vor dem Kreiselgrubber einzusetzen. Nach dieser mechanischen Lockerung des Gefüges kann anschließend eine Zwischenfrucht (Zwischenfruchtgemenge/ Ölrettich) mit ihren Wurzeln die Krume biologisch stabilisieren, ohne dass der Acker für die Aussaat ein zweites Mal befahren werden muss. Durch Stroh- und Zwischenfruchtreste lassen sich immerhin Bedeckungsgrade von 70% erreichen.

Wenn ein Lockerer vorgeschaltet ist, wird zugleich die Einarbeitungsqualität des Kreiselgrubbers verbessert. Die vor den Erdleitblechen aufsteigenden Erdbalken fallen von oben auf das Stroh und werden damit vermischt (siehe Abb. 18). Dennoch ist der Verdünnungseffekt des

Abb. 18: Vorlockerer, Kreiselgrubber und Keilringwalze bei der Stoppelbearbeitung



Abb. 19: Feldaufgang bei konservierender Bodenbearbeitung mit und ohne Schwergrubber (nach Voßhenrich, 1996)

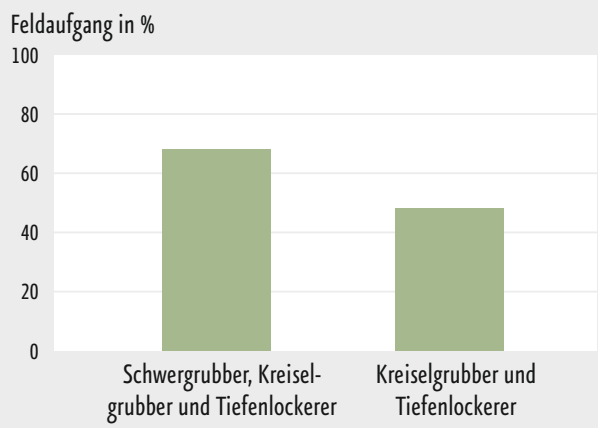
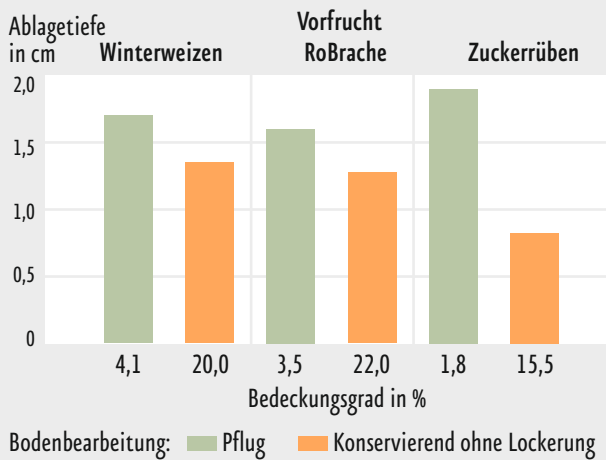


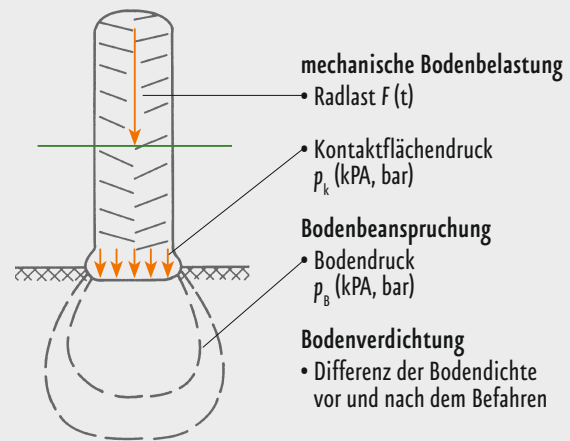
Abb. 20: Ablagetiefen von Weizensaatgut beim Einsatz von Rollscharen, nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung


Strohs (bei 80 dt/ha) in der Krume nicht ausreichend – dies belegen Feldaufgangsergebnisse von Raps auf Fehmarn. Ein zusätzlicher, vorhergehender Arbeitsgang mit dem Schwergrubber auf 20 cm Tiefe ließ hier den Feldaufgang um 20% ansteigen (siehe Abb. 19).

Wird eine nichtwendende Bodenbearbeitung mit Lockerung durchgeführt, so muss mit Hilfe der Packerwalze eine Rückverfestigung der Krume erfolgen. Dazu eignet sich die Keilringwalze besser als die Zahnpackerwalze, da letztere durch die in den Boden einsteckenden Zähne das Stroh-Boden-Gemisch wieder hochreißt und damit die Rückverfestigung in der Saatzone verringert.

Versuche zeigen, dass Strohrefte im Saathorizont und an der Oberfläche auch die Scharführung des Sägerätes beeinflussen. Die an einer AMAZONE Sämaschine installierten Rollschare sind in einem Winkel von 7° ange stellt. Der gewählte Winkel stellt einen Kompromiss dar zwischen einer gewollten Strohräumung, um den Samen-Boden Kontakt zu verbessern, und einem unerwünschten Bodentransport bei hoher Fahrgeschwindigkeit. Ein schräg gestelltes Schar neigt weniger dazu, über die Strohrefte abzurollen, als ein in Fahrtrichtung geradeaus laufendes Schar bzw. Doppelscheibenschar. Die Ablagetiefe eines Rollschares bei Mulchsaatverfahren in organische Reststoffe ist in der Regel flacher als nach Bodenbearbeitung mit dem Pflug (siehe Abb. 20).

Die geringere Ablagetiefe muss nicht unbedingt geringere Feldaufgänge zur Folge haben. Sie kann jedoch beim Auftauen von gefrorenem Boden zum Freispülen von Wurzeln führen, was wiederum bei AHL-Einsatz in Verbindung mit Herbiziden Pflanzenverluste verursa-

Abb. 21: Belastung, Beanspruchung und Verdichtung des Bodens (nach Sommer, 1997)


chen kann. Aus diesen Gründen müssen Rollschare bei Mulchaufgaben etwas tiefer eingestellt bzw. mit höherem Scharndruck gefahren werden.

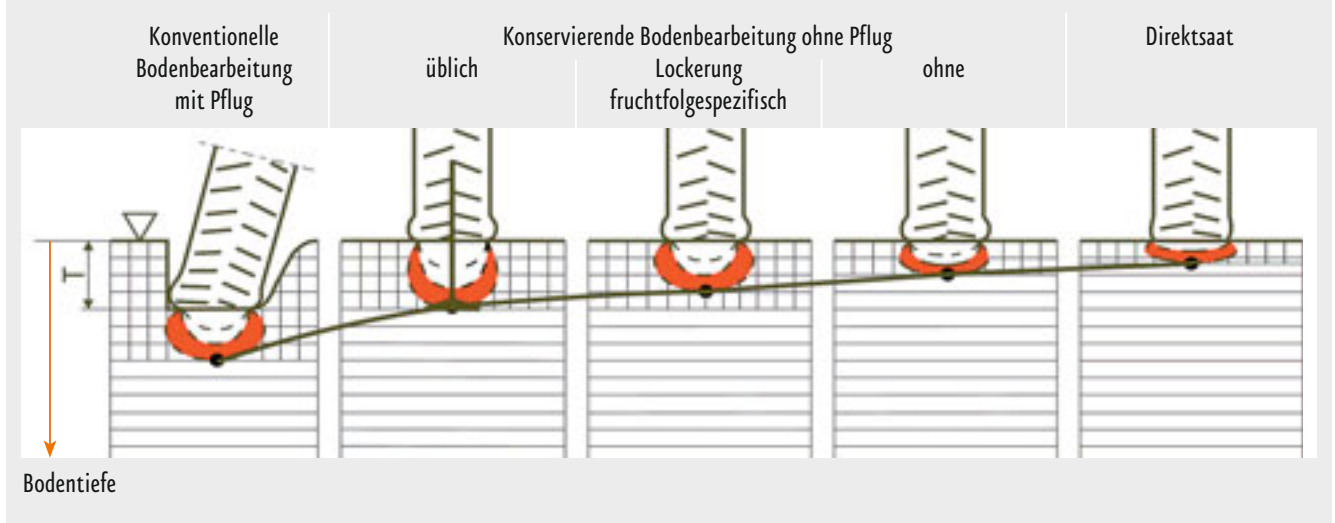
2.4.2 Schonende Bodenlockerung reduziert Schadverdichtungen

Grundsätzlich sind Bodenverdichtungen als die „Zunahme von Bodendichte“ definiert. Diskutiert man die Möglichkeiten zur vorsorgenden Bodenschonung, so stehen aber vor allem die Gefügeveränderungen, die durch das Befahren des Bodens entstehen, im Mittelpunkt.

Belastungen des Bodens werden entweder mit der Radlast oder mit dem Kontaktflächendruck in der Berührungsfläche als Laufwerk/Boden in kPa (100 kPa = 1 bar) angegeben (siehe Abb. 21). Als Folgen dieser Belastung entstehen während des Befahrens mechanische Spannungen im Boden, deren Verlauf man in Linien gleichen Bodendrucks („Druckzwiebeln“) angibt (s. Abb. 22).

Die Folge dieser Bodenbeanspruchung wiederum ist die Zunahme der Bodendichte, die hauptsächlich zu Lasten der Grobporen geht und damit die Durchlüftung und Infiltration des Bodens beeinflusst. Je tragfähiger, d.h., je dichter und/oder trockener der Boden während des Befahrens ist, umso geringer sind die Folgen der Druckbeanspruchung. Übersteigt die Beanspruchung die Eigenstabilität des Bodengefüges, kann es zu einer Änderung der Bodenfunktionen kommen. Werden bestimmte Laborschwellenwerte z.B. bei der Luftkapazität (< 5 Vol.-%) oder der gesättigten Wasserleitfähigkeit (< 10 cm/Tag) unterschritten und weist die Feldgefügeansprache bei

Abb. 22: Zur Tiefenwirkung von Bodendruck bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren



Packungsdichte, Regenwurmaktivität bzw. Wurzelwachstum kritische Zustände auf, können Bodenschadverdichtungen vorliegen (Lebert et al., 2004).

Die Auswirkungen des Maschineneinsatzes auf die Veränderung der Bodenstruktur sind so alt wie die Mechanisierung in der Landwirtschaft. Der Einsatz von technischem Gerät zur Arbeitserleichterung in der Landwirtschaft wäre zum Scheitern verurteilt gewesen, wenn die Steigerung der Ertragsfähigkeit der Böden darunter gelitten hätte. Deshalb gibt es seit Mitte des 20. Jahrhunderts Statuserhebungen, Bodendauerbeobachtungen und Belastungsversuche, die die wichtige Interaktion zwischen Maschine und Boden beschreiben und helfen, die Brisanz und Verbreitung von Bodenverdichtungen zu beurteilen. Solche Untersuchungen sind die Grundlage für die Ausgestaltung und Präzisierung von Handlungsempfehlungen zum vorsorgenden Bodenschutz (aid, 2013).

Beispielhaft wird eine Statuserhebung aus Südniedersachsen (Brunotte et al., 2008) herangezogen, die einen Zeithorizont von 50 Jahren berücksichtigt und damit die landtechnische Entwicklung recht gut abbildet. Während 1952 mehrfach einzelne Arbeitsgänge mit einer Egge und Walze zu einer hohen Überrollhäufigkeit durch den Traktor führten und die Lagerungsdichte in der Krume erhöhten, konnten 1982 durch Zusammenlegen von Arbeitsgängen in Form von Gerätekombinationen in Verbindung mit einer erhöhten Schlagkraft durch größere Arbeitsbreiten eine Reihe von Überrollungen eingespart werden; dies führte zu einer geringeren Lagerungsdichte in der Krume. Die Entwicklung von 1982 bis 2002 hat hier keinen weiteren Fortschritt gebracht.

Bei Betrachtung von Krumbasis und Unterboden fällt die Krumbasisverdichtung im Jahr 1982 auf. Durch Krumbasisvertiefung und Pflugarbeit – mitunter bei hohem Schlupf und feuchten Bedingungen – entstand eine deutliche Verdichtung beim Übergang von der Krume zum Unterboden. Die Untersuchungen von 2002 – weitere 20 Jahre später – belegen, dass sich dieser Trend nicht fortgesetzt hat (Abb. 23). Als Gründe für diese Entspannung sind anzuführen:

- eine Zurücknahme der Bearbeitungstiefe aus Kostengründen
- Bearbeitung bei akzeptabler Bodenfeuchte dank hoher Schlagkraft
- Ausdehnung pflugloser Bodenbearbeitungssysteme mit Befahrung der Bodenoberfläche

Abb. 23: Bodendichte/Porenvolumen von 144 Standorten in Südniedersachsen – tendenzieller Vergleich (Ruhm 1983; nach Ruhm zitiert von Sommer 1985; Brunotte et al., 2008)

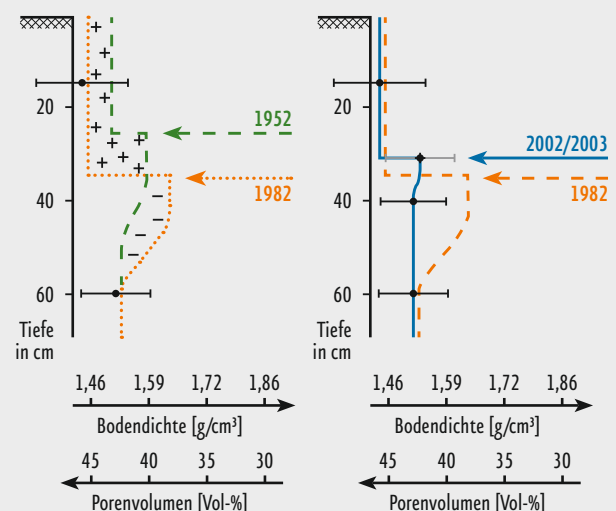


Abb. 24: Vergleich der Radlasten Landseite/Furchenseite am Hinterrad eines Traktors beim Pflügen. Mittelwerte aus jeweils 6 aufeinanderfolgenden Messfahrten (Brunotte et al., 2012)

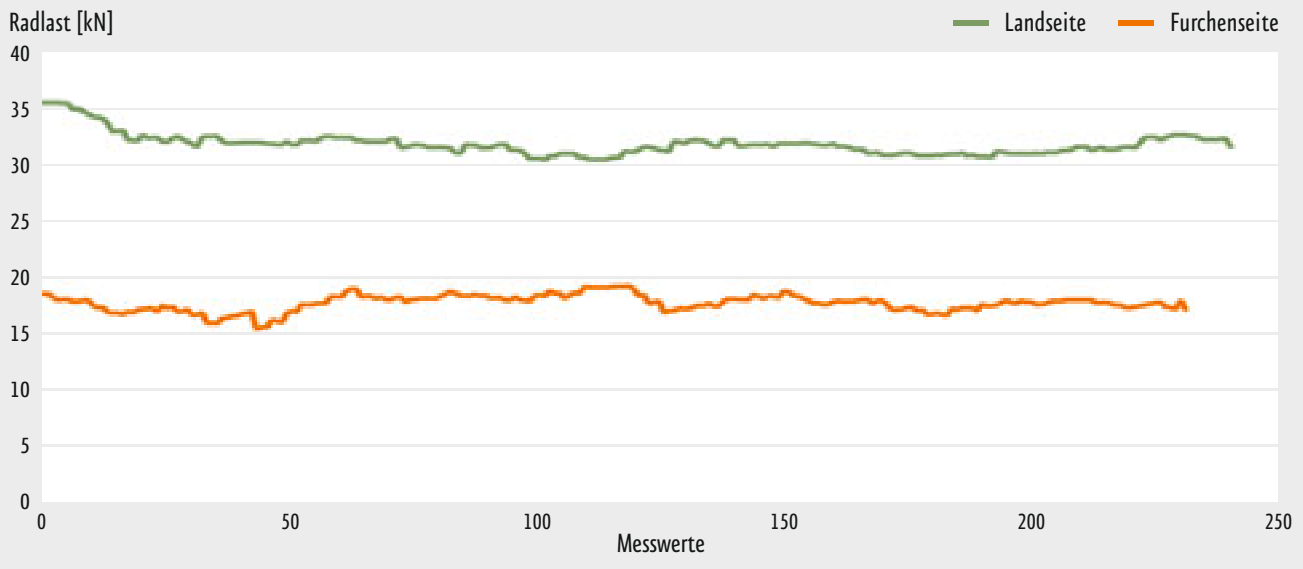
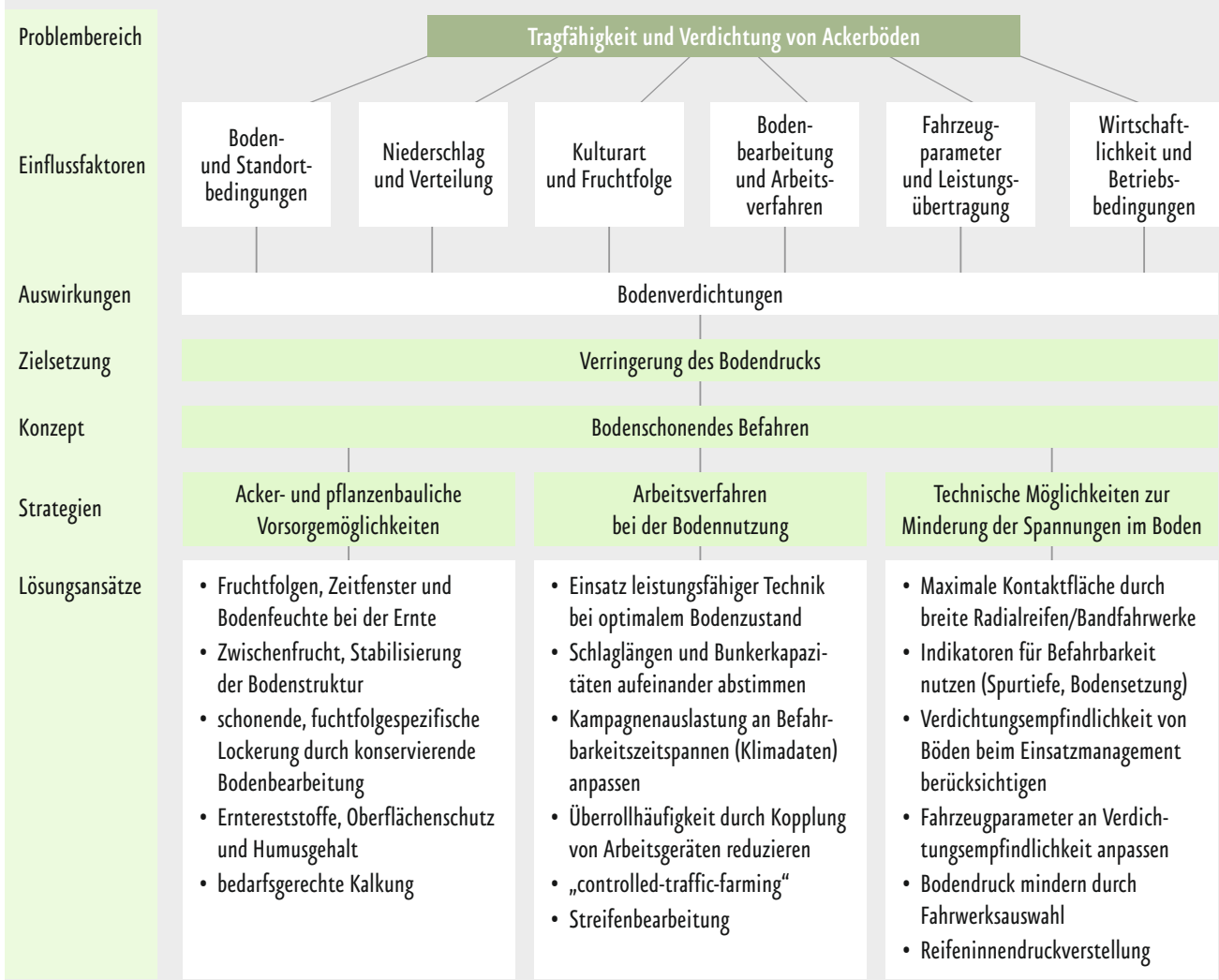


Abb. 25: Der Problembereich Bodenverdichtung und Lösungsansätze (Sommer, 1998b, geändert n. Brunotte, 2008)



- technische Detailverbesserungen (Radialreifen mit geringem Innendruck von ca. 1 bar und Schlupfregelung beim Pflügen)
- breitere Pflüge (> 4 Pflugkörper) bewirken eine Gewichtsverlagerung zum Landrad und eine Entlastung des Furchenrades (Abb. 24)

Da bundesweit noch ca. 50% der Fläche gepflügt werden – mit regional großen Unterschieden – sind die Auswirkungen des Pflugtraktors auf die Krumenbasis von entscheidender Bedeutung. Durch Adaption von Ultraschallsensoren in der Felge ist es im Thünen-Institut für Agrartechnologie (Braunschweig) weltweit erstmalig gelungen, die Reifeneinfederung online zu messen. Da sie mit der abstützenden Last hoch korreliert, kann die dynamische Radlast während der Pflugarbeit gemessen werden. Die Messungen zeigten eine überraschende Tendenz: Nicht am Furchenrad sondern am Landrad traten die höheren Lasten auf (Abb. 24). Statt des zu erwartenden Verhältnisses Furchenradlast/Landradlast von 60/40 ergaben die Messungen ein Verhältnis von 40/60. Die Ursache für die unerwartete Entlastung des Furchenrades liegt in der Kombination von Traktor und Pflug. Bei 2- und 3-Schar-Pflügen verschiebt sich der Angriffspunkt der Gewichtskraft des Traktors in Richtung Furchenrad. Bei 4- und 5-Schar-Pflügen wandert der Angriffspunkt der Vertikalkraft zur Landradseite. Die Zugkräfte am Unterlenker des Furchenrades steigen an und hebeln das Rad aus der Furche. Diese Messungen liefern demnach eine weitere Erklärung für die Entspannung der Bodenzustände in der Krumenbasis (Brunotte et al., 2012).

Zu den **acker- und pflanzenbaulichen Vorsorgemöglichkeiten** gehört u. a. eine Verbesserung der Befahrbarkeit. Sie lässt sich erreichen, indem der Boden nicht unbedingt jedes Jahr krumentief gelockert wird, sondern indem man fruchtfolgespezifisch (Abb. 25) mit nichtwendenden Werkzeugen (z.B. Meißelschare) arbeitet. Das Bodengefüge weniger zu lockern, würde die Rückverfestigung entbehrlich machen, was zu einer enormen Kosteneinsparung, insbesondere beim Dieselverbrauch, führen könnte.

Der Einsatz einer Bestellkombination mit Vorlockerer, Kreiselgrubber und Keilringwalze hilft, dieses Konzept zu verwirklichen. Dabei ist aber im Verlauf der Fruchtfolge der richtige Zeitpunkt der nichtwendenden Lockerung sorgfältig auszusuchen. Das heißt, die Lockerungsschare des Vorlockerers sollten nur bei tatsächlich vorhandenen Schadverdichtungen und bei günstigen, d.h. trockenen Bodenverhältnissen eingesetzt werden. Gleichzeitig sollte eine biologische Stabilisierung mittels Zwischenfrucht erfolgen.

Versuche zu dieser Fragestellung belegen am Beispiel von Zuckerrüben (in einer ZR-WW-WW-Fruchtfolge), dass die Lockerung reduziert werden konnte, ohne dass es zu Ertragseinbußen kam. Der Positiv-Effekt der nichtwendenden Bodenbearbeitung ohne Lockerung lag im Vergleich zur wendenden Bearbeitung in einer Kosteneinsparung. Hinzu kam eine Erhöhung der Tragfähigkeit (dargestellt an der Vorderachsen-Spurtiefe eines 6-reihigen Köpfrödebunkers, Abb. 26).

Abb. 26: Spurtiefe eines Rübenrodgers mit zunehmender Bunkerfüllung und nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung (Reifen: 800/65R32 XM28, Reifeninnendruck: 2,4 bar, Aufstandsfläche: 6.600 cm², Kontaktflächendruck: 1,24 bar)

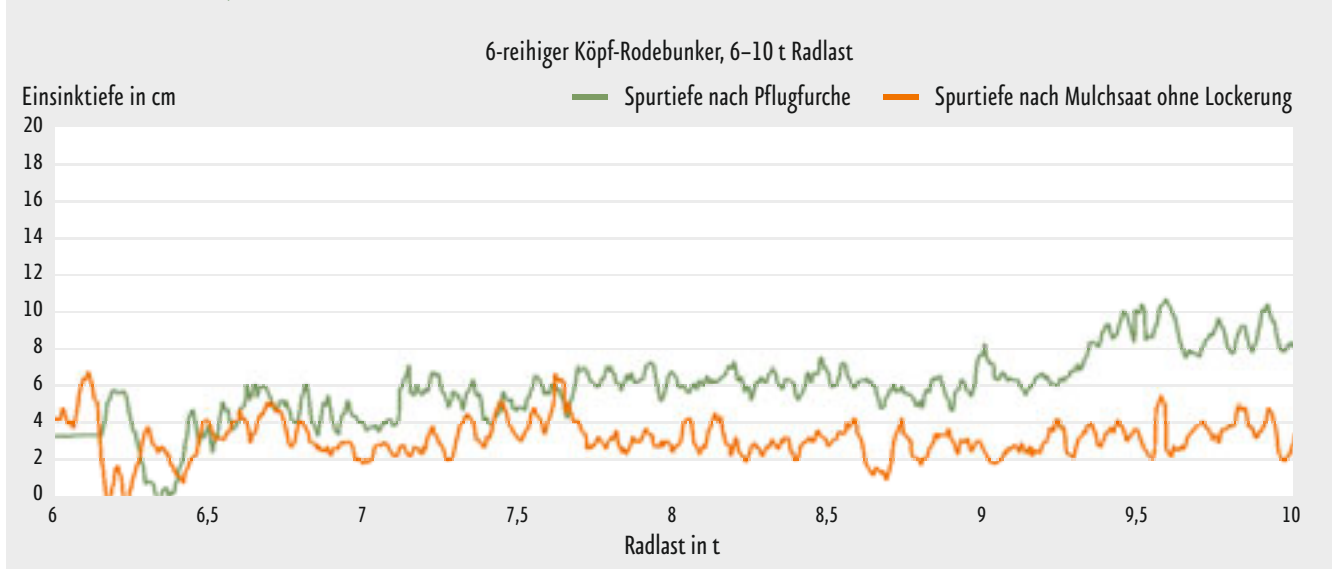
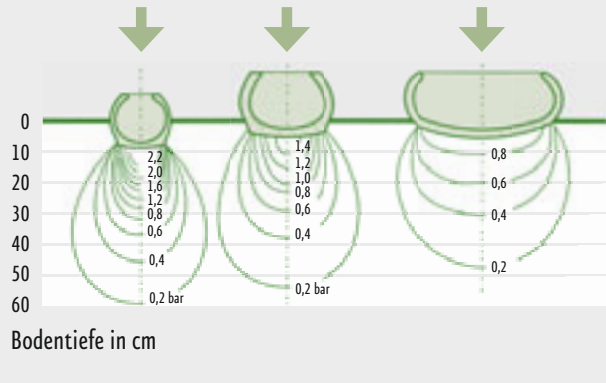


Abb. 27: **Breitreifen mindern die Druckfortpflanzung in die Bodentiefe nur dann, wenn die Radlast gleich bleibt (nach Söhne, 1961)**



Als **technische Möglichkeit** zur Reduzierung des Bodendrucks ist vor allem die Verringerung des Kontaktflächendrucks zu nennen. Reifenverbreiterungen in Form von Zwillingsrädern oder Breitreifen erhöhen die Aufstandsfläche und führen bei gleicher Radlast zur Reduzierung der Druckfortpflanzung in die Bodentiefe (Abb. 27). Dies führt zu geringerem Bodendruck in der Ackerkrume. Wird gleichzeitig noch die Radlast, z.B. bei einem Pflegeschlepper, gesenkt, indem man anstelle einer Anbau-Pflanzenschutzspritze auf eine Anhängespritze einsetzt, reduziert sich auch der Bodendruck in der Tiefe.

Die **Weiterentwicklung von Arbeitsverfahren** ist eine weitere Maßnahme zur Bodenschonung. Wird z.B. bei Zuckerrüben bzw. Kartoffeln auf das Fahrgassensystem übergegangen, hat man bei Pflegearbeiten ausreichend

Platz für breitere Reifen. Dies ermöglicht eine Absenkung des Reifeninnendrucks auf 1 bar und schafft in Kombination mit den oben genannten Maßnahmen bessere Voraussetzungen für ein Boden schonendes Befahren. Darüber hinaus verringert sich in Folge der flacheren Spurwannen die Gefahr einer linienhafter Bodenerosion. Dasselbe gilt für die Anlage breiterer Fahrgassen im Getreide: Schließt man beim Säen drei anstatt zwei Reihen an der Sämaschine, kann ein 16.9- bzw. 18.4-Zoll-Reifen eingesetzt werden. Um hier die linienhafte Erosion zusätzlich zu mindern, bieten z.B. die AMAZONE Sämaschinen die Möglichkeit, Intervall-Fahrgassen anzulegen. Dabei wird in der Fahrgassenspur abwechselnd Getreide gesät bzw. nicht gesät, sodass die Fahrgassen zwar weiterhin zu erkennen sind, die Gefahr der Wassererosion in den Fahrgassen aber verringert wird, denn die erosionswirksame Hanglänge wird unterbrochen. Dies ist eine aus dem BBodSchG abgeleitete konkrete Handlungsempfehlung, die besonders bei Herbstapplikationen eine wichtige Rolle spielt.

Inwieweit eventuell eine Lockerung der Fahrgassen als Reparaturmaßnahme erforderlich ist, kann man zum einen an der Spurtiefe und zum anderen an der Regenwurmaktivität in der Fahrgasse überprüfen. Ist Regenwurmaktivität in der Spur zu erkennen (organische Reststoffe sind in die Gänge gezogen), kann auf das tiefe (30 cm) mechanische Lockern verzichtet werden. Der große Tauwurm (*Lumbricus terrestris*) ist in der Lage, den Boden mit 1,2 bar zu verdrängen. Das heißt, wer bei Pflegemaßnahmen mit < 1,2 bar Reifeninnendruck fährt (entsprechend dem Bodendruck in 10 cm Tiefe), schont das Bodenleben.

Abb. 28: **Dreidimensionale Visualisierung des Makroporenraumes nach Röntgen-Computertomografie (nach Rogasik et al, 1994)**

Abb. 28a: **Bodenbearbeitung mit Pflug**

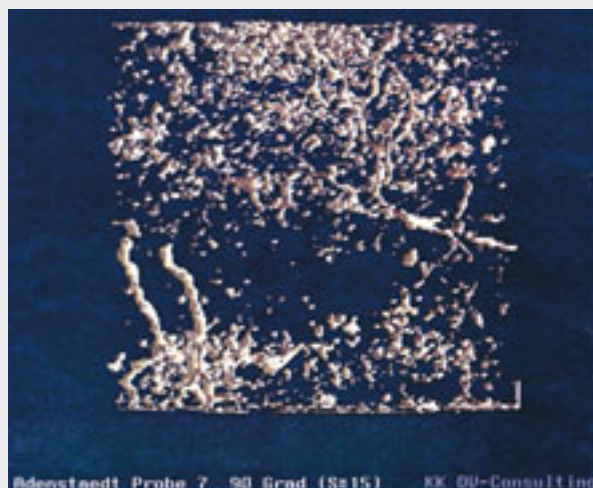
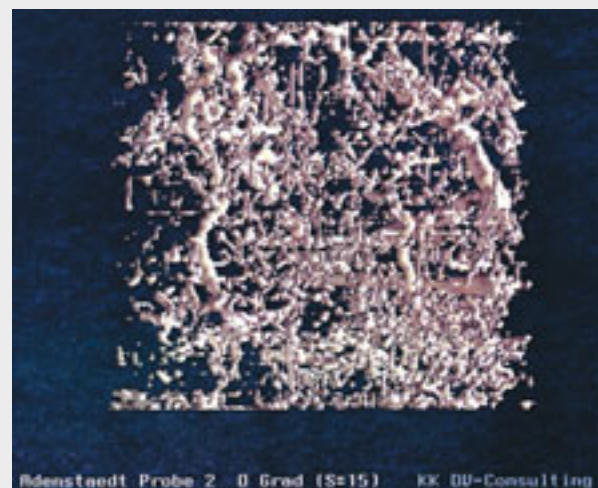


Abb. 28b: **Pfluglose Bodenbearbeitung**



oben
Pflugsohle
unten



2.4.3 Förderung der biologischen Aktivität

Ziel der Bodenbearbeitung muss es sein, nicht nur günstige bodenphysikalische Bedingungen für das Pflanzenwachstum zu schaffen, sondern auch das biologische Aufbau- und Abbaupotenzial zu mehren. So schädigt eine Pflugfurche Regenwürmer besonders dann, wenn man sie im Herbst oder Frühjahr durchführt, weil die Regenwürmer in diesen Zeiten besonders aktiv sind. Man sollte deshalb besser im Sommer pflügen, wenn die Würmer sich in tiefere, feuchte Bodenhorizonte zurückgezogen haben. Der Einsatz nichtwendender Grubber stört das Bodengefüge nicht so stark wie die wendende Pflugarbeit.

Darüber hinaus ist es wichtig, mit Hilfe der Mulchsaatenverfahren den Regenwürmern in den Zeiten starker Aktivitäten ein reichhaltiges Nahrungsangebot an der Bodenoberfläche anzubieten. Das fördert besonders die Aktivitäten des großen Tauwurmes, der damit

- das Wasseraufnahmevermögen des Bodens steigert,
- die Durchlüftung fördert und
- eine Einarbeitung des organischen Materials bewirkt, ohne dass man aufwendige Bodenbearbeitung betreiben muss.

Röntgen-computertomografische Untersuchungen

zeigen die Porosität einer Krume nach Pflugfurche und nach Mulchsaat (Abb. 28). Nach dem Einsatz des Pfluges können an der Krumbasis (= Schlepperradsohle) vertikale Poren abgeschnitten sein, sodass die Ableitung von überschüssigem Niederschlagswasser unterbrochen ist, (Abb. 28a). Anders dagegen bei der Mulchsaat: Hier sind die biogenen Vertikalporen mit ihrer hohen Durchgängigkeit sehr gut zu erkennen. Sie bilden die Leitungsbahnen für Wasser, Sauerstoff und Wurzeln (Abb. 28b).

2.5 Die Feldgefügeansprache – ein Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes

Da beim Befahren bzw. Bearbeiten des Bodens die Auswirkungen der Landtechnik auf die Bodenstruktur von entscheidender Bedeutung sind, gehört eine Bodengefügeansprache heute zu den wichtigsten Instrumenten erfolgreicher Bodenbewirtschaftung.

Dieses Thema war in Wissenschaft und Beratung schon immer von Bedeutung, was zur Entwicklung verschiedener Methoden führte, wie der „Spatendiagnose“, dem „Bestimmungsschlüssel für Bodengefügeschäden“ oder dem „Visual Soil Assessment“ aus Neuseeland. Was bisher fehlte, ist eine „Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker“. Für die Durchführung dieser Feldgefügeansprache gibt es ein etwa DIN A3 großes Klemm-

brett, das Sie bei der Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung e.V. (GKB) (<http://www.gkb-ev.de>) käuflich erwerben können.

Wissenschaftler und Berater der Disziplinen Bodenkunde, Pflanzenbau und Agrartechnik haben damit eine anwendungsorientierte Methode entwickelt. Nach einer fachmännischen Unterweisung ist der Landwirt/Lohnunternehmer in der Lage, sein Bodengefüge selbst zu beurteilen und Schlussfolgerungen für die Bewirtschaftung abzuleiten. Dieses Instrument der Bodenansprache hilft, den Maschineneinsatz an die Verdichtungsempfindlichkeit der Standorte anzupassen.

Vorgehensweise:

- Die Profilgrube (80 x 45 x 45 cm) sollte mit einem scharfen Spaten ausgehoben werden, um Kontakt zum Boden zu bekommen – ein Minibagger ist nicht erforderlich.

Die Feldgefügeansprache (hier die Vorderseite der deutschen Fassung) gibt es auch in englischer, französischer, russischer und spanischer Sprache. In deutscher Sprache ist sie außerdem als App für iPhone und Android verfügbar.

Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker (3. Auflage)

Analyse des Gefüge-Zustands und Planung der geeigneten Vorgehensweise

6 PARAMETER vorrangig an Profilwand zusätzlich am Aushub durchführbar	erwünscht	EIGENSCHAFTEN	unerwünscht
1 Struktur der Oberfläche • intakte stabile Aggregate • organische Reststoffe: Länge, Durchmesser, Verteilung optimal für Rotte/ Regenwürmer • Bedeckungsgrad (Fächer zur Bestimmung) • Reststoffe in RW-Gänge hineingezogen • RW-Lösung vorhanden	++		0 --
2 Durchwurzelung des Bodens • durchgängig über alle Horizonte • Wurzelverteilung gleichmäßig • intensive, kulturspezifische Durchwurzelung	++		0 --
3 Makroporen/ Bioporen • RW-Lösung an der Oberfläche/im Profil • viele Regenwurmgänge in der Profilwand und im Profilsboden vorhanden → Verzahnung von Ober- und Unterboden • neu angelegte RW-Gänge im Bearbeitungshorizont vorhanden • alte RW-Gänge im Unterboden mit RW-Lösung und humosem Material gefüllt	++		0 --
4 Gefüge und Verfestigung • Gefüge: porös, locker, fein aggregiert • bei Druck zwischen Fingern zerfallend • zerfällt bei Abwurfprobe und zerkrümelt • Messereinstich in die Profilwand ohne Widerstand möglich • Die Unterkrume soll kompakter (= bessere Tragfähigkeit), aber biogenrischlich perforiert sein	++		0 --
5 Organische Reststoffe • nach Saat gleichmäßig an der Oberfläche verteilt • gleichmäßig in die Krume eingearbeitet • Vorruchreste in der Krume gut verrottet • gleichmäßige Wurzelentwicklung	++		0 --
6 Farbe und Geruch • Farbe kann Hinweis für Horizontbeschreibung, Luft- und Wasserhaushalt sowie Humusgehalt sein • gleichmäßige Farbe innerhalb der Horizonte • Boden riecht angenehm erdig → im Oberboden ist der Geruch ausgeprägter als im Unterboden	++		0 --

Bewertung der Analyse

Zusammenfassende Beurteilung aus den 6 Parametern:

- + Gefüge in Ordnung, Vorsorge erfüllt (max. 12 mal +)
- 0 Gefüge noch zufriedenstellend, Vorsorge intensivieren
- Gefüge kritisch, Sanierung ggf. erforderlich (max. 12 mal -)

© 2012 (3. überarbeitete Auflage) | Ein Kooperationsprojekt von:

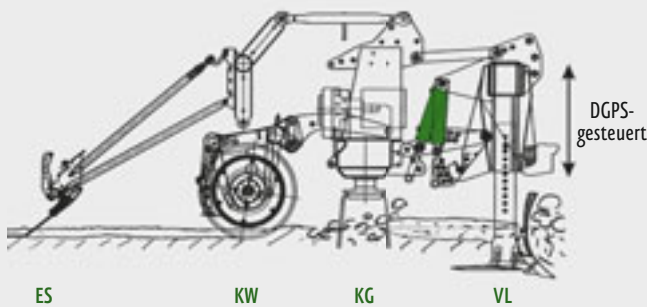
VTI
Verein für Technologie und Innovationen

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) | Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik | Bundesallee 50 | 38116 Braunschweig
Kontakt: PD Dr. habil. Joachim Brunotte | Tel. +49(0)531 596-4084 (+103) | Fax +49(0)531 596-4199 | joachim.brunotte@vthi.bund.de

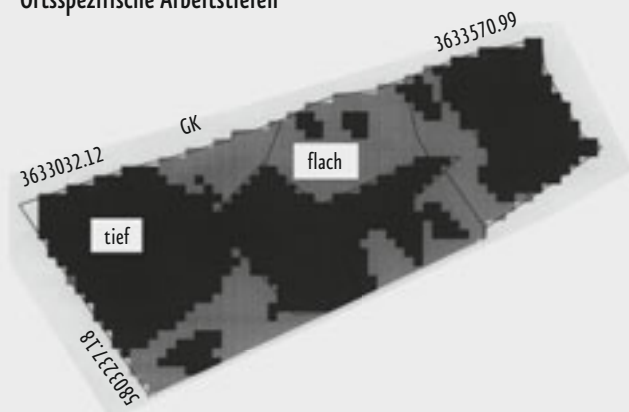
Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung e.V. (GKB) | Hauptstraße 6 | 15366 Neuenhagen
Tel. +49(0)3342 422-130 | Fax +49(0)3342 422-131 | Bestellung.ber@info@gkb-ev.de

Abb. 29: **Ortsspezifische Bodenbearbeitung**
im Verbundprojekt pre agro
(Voßhenrich et al. 2000)

Versuchsmaschine für Teilflächenspezifische Bodenbearbeitung
Projektpartner: AMAZONEN-WERKE



Ortsspezifische Arbeitstiefen



Projektpartner:
Universität Kiel
TU München
Fa. Agri-Con u. a.
Betrieb: Träger-Farny

Informationsebenen:
Bohrstockproben
Reichsbodenschätzung
Leitfähigkeit (EM38)
Relief

2.6 Der Boden bestimmt die Bearbeitungsintensität

Mit abnehmender Intensität der Bodenbearbeitung werden die Anforderungen an den Landwirt immer größer, wenn die Verfahren in der Reihenfolge „Bodenbearbeitung mit Pflug“, „nichtwendende Bodenbearbeitung mit/ohne Lockerung“, „Streifenbodenbearbeitung (Strip Till)“ und „Direktsaat“ betrachtet werden. Neben einem optimalen Strohmanagement (siehe Kapitel 2.2) spielen die Bodenverhältnisse eines Standortes die entscheidende Rolle. Limitierend wirkt sich immer die für das Pflanzenwachstum so wichtige Sauerstoffversorgung aus. Um die Sauerstoffversorgung sicherzustellen, sollte der luftführende Grobporenanteil eines Bodens auch im Winterhalbjahr mindestens 10% betragen.

Im Rahmen des vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) geförderten „pre agro-Projektes“, an dem AMAZONE als Projektpartner beteiligt war, haben Voßhenrich und Sommer (2002) Handlungsanweisungen beschrieben, nach denen die Bearbeitungsintensität des Bodens in Abhängigkeit von Bodenart und -typ erfolgt (Abb. 29).

Sandböden neigen aufgrund ihres Einregelungsvermögens zur Dichtlagerung, was das Wurzelwachstum ggf. beeinträchtigen kann. Sie müssen daher krumentief bearbeitet werden. Eine stabilisierende Komponente im Bodengefüge hingegen stellt der Ton dar. Ab einem Tongehalt von etwa 15% bestehen günstige Voraussetzungen, sodass man auf eine Bodenlockerung verzichten kann, sofern der Boden nicht durch Grund- oder Stauwasser geprägt ist. Die dritte limitierende Größe neben Bodenart und -typ ist der Humusgehalt des Bodens. Bei einem Humusgehalt von 1% oder weniger, wie er z.B. häufig auf lehmigen Standorten nach jahrelangem Pflugeinsatz im Bereich der Kuppen zu beobachten ist, muss man eine Lockerung durchführen.

Nur wenige Standorte erfüllen die Voraussetzungen, die für einen Verzicht auf die Bodenlockerung erfüllt sein sollten, in vollem Umfang. Für viele Standorte bietet sich daher die ortsspezifische Variation der Arbeitstiefen innerhalb einer Fläche als eine Lösung an. Das Verstellen des Grubbers von flach auf tief bzw. von tief auf flach kann entweder von Hand oder über Satelliten gesteuert werden. Diese sogenannte „ortsspezifische Bodenbearbeitung“, so zeigen Versuche, bietet den Vorteil von bis zu 40% weniger Arbeitszeit und Energieverbrauch bei der Grundbodenbearbeitung und schließt die üblichen Risiken einer konsequent flachen Bearbeitung aus. Die Streifenbearbeitung nimmt hier eine Zwischenstellung

ein, weil sie die Streifen flach bis tief bearbeitet und den Zwischenraum weitestgehend unberührt lässt. Wie sich dabei Wurzelwachstum, Nährstoffdynamik, Wasserhaushalt und Schädlingsaufkommen entwickeln, muss zukünftig in Feldversuchen geklärt werden.

Die Direktsaat als ein System ohne jegliche Stoppelbearbeitung hingegen erfordert durchgehend geeignete Bodenverhältnisse innerhalb einer Fläche, welche die o.g. Kriterien für einen Lockerungsverzicht erfüllen. Sie wird weltweit auf entsprechenden Standorten mit Erfolg durchgeführt. Voraussetzung ist aber die spezielle Sätechnik, die das Saatgut mit Scheiben-, Zinken- bzw. Meißelscharen ablegt. Scheibenschare arbeiten in der Regel störungsfrei, sind aber nicht in der Lage, Stroh zu durchschneiden (so genannter „hair pinning“-Effekt). Zinkenschare überzeugen durch gute Ablagequalität, neigen aber zur Verstopfung. Beide Techniken erfordern deshalb eine entsprechend gute Häckselqualität und Strohverteilung.

Bei vorbildlichem Strohmanagement und einem Ertragsniveau bis ca. 70 dt Stroh/ha sind Direktsaatschare in der Lage, die Saatrille von Stroh freizuräumen. Bei Einsatz von Zinken- oder Meißelscharen wird dabei die Strohaufgabe unterfahren und die Saat auf dem Kapillarsaum des Bodens abgelegt. Eventuell entstehende Strohhäufen werden anschließend durch einen Strohverteiler im Heck der Maschine breit verteilt.

3.

Auswirkungen auf Düngung und Pflanzenschutz

3.1 Anpassung von Düngestrategien

Hauptmerkmale der Mulchsaat sind die organischen Reststoffe auf oder nahe der Bodenoberfläche sowie die dichtere Lagerung der Krume als Folge der reduzierten Eingriffsintensität bei der Bodenbearbeitung. Dies fördert die biologische Aktivität, insbesondere die der Regenwürmer, und beeinflusst über ein verändertes Porensystem (weniger Grobporen, mehr Mittelporen, höhere Porenkontinuität) den Luft-, Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens und damit die Verfügbarkeit von Nährstoffen.

3.1.1 Stickstoffdynamik

Die Anreicherung der organischen Substanz in den oberen 10 cm des Bodens führt zu einer geringeren Mineralisierungsintensität.

So benötigen die Mikroorganismen im Herbst zum Aufbau ihres körpereigenen Eiweißes Stickstoff, der dann der Kulturpflanze nicht zur Verfügung steht. Hier wäre eine Startgabe von 20 – 30 kg N/ha sinnvoll, damit die Getreidepflanzen stark genug in den Winter gehen. Nach der neuen Düngeverordnung (2017) darf ausschließlich organischer Stickstoff nur noch vor Raps und Zwischenfrüchten ausgebracht werden. Auch im Frühjahr ist eine leicht höhere Andüngung pfluglos bearbeiteter Flächen mit 10 – 20 kg N/ha zu empfehlen, um die geringere Durchlüftung, den höheren Wassergehalt und die langsamere Erwärmung auszugleichen.

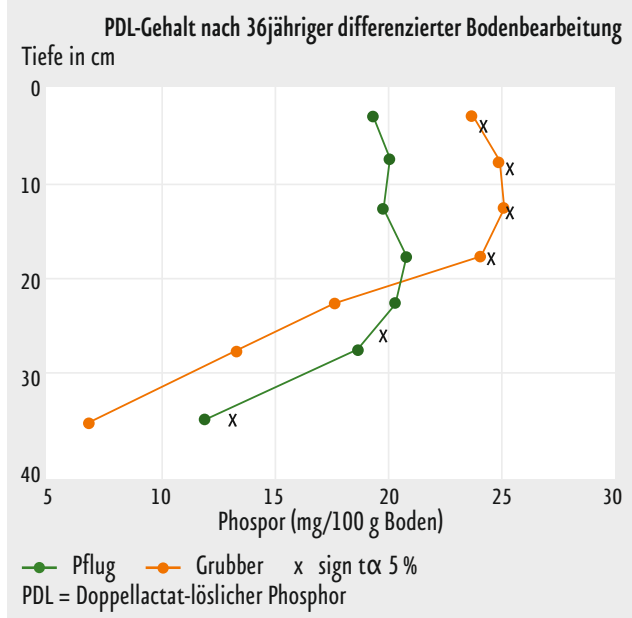
Führen in den Folgemonaten April, Mai, Juni hohe Temperaturen und feuchte Bedingungen zu einer verstärkten Mineralisation, so können diese Stickstoffmengen wieder eingespart werden. C. van Ouwerkerk zeigte mit Hilfe von Ergebnissen aus Holland, dass man mit einer an den Standort angepassten Bodenbearbeitung und Düngung das Ertragsniveau des Standortes voll ausschöpfen kann. Werden Flächen, die bisher mit dem Pflug bearbeitet wurden, auf eine nichtwendende Bearbeitung bzw. Direktsaat umgestellt, so können in Abhängigkeit vom Standort in den ersten drei Jahren etwas höhere Stickstoffgaben notwendig sein, um auf dasselbe Ertragsniveau wie nach einer Pflugfurche zu kommen (Meisinger et al., 1985).

Insgesamt verringern sich durch eine reduzierte Bodenbearbeitungsintensität die Rest-Stickstoffmengen, die nach der Ernte im Boden verbleiben. Das führt zu einer geringeren Nitrat-Verlagerung und weniger Belastung des Grundwassers in der vegetationslosen Zeit. Diesen Vorteil kann man zusätzlich mit dem Anbau von Zwischenfrüchten im Herbst unterstützen.

3.1.2 Phosphat- und Kaliversorgung bei Mulchsaat

Bei konservierender Bodenbearbeitung ohne Lockerung kommt es zu einer gewissen Anreicherung von Kali und Phosphat in den oberen Bodenschichten. Ursache dafür ist die geringere Mobilität der Nährstoffe (Drew und Saker, 1978). Der Einmischeffekt, der durch eine hohe

Abb. 30: Verarmung des Unterbodens im Vergleich von Pflug- und Mulchsaat am Beispiel von Phosphor (Dr. Bodo Hofmann, Bernburger Ackerbautagung, 2006)



Regenwurmaktivität entsteht, und die größere Wurzel-dichte der Pflanzen in den oberen 5 cm wirken dem bei ausreichender Bodenfeuchte entgegen. Bei dauerhaft pflugloser Bodenbearbeitung ohne Lockerung sowie bei Direktsaat sollte man eher eine jährliche Grund-düngung in kleineren Mengen (anstatt alle drei Jahre) durchführen, um zu hohe Salzkonzentrationen und zu starke pH-Wert-Änderungen zu vermeiden.

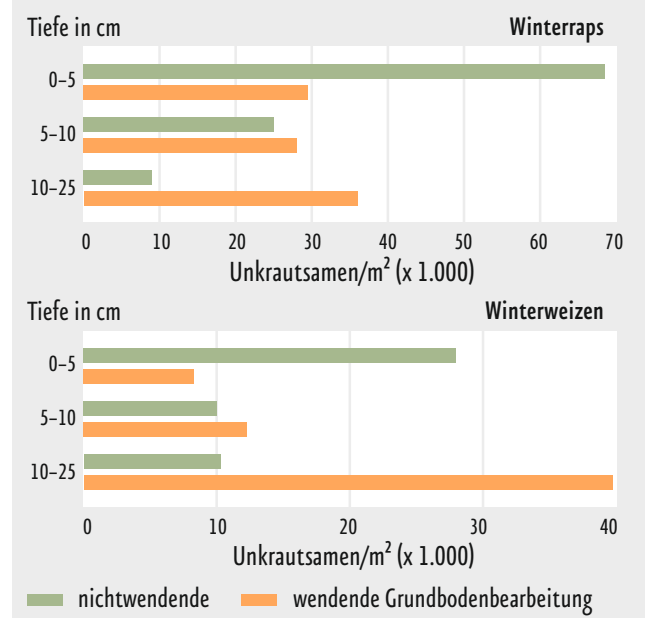
Bei langjähriger Mulchsaat auf Trockenstandorten (z.B: Magdeburger Börde, Schwarzerde in der Ukraine), kommt es zu einer Verarmung der Nährstoffe (z.B: Phosphor, Kali) im Unterboden und zu einer Anreicherung im Oberboden (Brunn, 2009). Trocknet der Oberboden aus, kann dies zu Nährstoffmangel führen. Aus diesem Grund sollte gezielt Tiefendüngung erfolgen, damit die Pflanzen in Trockenphasen noch Nährstoffe aus dem feuchten Unterboden aufnehmen können (Abb. 30).

3.2 Bekämpfung von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen

3.2.1 Unkrautbekämpfung

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und das Ziel, den Naturhaushalt zu schonen, zwingen zu einem biologisch sinnvollen und wirtschaftlich vertretbaren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. So sind Pflanzenschutzmit-

Abb. 31: Einfluss der Grundbodenbearbeitung auf die vertikale Verteilung der Unkrautsamen im Boden in Abhängigkeit von der Kulturart (Zwenger, 1998)



tel nach den Leitlinien „guter fachlicher Praxis“ anzuwenden, d. h. auch hier ist den Grundsätzen des „Integrierten Pflanzenschutzes“ zu folgen.

Die Unkrautkontrolle hat demnach so zu erfolgen, dass die Kulturpflanzen einen Entwicklungsvorsprung erhalten und die Unkraut-Konkurrenz auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß verringert wird (= wirtschaftliche Schadensschwelle). Dabei ist der Eingriff in das Ökosystem so gering wie möglich zu halten.

Die Zusammensetzung und Dichte eines Unkrautbestandes hängt neben Standort, Fruchtfolge, Kultur, Bestandesführung (Saattermin, Saattechnik, Aussaatstärke, Düngung) maßgeblich auch vom Bodenbearbeitungssystem ab (Abb. 31 und Tabelle 2).

Bei nichtwendender Bodenbearbeitung verbleibt ein hohes Potenzial an Unkräutern und Ungräsern an der Oberfläche, die sich über eine mehrmalige Bearbeitung mechanisch bekämpfen lassen. Insbesondere breitblättrige Unkräuter treten dann weniger stark in der Folgekultur auf. Ist aus Gründen des Bodenschutzes ein hoher Bedeckungsgrad erforderlich, müssen Ungräser und Unkräuter einige Tage vor der Aussaat mit nicht-selektiven Herbiziden bekämpft werden.

Schwer bekämpfbare Gräser erfordern ein spezielles Pflanzenschutzmanagement. Als Folge der organischen

Tab. 2: Besonderheiten und Maßnahmen bei der Unkrautbekämpfung nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung

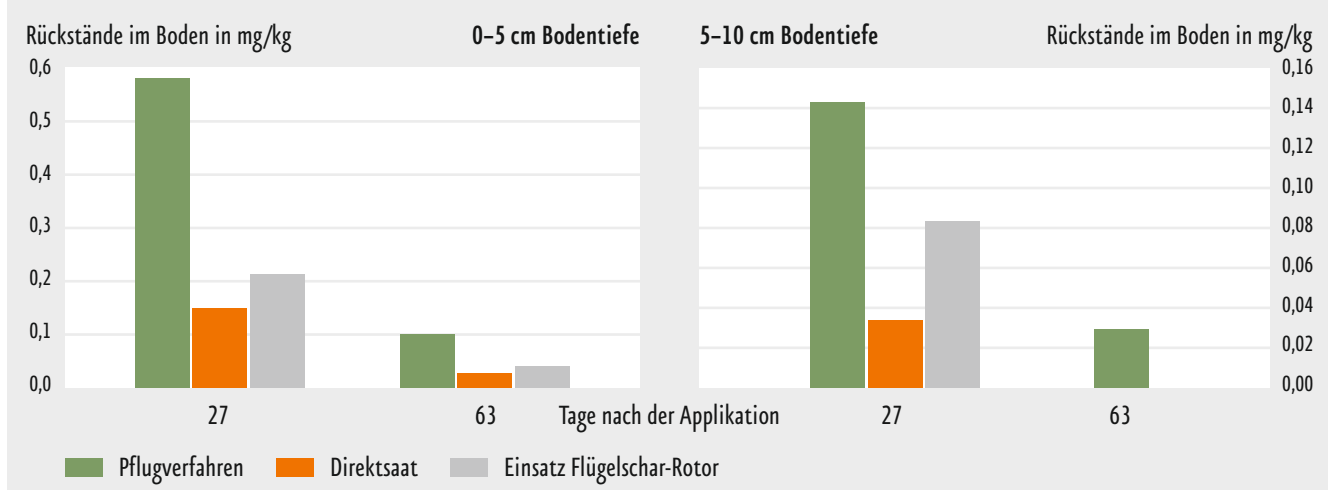
Maßnahmen	Auswirkungen auf Unkrautentwicklung
Pflug vergräbt Samen der Ungräser in tiefe Schichten	80 – 90 % der vergrabenen Samen sterben ab. Durch die Wendung gelangen langlebige Unkräuter jedoch im 2. Jahr verstärkt zur Keimung (Abb. 31).
Intensive Stoppel- u. Grundbodenbearbeitung	Ausdauernde Arten (Quecke, Ackerkratzdistel) werden i. d. R. zurückgedrängt, da ständiger Wiederaustrieb. Reicht mechanische Bekämpfung nicht aus, muss ein gezielter Herbizideinsatz erfolgen.
Mehrmaliges oberflächennahes Einmischen	Vermindert Unkrautaufkommen in der Hauptfrucht.
Feuchte Bedingungen bei der Bodenbearbeitung	Negativ für Bekämpfungserfolg: Neuaufgang von Unkräutern, Ungräsern und Ausfallgetreide wird gefördert.
„Nichtwenden“ des Bodens	Führt bei starker Verunkrautung der Vorfrucht zu hoher Unkrautdichte in der Folgekultur (Zwinger, 1998).
Mulchsaaten	Bei engen Getreidefruchtfolgen Zunahme von Gräsern (Ackerfuchsschwanz, Taube Trepse) möglich.
Bodenherbizide durch Mulchschicht z. T. inaktiviert und schneller abgebaut	Blattaktive Mittel (Glyphosate, Wuchsstoffe, Sulfonylharnstoffe) sind durch systemische Wirkung effektiver.
Zwischenfruchtanbau	Aufwuchs mit hohen Deckungsgraden bewirkt gute Unkrautunterdrückung (Garbe, 1986)
Direktsaat	Fremdbewuchs vor der Neuaussaat ist ausschließlich mit nichtselektiven Mitteln zu bekämpfen, da keine Bodenbearbeitung stattfindet.

Reststoffe in den oberen Bodenzonen müssen vermehrt Blattherbizide eingesetzt werden, da Bodenherbizide bei trockenen Bedingungen durch diese Reststoffe an Wirksamkeit verlieren.

Die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug ist als mechanische Bekämpfung zunächst erfolgreich, weil die Unkrautsamen vergraben werden. Langfristig wirksam ist diese Maßnahme aber nicht, da die Unkrautsamen im Folgejahr wieder an die Oberfläche gepflügt werden.

Beim Einsatz von Nährstoffen und Herbiziden auf Flächen, die mit nichtwendenden Verfahren bearbeitet

werden, wird häufig über die Gefahr einer Verlagerung infolge einer Makroporenversickerung (insbesondere durch Regenwurmgänge) diskutiert. Diese Gefahr besteht dann, wenn die Applikationen auf wassergesättigten Böden unmittelbar vor heftigen Gewitterregen erfolgen. Diese Verhältnisse kommen jedoch in der Praxis nur selten vor; vielmehr führt die erhöhte mikrobielle Aktivität zu einem beschleunigten Abbau durch die Mikroorganismen, und die vermehrte Sorption nach der reduzierten Bearbeitung sorgt für eine geringere Verlagerung im Boden (Abb. 32).

Abb. 32: Rückstandskonzentration von des Wirkstoffs Metamitron in 0–5 und 5–10 cm Bodentiefe (Düring und Hummel, 1992)


3.2.2 Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen

Pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren begünstigen als Folge der organischen Reststoffe – vor allem Stoppel- und Strohreste – an der Bodenoberfläche (Tab. 3) folgende Faktoren:

- die Entwicklung von Krankheiten, da eine direkte Infektion der jungen Kulturpflanzen durch Vorfruchtreste erfolgen kann;
- die Verbreitung von Schädlingen, da durch die verringerte Eingriffsintensität die Lebensräume bestimmter Schädlinge nicht gestört werden.

Insgesamt führt die verringerte Eingriffsintensität als Folge der Mulchauflage zu Veränderungen beim Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, was gezielte indirekte und direkte Bekämpfungsstrategien erfordert.

Die wichtigsten Problembereiche „Fusarien“, „DTR“, „Virosen“ und „Ackerschnecken“ werden nachfolgend diskutiert (unter Mitwirkung von Dr. Elisabeth Oldenburg, Julius-Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig, ehemals FAL).

3.2.2.1 Fusarienpilze

Das Problem, dass Getreide und Mais mit mykotoxinbildenden Pilzen der Gattung *Fusarium* befallen werden, wird in letzter Zeit hauptsächlich im Zusammenhang mit pfluglosen Bodenbearbeitungsverfahren sowie engen Mais-Getreide-Fruchtfolgen diskutiert. Ähreninfektionen mit *Fusarium* sind jedoch das Ergebnis eines multifaktoriellen Geschehens, bei dem witterungsbedingte Einflüsse wie auch zahlreiche andere Faktoren des gesamten Produktionssystems eine Rolle spielen und ineinander greifen (Abb. 33).

Da die im Ernteprodukt vorhandene Mykotoxine durch die nachfolgenden Reinigungs- bzw. Verarbeitungsprozesse nur zum Teil entfernt werden können, kommt vorbeugenden Maßnahmen eine besondere Bedeutung zu. Dazu zählen die Fruchtfolgegestaltung, die Sortenwahl, die Bodenbearbeitung und Pflanzenschutzmaßnahmen.

Fruchtfolge

Bei engen Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil, insbesondere mit Mais, folgen Pflanzenarten aufeinander, die bevorzugt von Fusarien befallen werden. Wird der Mais- bzw. Getreideanteil innerhalb einer erweiterten Fruchtfolge z.B. durch Einschaltung von Körnerleguminosen verringert, findet der Pilz deutlich weniger

Tab. 3: Auftreten und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung

Krankheiten/Schädlinge	Auftreten und Bekämpfung
parasitärer Halmbruch und Schwarzbeinigkeit	Befall von Weizen nach Mulchsaat geringer als nach konventioneller Saat. Beschleunigter Abbau von Strohresten durch erhöhte mikrobielle Aktivität und antagonistische Mikroorganismen (= „antiphytopathogenes Potenzial“) wirkt Vermehrung von Schadpilzen entgegen (Bräutigam, 1994).
Fusarium-Arten	Nach nichtwendender Bodenbearbeitung an Weizen und Mais z. T. vorhanden. Fruchtfolgegestaltung, weniger anfällige Sorten und gezielte Fungizidanwendung wirken dem entgegen. Bei Mulchsaat nach Mais ist das Nachhäckeln der Maisstoppeln eine der wichtigsten Maßnahmen, damit das Stroh schneller verrottet.
DTR-Blattdürre (<i>Drechslera tritici-repentis</i>)	Fruchtkörper an Strohresten infizieren unter feuchten Bedingungen die junge Weizenpflanze. Gezielte Fungizidstrategien in EC 31/32, EC 37/39 und EC 49/ 51 mit kurativen und prophylaktischen Mitteln halten die Schaderreger in Grenzen (Bartels und Rodemann, 1998).
Mäuse	Insbesondere bei konservierender Bodenbearbeitung ohne Lockerung und Direktsaat. Gezielte Bekämpfung durch Lockerungsmaßnahmen (zerstört unterirdische Baue) und Auslegen von Giftködern.
Ackerschnecken bei Winterraps, Zuckerrüben und Getreide	Treten vermehrt in Bodenhohlräumen (auch nach Pflugfurche auf Tonböden), bei ständiger Pflanzengründecke und unter feuchten Bedingungen auf. Abhilfe schaffen gut rückverfestigter Böden, Ausbringung von AHL bzw. Walzengang bei Nacht, Applikation von Molluskiziden.
Maiszünsler	Durch nichtwendende Systeme begünstigt, Schädigung des nachfolgenden Maises. Wirkungsvolle Bekämpfung durch Unterflurhäcksler am Pflückvorsatz, intensive oberflächennahe Einarbeitung durch Zapfwelengerät und Verwendung von <i>Trichogramma</i> -Schlupfwespen. Pflug zählt zu den kurzfristig sichersten Bekämpfungsmaßnahmen. In intensiven Mais-Anbauregionen ist das Nachhäckeln der Maisstoppeln die wichtigste Bekämpfung des Maiszünslers.

Abb. 33: Einflussfaktoren auf Mykotoxin-Gehalt im Getreide (Brunotte/Oldenburger, 2002)

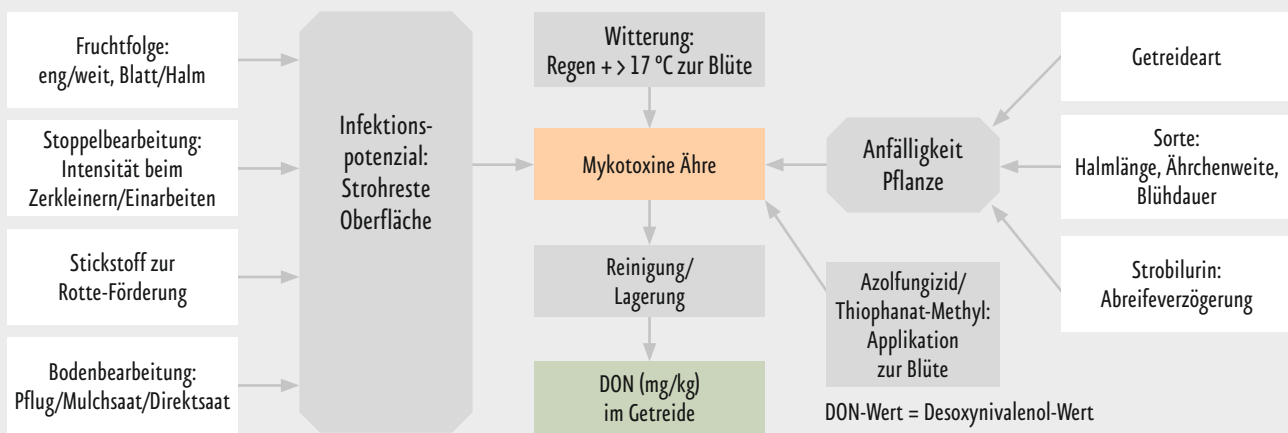
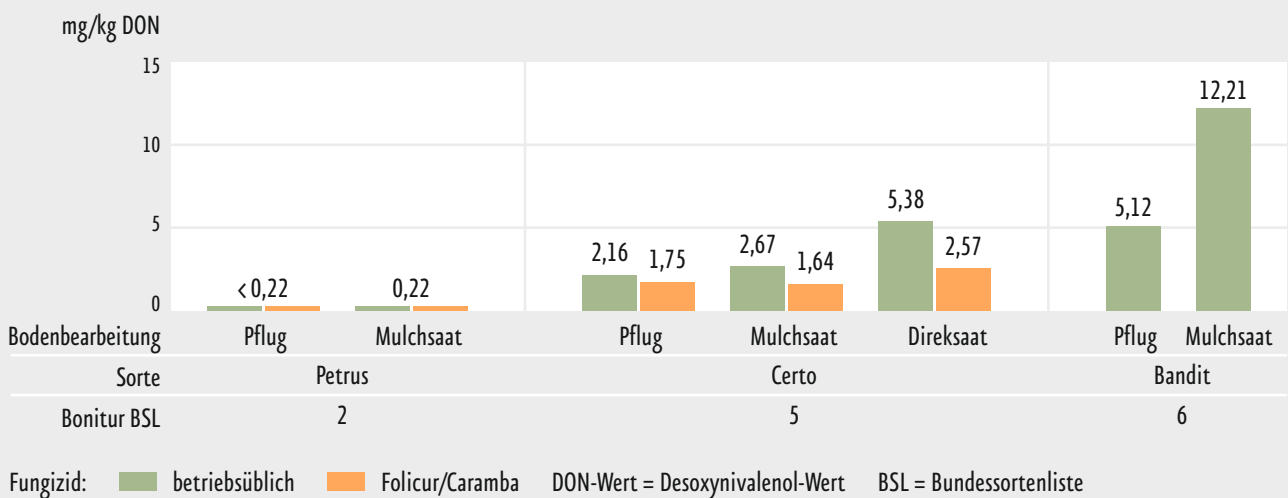


Abb. 34: Mykotoxin-Gehalte von Weizen in Abhängigkeit von Sorte, Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz (Brunotte, Oldenburger, 2002)



geeignete Pflanzen bzw. Ernterückstände, die er für sein Wachstum, seine Vermehrung und Überdauerung braucht.

Sortenwahl

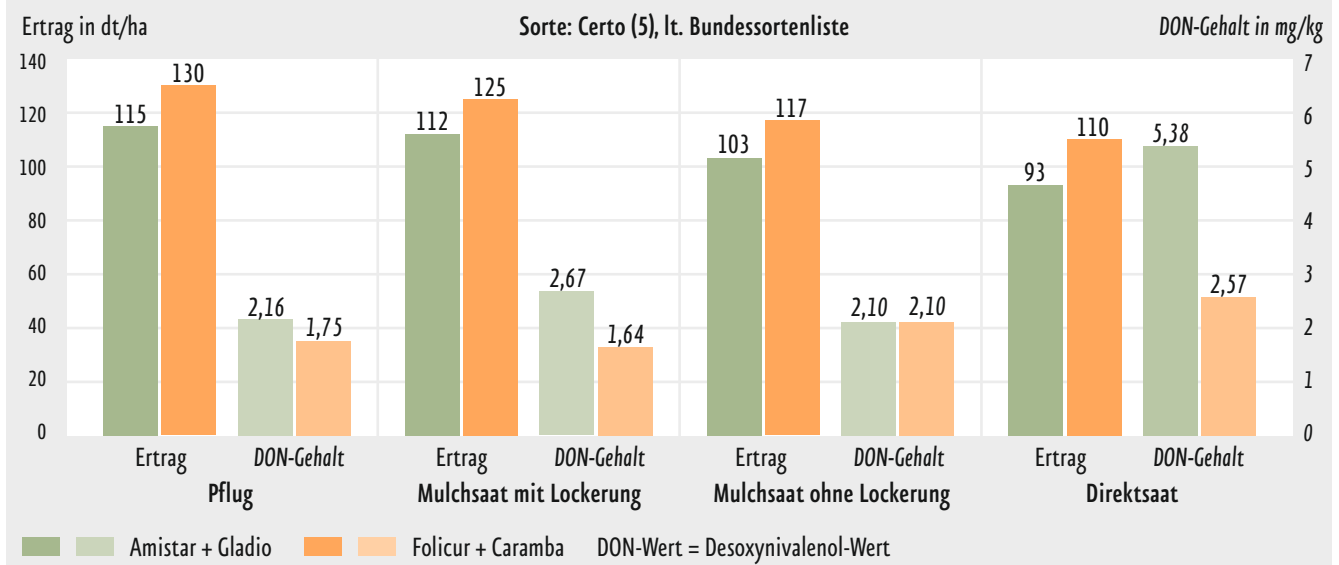
Sorten, die gegenüber Fusarien absolut resistent sind, sind bisher nicht verfügbar. Aufgrund züchterischer Anstrengungen der letzten Zeit, das Resistenzniveau gegenüber Fusarien zu verbessern, gibt es neue, gegen Ährenfusarium weniger anfällige Sorten (Befallsklassen 2-3 der Bundessortenliste). Im Vergleich zu anfälligen Sorten kann man auch bei starkem Infektionsdruck mit einem deutlich verringerten Ährenbefall wie auch mit erheblich niedrigeren Mykotoxingehalten in den Körnern rechnen (Abb. 34).

Bodenbearbeitung

Im Winter überdauern Fusarien hauptsächlich auf den abgestorbenen, noch nicht verrotteten Ernteresten insbesondere von Mais und Getreide. Bei Einsatz des Pfluges werden die Reststoffe tiefer in den Boden eingebracht, sodass an der Oberfläche zunächst kein Infektionspotenzial vorliegt. Unter Luftabschluss findet jedoch keine vollständige Verrottung statt, sodass an dem Material, welches in den Folgejahren wieder hochgepflügt wird, noch lebensfähige Fusarien anhaften und erneut Infektionen auslösen kann.

Bei nichtwendenden Verfahren verbleiben zum Schutz gegen Verschlammung und Erosion Erntereststoffe in Bodenschichten nahe bzw. auf der Bodenoberfläche und bilden damit eine erhöhte Infektionsgefahr für die Folgefrucht. Entsprechend ist die Direktsaat im Hinblick

Abb. 35: Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung und gezielter Blütenspritzung bei Weizen auf Ertrag und DON-Gehalt (Lehmstandort, Brunotte/Oldenburger, 2002)



auf einen Fusarienbefall das Verfahren mit dem größten Risiko-Potenzial. Um die von den Pflanzenresten ausgehende Infektionsgefahr zu reduzieren, muss eine optimale Zerkleinerung und gleichmäßige Verteilung der Reststoffe auf der Bodenoberfläche und in der Krume angestrebt werden, um die Verrottung zu beschleunigen. Ein zweimaliger Einsatz von Grubber-Scheibeneggen-Kombinationen ist hier ein möglicher Weg.

Das potenziell höhere Befallsrisiko als Folge nichtwendender Bodenbearbeitungsverfahren lässt sich außerdem durch erweiterte Fruchtfolgen, Vermeidung von Mais vor Getreide und die Wahl von weniger anfälligen Getreidesorten deutlich verringern (Abb. 33, 34). So zeigt Abb. 34 die Effekte von gezielter Sortenwahl, unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren und einer gezielter Blattspritzung mit einem Fusarium-reduzierenden Fungizid.

Pflanzenschutzmaßnahmen

Absolut wirksame Fungizide gegen Ährenfusarium stehen bisher nicht zur Verfügung. Zurzeit zeigen Azolfungizide mit den Wirkstoffen Tebuconazol, Prothioconazol bzw. Metconazol die beste Wirksamkeit gegen Ährenfusarium – mit Minderbefallsraten und Reduzierung der Toxin-Gehalte von 50 – 70% (Abb. 34 und 35). Durch die Reduzierung von fusariumbelastetem Kümmerkorn steigt i. d. R. der Ertrag an – laut Untersuchungen in 2002 um 13 – 17 dt/ha (Abb. 35). Um optimale Wirkungsgrade zu erzielen, ist eine zeitgenaue Applikation innerhalb eines Zeitfensters von einer Woche ab Blühbeginn, während dessen die Infektion der Ähren hauptsächlich stattfindet, besonders wichtig.

Kommt es im Verlauf der Blüte zu einer Infektion mit Fusarien (Niederschläge + Temperaturen > 17°C), muss innerhalb von 32 Stunden eine Bekämpfung mit den oben aufgeführten Azolen erfolgen. Je höher die Konzentration der Azole in der Spritzlösung ist, desto sicherer ist die Bekämpfung. In der Praxis wird aus diesem Grund oft die Wasseraufwandmenge reduziert. Um eine gute Benetzung der Ähre zu erzielen, wird die Behandlung oft mit Doppelflachstrahldüsen (Injektordüsen), Additiven (Superspreiter) und einer hohen Vorfahrtgeschwindigkeit durchgeführt (Brunn 2009).

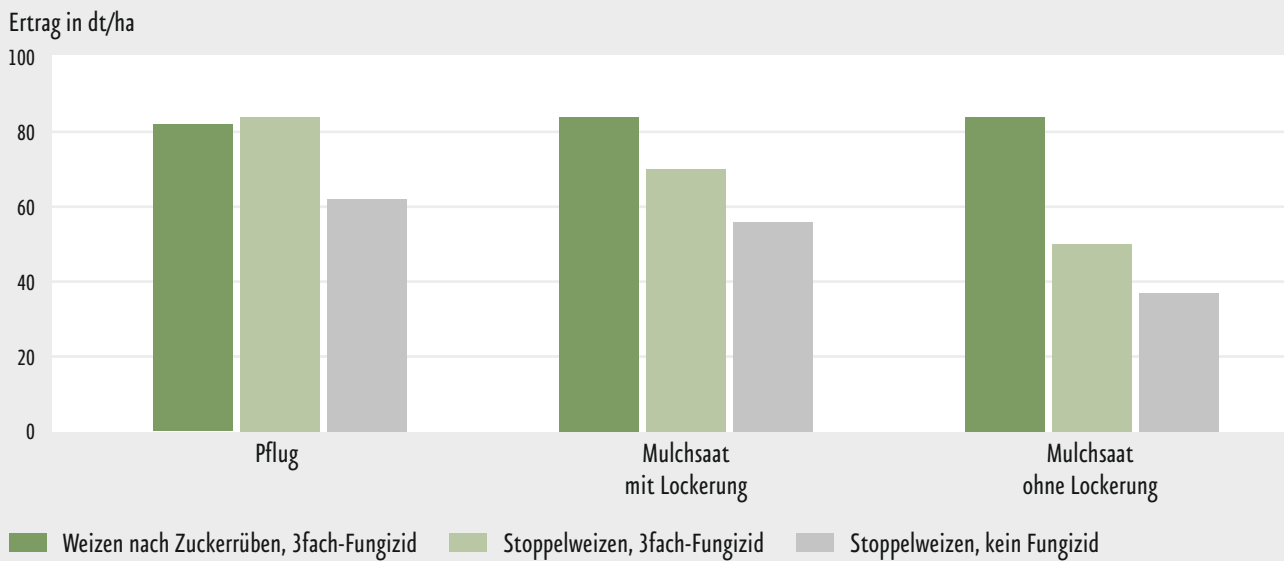
3.2.2.2 DTR – Blattdürre bei Weizen

Ebenso wie die Krankheitserreger von Fusarien können auch die Erreger von DTR an den Ernterrückständen überleben. Gelingt es also, das anfallende Getreidestroh durch optimale Zerkleinerung und Einarbeitung schnell in den Rottezustand zu versetzen, so führt das zum Abbau der organischen Substanz, was den Schadorganismen die Lebensgrundlage entzieht.

Die Primärinfektion im zeitigen Frühjahr erfolgt durch Ascosporen. Die Ausbreitung des Schaderregers führt zu einer Schädigung des Blattapparates und somit zum Verlust von Assimilationsfläche. Dies mindert das Tausendkorngewicht und führt zu einem hohen Anteil an Kümmerkorn und entsprechenden Ertragseinbußen.

Um dies zu vermeiden, sollte man ebenfalls Sorten wählen, die sich durch ein hohes Resistenzniveau auszeichnen und gleichzeitig eine optimale Ertragsentwicklung zulassen. Neben Vorsorgemaßnahmen wie exakter

Abb. 36: Ertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung, der Vorfrucht und der Fungizidbehandlung, Mariensee 1998 (Kreye und Garbe, 2001)



Stroheinarbeitung und gezielter Sortenwahl können die oberen Blattetagen außerdem bis zur Korneinlagerung durch einen gezielten Fungizideinsatz (Entwicklungsstadium BBCH 37/39 und 55/59) geschützt werden, um die Krankheit einzudämmen. Dafür sollte man strobilurininhaltige Mittel mit Azol-Morpholin-Präparaten kombinieren.

Abb. 36 zeigt den Einfluss von Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz auf den Ertrag, der mit der grünen Restblattfläche korreliert. So geht bei Weizen nach Zuckerrüben, weil keine Strohreste vorhanden sind, kein Infektionsrisiko von den Flächen aus. Mit zunehmender Menge von Reststoffen an der Oberfläche (Pflug > MSmL > MSoL) steigt das Infektionspotenzial an; gleichzeitig sinken die Erträge, vor allem dann, wenn keine Fungizidbehandlung stattfindet. Ein gezielter Fungizideinsatz wirkt sich also positiv auf den Ertrag aus.

3.2.2.3 Virose

In den vergangenen Jahren konnte man insbesondere auf Mulch- und Direktsaatbetrieben immer häufiger Virose (Weizen- und Gerstenverzweigungsvirus) finden (Brunn 2009). Hier sollte man durch eine rechtzeitige Bodenbearbeitung die sogenannte „Grüne Brücke“, welche die Blattläuse und Zikaden zum Überleben brauchen, unterbrechen.

3.2.2.4 Ackerschnecken

Nacktschnecken (spanische und rote Wegschnecke, graue und genetzte Ackerschnecke) sind heute nicht nur in Raps und Zuckerrüben sondern auch im Getreide

ein Dauerproblem. Die Schnecken durchlaufen zum Teil drei Generationen/Jahr und kommen als Zwitter zu enormen Vermehrungsraten. Sie nutzen Bewegungsmöglichkeiten wie Hohlräume (u. a. auch Tonböden nach Pflugeinsatz), Regenwurmgänge und Strohpolster. Das bedeutet, dass eine reduzierte Bodenbearbeitung – ohne gezielte Rückverfestigung – die Entwicklung von Schnecken tendenziell fördert (Tab. 3).

Zu den Vorsorgemaßnahmen zählt auch hier wieder die richtige Bodenbearbeitung. Ein optimales Strohmanagement, die gezielte Rückverfestigung und ausreichend Feinerde im Saatgutablagebereich sind wichtige Bausteine einer Strategie, um die Hohlräume der Schnecken zu zerstören. Zeitlich versetztes Arbeiten führt dazu, dass die Lebensräume der Schnecken immer wieder gestört werden. Dazu gehört auch ein nachträgliches Anwalzen der Saaten. Alles, was die Jugendentwicklung der Pflanzen fördert, zählt gleichzeitig auch zu den Vorsorgemaßnahmen gegen Schnecken.

Helfen diese Vorsorgemaßnahmen nicht, kann man nur noch mit Schneckenkorn reagieren. Die besten Bekämpfungserfolge lassen sich erzielen, wenn das Schneckenkorn schon bei Aufgang der Kulturpflanzen ausgebracht ist. Die Wirkstoffe Metaldehyd und Eisen-III-Phosphat haben die größte Bedeutung. Bei der Auswahl der Präparate sollte man einerseits auf die Regenbeständigkeit der Präparate, aber auch auf die Schonung von Regenwürmern und Laufkäfern (welche die Eier der Schnecken fressen) achten.

4. Kosten und Nutzen im Vergleich

4.1 Verfahrenskosten im Überblick

Aus zahlreichen Vergleichen zwischen wendenden und nichtwendenden (Mulchsaat) Bodenbearbeitungsverfahren lässt sich zusammenfassend ableiten, dass die Frage nach der Ertragsüberlegenheit nicht pauschal zu beantworten ist. Tatsache ist, dass Pflugverzicht auf ‚schweren‘ und ertragsschwächeren Böden, häufig aus Kostengründen, stärker verbreitet ist als auf tiefgründigen Marsch- und Lössböden. In der Praxis kommen oftmals beide Verfahren innerhalb einer Fruchtfolge zum

Einsatz: So wird etwa zum Stoppelweizen gepflügt und nach der folgenden Zuckerrübe der Weizen als Mulchsaat bestellt, oder es wird nach Winterweizen zu Wintergerste gepflügt, um Fremdbesatz zu vermeiden.

Für eine erste ökonomische Betrachtung liefern tatsächlich gemessene Leistungsdaten eine genauere Bewertungsgrundlage als allgemeine Kalkulationsdaten. So zeigt Abb. 37 den spezifischen Zugkraftbedarf für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren auf einem Lössstandort. Im Pflugverfahren benötigen Stoppelbearbei-

Abb. 37: Spezifischer Zugkraftbedarf für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren; Lössstandort

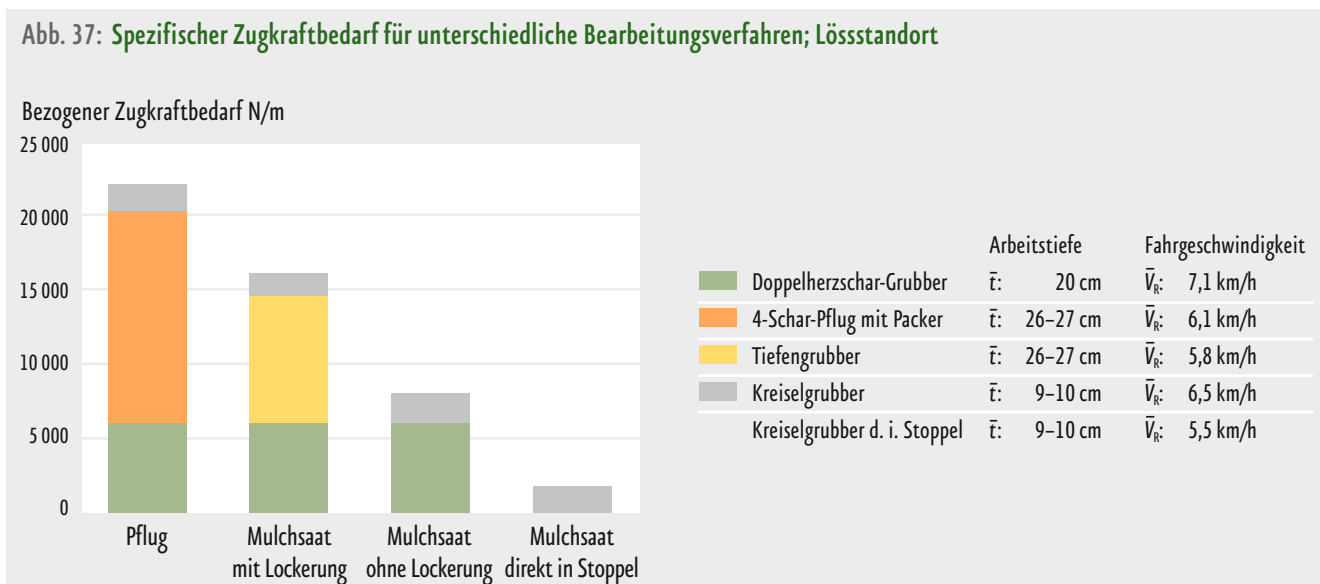
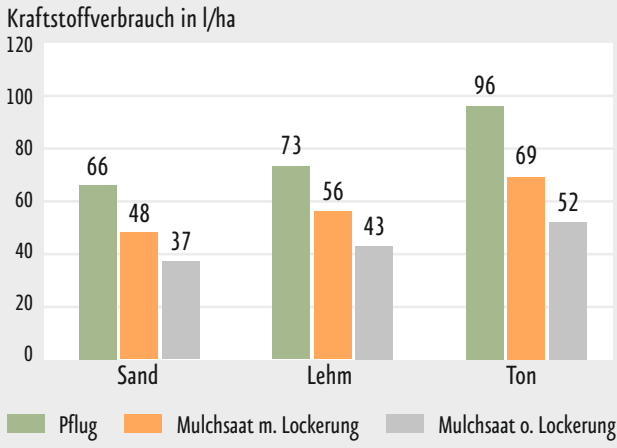


Abb. 38: Kraftstoffverbrauch in l/ha für Stoppel-, Grund- und Sekundärbodenbearbeitung auf unterschiedlichen Standorten (nach Kreye, Garbe)



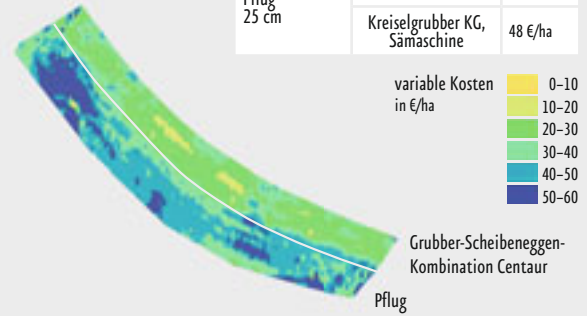
tung, Pflügen und Bestellen immerhin einen Zugkraftbedarf von 22.000 N/m. Bei Mulchsaat ohne Lockerung hingegen werden nur 8.000 N/m benötigt; das heißt, die Einsparung beträgt rund 64 %.

Vor allem der Kraftstoffverbrauch hat nach wie vor eine hohe Bedeutung. Abb. 38 zeigt die Kraftstoffverbrauchswerte bei der Stoppel-, Grund- und Sekundärbodenbearbeitung auf drei verschiedenen Standorten (Sand, Lehm, Ton). Die Messungen wurden mit einem Durchflussmessgerät (PLU) durchgeführt (2 Messwerte/sec.). Es zeigt sich, dass der Verbrauch auf dem Tonstandort am höchsten ist. Ursache ist, dass beim Lockern (mit Pflug oder pfluglos mit Schichtengrubber) ein enormer

Abb. 39: Variable Kosten bei Pflug- und Mulchsaat

Zum Zeitpunkt der Untersuchung setzen sich die variablen Kosten zusammen aus Treibstoffkosten in Höhe von 0,63 €/l und Arbeitskosten in Höhe von 16,- €/h. Die pfluglose Bestellung hat gegenüber der Bestellung mit Pflug deutliche Kostenvorteile.

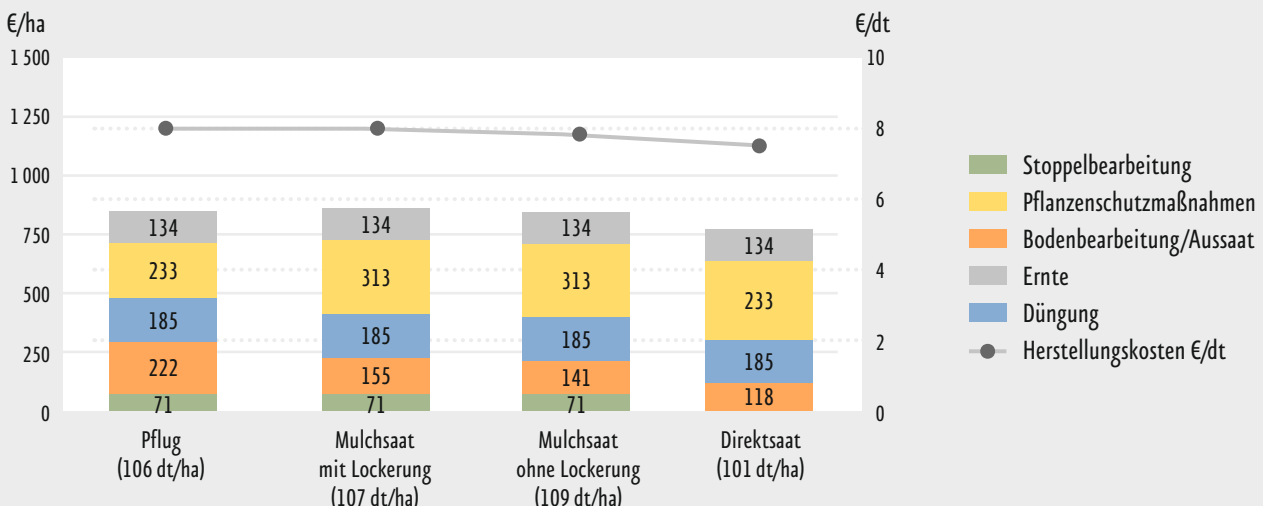
Bodenbearbeitung	Saat	variable Kosten
Grubber-Scheibeneggen-Kombination Centaur 20 cm	Kreiselgrubber KG, Sämaschine	29 €/ha
	Cirrus-Sämaschine	27 €/ha
Pflug 25 cm	Cirrus-Sämaschine	44 €/ha
	Kreiselgrubber KG, Sämaschine	48 €/ha



Bodenwiderstand zu überwinden und ein hoher Zerkleinerungsaufwand erforderlich ist, um einen saarfertigen Acker zu schaffen. Bei der Mulchsaat ohne Lockerung (MSoL) ist im Vergleich zur Pflugbearbeitung fast nur noch die Hälfte an Kraftstoff erforderlich. Daraus folgt, dass Lockerung nur dort erfolgen sollte, wo sie tatsächlich ertragswirksam ist.

In Bezug auf Einsparungen, welche die variablen Kosten betreffen, wurde ein Diagramm (Abb. 39) bei Versuchen in Ost-Holstein (Schleswig-Holstein, Deutschland) ermittelt. Bei gleich hohen Erträgen (Pflugsaat und Mulchsaat im dreijährigen Mittel) zeigten sich bei der Mulchsaat deutlich geringere Kosten für Treibstoff

Abb. 40: Bodenbearbeitungsverfahren und Herstellungskosten der Stoppelweizen-Produktion auf einem Lehmstandort (1999 – 2002)



und Arbeitserledigung. Das Diagramm berücksichtigt zugleich die Einflüsse unterschiedlicher Bodenarten, die sich ebenfalls auf die variablen Kosten auswirken.

Neben Dieserverbrauch und Arbeitskosten spielt die gesamte Wettbewerbsfähigkeit bei der Verfahrensauswahl eine große Rolle. Dafür müssen die Erträge und Kosten miteinander verglichen werden. In Abb. 40 werden hierzu beispielhaft die Herstellungskosten von Stoppelweizen auf einem Lehmlandstandort für die Bearbeitungsverfahren Pflugsaat, Mulchsaat mit und ohne Lockerung, sowie die Direktsaat dargestellt. Bei dieser Vollkostenkalkulation ist unterstellt, dass die Maschinen an der Abschreibungsschwelle ausgelastet sind. Betriebsspezifische Kosten wie Pacht, kalkulatorischer Unternehmergewinn und Gemeinkosten werden nicht berücksichtigt, da sie je nach Betrieb stark schwanken und durch die Bodenbearbeitung nicht beeinflusst werden. Weitere Berechnungsgrundlagen waren Preise von 11 €/dt Weizen sowie Harnstoffkosten < 1 €/kg N.

Die höchsten Kosten von 8,00 €/dt entstehen beim Einsatz des Pflugs und bei der Mulchsaat mit Lockerung. Etwas günstiger schneidet die Mulchsaat ohne Lockerung mit 7,80 €/dt ab – vergleichbarer Ertrag und leicht reduzierte Kosten sind verantwortlich dafür. Die Lockerung war hier offenbar nicht ertragswirksam; die flache Stroheinarbeitung hat nicht dazu geführt, dass es bei Feldaufgang und Wachstum zu Negativ-Effekten kam.

Die Direktsaat schneidet mit leicht geringerem Ertrag ab, der durch die Kosteneinsparung jedoch mehr als ausgeglichen wird. Obwohl das Ergebnis der Direktsaat so

günstig ausfällt, kann sie nicht generell empfohlen werden. Denn zum einen stehen für die Unkrautbekämpfung, die z.B. bei der Mulchsaat mechanisch durch die Bodenbearbeitung erfolgt, ausschließlich chemische Maßnahmen zur Verfügung. Zum anderen ist der Krankheitsdruck, der von Strohresten ausgeht, bei der Direktsaat am höchsten. Zum dritten ist der erzielbare, optimale Bodenschutz in mittleren Lagen nicht unbedingt erforderlich.

Unter den gemäßigten Klimaverhältnissen Mitteleuropas gilt, dass man standortabhängig zwischen der Mulchsaat mit und der Mulchsaat ohne Lockerung wählen sollte, da hier im Sinne integrierter Landbewirtschaftung sowohl der Bodenschutz realisiert als auch das Infektionsrisiko für Krankheiten eingedämmt wird. So können beide Ziele – Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit – mit diesen Verfahren realisiert werden.

4.2 Kosten-Nutzen-Analyse

Für eine umfassende Beurteilung der verschiedenen Bearbeitungsverfahren reicht es nicht aus, nur Erträge, Marktpreise und Kosten zu betrachten. Da das Ziel heutiger Landbewirtschaftung nicht allein die Wettbewerbsfähigkeit, sondern auch die Umweltverträglichkeit ist, bedarf es einer umfassenderen Bewertung in Form einer Gesamt-Kosten-Nutzen-Analyse. In dem hier dargestellten Ansatz wird der positive Beitrag der Mulchsaat-Verfahren zur Erosionsbekämpfung am Beispiel von Zuckerrüben bewertet. Der Kalkulation liegen die Daten eines Betriebes mit einer Zuckerrüben-

Tab. 4: Einzelbetrieblicher Nutzen-Kosten-Vergleich zum Erosionsschutz, Angaben in €/ha und Jahr (nach Brunotte et al., 1995)

Verfahren	Nutzen				Kosten (+ Erhöhung) (- Minderung)	Vergleich (+ Nutzen) (- Kosten)
	Zwischenfrucht Gründüngung	Einsparung Maschinen, Saatgut	Umbruch/ Neueinsaat, Dünge-, Pflanzen- schutzmittel	Bodenwert- erhaltung		
Bodenbearbeitungsverfahren						
Verfahren 1: konventionelle Saat mit Saatbettbereitung	0	0	0	0	0	0
Verfahren 2: Mulchsaat mit Saatbettbereitung (Stroh)	0	20	4	8	-25	+57
Verfahren 3: Mulchsaat mit Saatbettbereitung (Zwischenfrucht)	90 40 bis 145	20	4	8	+50	+72 (+22 bis +127)
Verfahren 4: Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (Zwischenfrucht)	90 40 bis 145	20	4	13	+30	+97 (+47 bis +152)

Getreide-Fruchtfolge zugrunde, der auf erodierten Lössböden, bei über 200 m Schlaglänge, 5 bis 12% Neigung und 750 mm Jahresniederschlägen wirtschaftet.

Der Nutzen von Maßnahmen gegen Bodenerosion setzt sich aus folgenden Positionen zusammen:

- **Sicherung der Pflanzenbestände:** Mulchsaatverfahren schützen die jungen Pflanzenbestände bei Starkregen-Ereignissen, sodass Kosten für Umbruch und Neueinsaat eingespart werden. Mulchsaat ist damit eine gewisse Versicherung für die jungen Pflanzen.
- **Gründungseffekt:** Der Anbau von Zwischenfrüchten zum Zwecke der Mulchsaat von Zuckerrüben wirkt sich mittelfristig positiv auf die Erträge der nachfolgenden Früchte Zuckerrüben und Weizen aus.
- **Bodenwerterhaltung:** Im Vergleich zu den pfluglosen Verfahren liegt ein langfristiger Nutzen der Mulchsaaten in geringeren Wertminderungsraten der Bodenfruchtbarkeit.
- **Kosten:** Ein Zwischenfruchtanbau, der alle drei Jahre durchgeführt wird, kostet 90 €/ha (= 30 €/ha und Jahr). Beim Strohmulchverfahren werden 75 €/ha (= 25 €/ha und Jahr) eingespart.

Bei einem **Nutzen-Kosten-Vergleich** führt die Gesamtbetrachtung von Maßnahmen zur Erosionsminderung zu folgenden Ergebnissen (Tab. 4):

1. Bei der Mulchsaat mit Saatbettbereitung (Verfahren 2) auf Basis von Strohreststoffen besteht der Nutzen im Vergleich zum pfluglosen Verfahren (Verfahren 1) aus dem geringeren Risiko für einen Umbruch, einer verbesserten Erhaltung des Bodenwertes und niedrigeren Kosten bei der Arbeitserledigung. Der Nutzen beträgt insgesamt 57 €/ha und Jahr.
2. Die Mulchsaat mit Saatbettbereitung auf der Basis Zwischenfrucht (Verfahren 3) deckt durch den Gründüngungseffekt den Mehraufwand des Zwischenfruchtanbaus ab. Umbruchrisiko und Bodenwerterhaltung sind vergleichbar mit der Strohmulchvariante (Verfahren 2), sodass sich ein Gesamtnutzen von 72 €/ha und Jahr ergibt.
3. Bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung auf Basis Zwischenfrucht (Verfahren 4) addieren sich Gründüngungseffekt, Umbruchrisiko und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zum höchsten Nutzenwert von 97 €/ha und Jahr.

Dieser Vergleich zeigt, dass trotz zunehmendem Zwang zu Kosteneinsparungen eine Bodennutzung möglich ist, die Ansätze für eine wettbewerbsfähige und zugleich umweltverträgliche Bewirtschaftung bietet. Das Beispiel der Erosionsminderungsmaßnahmen in Form von Zwischen-

früchten zeigt, dass der Gründüngungseffekt den Aufwand deckt und sich schon mittelfristig positiv auswirkt.

Um die Akzeptanz dieser Maßnahmen unter den Landwirten zu erhöhen, ist ein finanzieller Anreiz nach wie vor sinnvoll. So führt u.a. die europäische „Modulation“ zu einer Umlenkung von Prämienzahlungen z.B. in Agrarumweltprogramme. Sie stellt damit auch eine Messlatte für die Neuausrichtung der Landwirtschaftspolitik dar.

4.3 Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit

Um das Ziel einer wettbewerbsfähigen und zugleich umweltverträglichen Landbewirtschaftung zu erreichen, sind im Hinblick auf die im Bundes-Bodenschutzgesetz angesprochenen Problembereiche Bodenerosion, Bodenverdichtungen und biologische Aktivität verschiedene Maßnahmen der Pflanzenproduktion von besonderer Bedeutung. Dies sind die Fruchtfolge, die Sortenwahl, die Schlaggestaltung und die Bodenbearbeitung mit einem abgestimmtem Maschineneinsatz. Damit verfügt die landwirtschaftliche Praxis über eine Reihe von Lösungsansätzen, um negative Umweltwirkungen zu mindern.

Fruchtfolge und Fruchtart nehmen u.a. Einfluss auf die Zufuhr organischer Substanz, auf die zur Verfügung stehenden Zeitspannen für die Bodenbearbeitung, auf die Pflege und die Ernte (Schlagkraft, Berücksichtigung empfindlicher Bodenzustände). Ebenso wirken sie sich darauf aus, ob eine Zwischenfrucht eingefügt werden kann, was die Dauer der Bodenbedeckung (Getreide, spätschließende Reihenfrüchte) beeinflusst.

Art, Häufigkeit und Intensität der Bodenbearbeitung beeinflussen maßgeblich die Kosten der Produktionsverfahren, aber auch das Gefährdungsrisiko hinsichtlich Bodenabtrag, Bodenverdichtungen und Störungen der biologischen Aktivität. Für die Bodenbearbeitung mit dem Pflug sprechen jahrzehntelange Erfahrungen und die vorhandene Mechanisierung. Mit der Pflugarbeit ist Fremdbesatz kurzfristig am sichersten auszuschalten, die Pflanzenerträge lassen sich mit überschaubarem Managementaufwand erzielen.

Lässt man die Kostenanalyse außer Betracht, gibt es aus Sicht der Produktionsfunktion des Bodens kaum einen Anlass, andere Verfahren der Bodenbearbeitung einzusetzen. Wird jedoch zusätzlich die Regelungs- und

Lebensraumfunktion des Bodens berücksichtigt, so treten sehr schnell unerwünschte Nebeneffekte wie z.B. Bodenerosion und Schadverdichtungen auf, die durch Bodenbearbeitungs-, Pflege- und Erntemaßnahmen verursacht werden.

Zahlreiche Versuche belegen, dass die aufgeführten Probleme durch die Direktsaat wirkungsvoll zu lösen wären. Allerdings rückt dann die chemische Unkrautbekämpfung in den Vordergrund. Außerdem ist unter den gemäßigten Klimaverhältnissen Mitteleuropas nach dem derzeitigen Kenntnisstand ein dauerhafter Verzicht auf Bodenlockerung bei heutiger Landbewirtschaftung nicht möglich.

Bezieht man also die Pflanzenerträge, den Bodenschutz und die Kosten in die Betrachtungen ein, so sollte ein Bodenbearbeitungsverfahren gewählt werden, bei dem die Intensität der mechanischen Eingriffe zwischen dem Verfahren mit Pflug (hohe Intensität) und der Direktsaat (Intensität = Null) liegt: Die nichtwendende Bodenbearbeitung – flächig oder streifenförmig durchgeführt. Mit ihren Bausteinen schonende Lockerung und Mulchsaat wird sie den Forderungen der Integrierten Pflanzenproduktion am ehesten gerecht. Dabei liegt der Ansatz zugrunde, dass die Bodenbearbeitung nicht nur auf die folgende Kulturart abzielt, sondern auch langfristige Aspekte der Umweltverträglichkeit berücksichtigt.

In der Vergangenheit hat die Formulierung bestimmter Bodenzustandsstufen (optimale Lagerungsdichte) kaum zur Optimierung der Erträge geführt. Denn unter trockenen Witterungsbedingungen kann die Lagerungsdichte eher höher, unter feuchten Bedingungen eher niedriger sein. Da die Bodenbearbeitung jedoch meist zu einem Zeitpunkt durchgeführt wird, zu dem die Witterung für die kommende Vegetationsperiode noch nicht vorhersehbar ist, muss mit Hilfe der Bodenbearbeitungstechnik eine „gezielte Heterogenität“ hergestellt werden, d.h. eine Abfolge vertikaler, dichter oder lockerer Kompartimente, zwischen denen sich die Pflanze ihre jeweils optimalen Wege erschließt. Der Einsatz von Sämaschinen, die auf Keilringwalzen abgestützt sind und in Kombination mit gezogenen oder angetriebenen Eggen zum Einsatz kommen, weist hier den richtigen Weg.

Der für die Umweltverträglichkeit wichtige Aspekt des Bodenschutzes lässt sich durch Mulchsaatverfahren ebenfalls bestmöglich verwirklichen. Organische Reststoffe an der Oberfläche (aus Vor- und/oder Zwischenfrüchten) mindern die Oberflächenverschlammung und damit die Intensität von Oberflächenabfluss und Bodenerosion. Der gezielte Einsatz von gefederten Eggenfeldern bzw. angetriebenen Werkzeugen hilft, Reststoffe mit unter-

schiedlichem Bedeckungsgrad zu schaffen und die Oberfläche vor Starkregen-Folgen zu schützen.

Natürlich wirkt sich die nichtwendende Bodenbearbeitung auf Unkrautentwicklung und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen aus. Vorsorgende Maßnahmen des Integrierten Pflanzenschutzes und gezielte chemische Bekämpfungsstrategien bieten hier Lösungswege.

Die schonende Bodenlockerung, z.B. mit Grubbern, vermeidet eine Überlockerung des Bodens und schafft damit ein tragfähiges Gefüge zur Vorbeugung von Schadverdichtungen. Wird dieser Arbeitsgang nur fruchtfolgespezifisch durchgeführt (z.B. einmal in der Fruchtfolge), erreicht man nicht nur eine Erhöhung der Tragfähigkeit, sondern kann zugleich Kosten sparen.

4.4 Ökonomie und Ökologie im Einklang

Ökologisch begründete Forderungen, die Umwelt zu schonen, verteuern in so gut wie allen bekannten Fällen die Produktion. Erfreulicherweise bildet hier die landwirtschaftliche Produktion von Feldfrüchten eine Ausnahme. Bei sachgerechter Durchführung pflugloser Bestellverfahren, ggf. mit Unterbrechung durch die Pflugbearbeitung ist es möglich, das Ertragsniveau zu halten, die Produktionskosten zu senken und gleichzeitig umweltpolitische Forderungen zu erfüllen.

Dabei ist es jedoch nicht das Ziel, die Betriebe auf ein starres System der Mulchsaat mit oder ohne Lockerung oder die Direktsaat einzustellen und daraus Effekte auf Kosten und Umweltverträglichkeit abzuleiten. Vielmehr geht es darum, die Verfahren standort- und fruchtfolgespezifisch anzuwenden. So kann es z.B. ausreichen, einmal pro Fruchtfolge krumentief und schonend zu lockern. Wichtig ist eine an die Bedingungen angepasste und flexible Handhabung von Gerätetechnik und Bearbeitungssystemen. Je nach Flächenstärke der Betriebe kommt eine Eigenmechanisierung oder eine kooperative Nutzung in Frage.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten: Mulchsaatverfahren zeigen einen Weg auf, wie man durch den gezielten und sinnvollen Einsatz moderner Gerätetechnik nicht nur wettbewerbsfähig, sondern auch umweltverträglich wirtschaftet, und damit den Grundstein für die Integrierte Landbewirtschaftung legt. Dabei befinden sich Ökonomie und Ökologie im Einklang.

Literatur

- Bartels, G. und B. Rodemann (1998): Einsatz neuerer Fungizide in Wintergerste und Winterweizen. *Getreide 4* (1), S. 26–30
- BMVEL (2001): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. 105 S.
- Bräutigam, V. (1994): Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf Halmbasierkrankungen des Getreides und die Unkrautentwicklung. *Wissenschaftl. Bericht ISBN 3-928563-88-2*, S. 225–232
- Brunn, Frank, N.U. Agrar GmbH Schackenthal: Schriftliche Mitteilungen 2017
- Brunotte, J., H.-H. Voßhenrich und B. Ortmeier (2003): Strohverteilung und Präzisionsstoppelpbearbeitung – Eckpfeiler des modernen Strohmanagements. *Getreide-Magazin 8*, (2) S. 114–118
- Brunotte, J., C. H. Roth, P. Hollmann und C. Sommer (1995): Einzelbetrieblicher Nutzen-Kosten-Vergleich von Erosionsschutz durch Mulchsaatverfahren. *Landbauforschung Völkenrode 45* (3), S. 122–134
- Brunotte, J. und M. Wagner (2001): Bodenschonung und Kosteneinsparung. *KTBL-Schrift 398*, S. 117
- Brunotte, J. und E. Oldenburg (2002): Vermeidungsstrategien für die Mykotoxinbildung im Getreide. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, unveröffentlicht
- Brunotte, J., Lorenz, M., Sommer, C., Harrach, T. und W. Schäfer (2008): Verbreitung von Bodenschadverdichtungen in Südniedersachsen. *Berichte über Landwirtschaft, 86* (2), S. 262–284.
- Brunotte, J., Nolting, K., Fröba, N. und B. Ortmeier (2012): Bodenschutz beim Pflügen: Wie hoch ist die Radlast am Furchenrad? *Landtechnik H. 4*, S. 188–192.
- Czeratzki, W. (1966): Charakterisierung von bearbeitungsbeeinflussten Bodeneigenschaften in Beziehung zum Pflanzenwachstum. *Landbauforschung Völkenrode 16* (1), S. 37–44
- Derpsch, R., C. H. Roth, N. Sidiras und U. Köpke (1988): Erosionsbekämpfung in Parana, Brasilien: Mulchsysteme, Direktsaat und konservierende Bodenbearbeitung. *Schriftenreihe der GTZ Nr. 205*, Eschborn
- Drew, M.C. und L.R. Saker (1978): Effects of direct drilling and ploughing on root distribution in spring barley and on the concentration of extractable phosphate and potassium in the upper horizons of a clay soil. *J. Sc. Food Agric.* 24, S. 201–206
- Düring, R.-A. und H.E. Hummel (1992): Herbizidverhalten in differenziert bearbeiteten Böden. In: *KTBL-Arbeitspapier 190*, S. 68–74
- Duttman, R. und J. Brunotte (2002): Oberirdische Stofftransporte in Agrarlandschaften. *Geographische Rundschau H. 5*, S. 26–33
- Garbe, V. und R. Heitefuß (1986): Mulchsaat von Zuckerrüben. Die Unkrautbekämpfung beginnt bereits im Herbst. *Zuckerrübe 35*, S. 170–173
- Helming, K. und J. Brunotte (1992): Raue Ackeroberflächen – technische Verwirklichung und Bedeutung für Verschlammung und Bodenerosion. *Deutsche Zuckerrübenzeitung 28* (2), S. 7
- Herberg, F. (1988): Warum Zinken auf Griff stehen sollten. *Landtechnik 43* (2), S. 97–99
- Hollmann, P. (1994): Einführung von Verfahren der Konservierenden Bodenbearbeitung in die Praxis – ökonomische Wertung. Abschlussbericht des FuE-Vorhabens 87 UM 01 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, S. 137–154
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (1992): Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung, *KTBL-Arbeitspapier 190*, Darmstadt
- Kreye, H. und V. Garbe (2001): Problembereich Pflanzenschutzmanagement. In: *Bodenschonung und Kosteneinsparung. KTBL-Schrift 398*, S. 58–72
- Lebert, M., Brunotte, J. und C. Sommer (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden – Regelungen zur Gefahrenabwehr. *UBA-Texte 46/04*, ISSN 0722-186 X, 122 S.
- Meisinger, J.J., V.A. Bandel, G. Stanford und J.O. Legg (1985): Nitrogen utilization of corn under minimum tillage and moldboard plow tillage. *Agron. J.* 77, S. 602–611
- Oldenburg, E., J. Brunotte, H. Valenta und S. Dänicke (2001): Pilzbefall im Getreide – und wie man ihn vermeiden kann. *Forschungsreport BMVEL, Sonderheft*, S. 24–26
- Ouwerkerk (1976): zit. in Bäume „Stickstoffdüngung zu Getreide bei reduzierter Bodenbearbeitung“. *Kali-Briefe 15* (1980) 2, S. 77–90
- Rogasik, H., Joschko, M. und J. Brunotte (1994): Nutzung der Röntgen-Computertomografie zum Nachweis von Gefügeveränderungen durch Mulchsaat. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellschaft 73*, S. 111–114
- Roth, C. H., J. Brunotte und C. Sommer (1990): Die Bedeutung von Verschlammungen und Verdichtungen auf Lössböden für die Auslösung von Abfluss und Abtrag. *Zuckerrübe 39* (1), S. 50–53
- Söhne, W. (1961), zit. in *Ruhr-Stickstoff: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau*. 11. Aufl., Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 1988
- Sommer, C. (1997): Bodenbearbeitung. In: *Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Handbuch des Pflanzenbaues 1*, Verlag Eugen Ulmer, S. 242–276
- Sommer, C. und H.-H. Voßhenrich (2002): Bodenbearbeitung; *KTBL-Sonderveröffentlichung 038, Precision Agriculture*, S. 237–249
- Sturny, W. G. (1993): Bodenbearbeitung. In: *Bodenkunde. 2. Aufl.*, Verlag LmZ, Zollikofen
- Voßhenrich, H.-H. und J. Brunotte (1997): Profilaufbau des Bodens nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung, unveröffentlicht
- Voßhenrich, H.-H. (1996): Säverfahren für die pfluglose Bestellung. *RKL-Schrift 4.1.1.2.3.*, S. 271–293
- Voßhenrich, H.-H. (1997): Strohmanagement – Konservierende Bodenbearbeitung zu Raps. *Raps 15* (3), S. 110–113
- Voßhenrich, H.-H., und D. Kottenrodt (2001): So tief wie nötig. *Agrarmarkt, H. 2, Jg. 52*, S. 72–75
- Voßhenrich, H.-H., Gattermann, B., Marquering, J., Täger-Famy, W. und C. Sommer (2000): Entwicklung eines Managementsystems für orts-spezifische Bodenbearbeitung. *VDJ-MEG Berichte 1544*, S. 275–280
- Wilke, J. (1983): Bodenphysik, Strohdüngung und Bodenbearbeitung. *RKL-Schrift 4.1.1.1.0*, S. 309–332
- Wollenweber, D. (1996): Mulchsaat mit Saatbettbereitung zu Zuckerrüben nach Getreidevorfrucht. Diplomarbeit an der Universität Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Agrartechnik, Witzenhausen
- Zwinger, P. (1998): Unkräuter kommen und gehen. *RPA Akzente 1*, S. 4–7
- Hinweis: Sind unter den Ergebnis-Abbildungen und -Tabellen keine Quellen angegeben, so stammen sie aus Untersuchungen der Autoren J. Brunotte und C. Sommer.

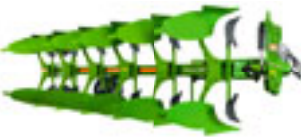
AMAZONE Maschinen im Überblick

Bodenbearbeitung

Anbau-Volldrehpflüge Cayros und Cayron



▶ Cayros M	Traktorleistung bis 120 PS	Arbeitsbreite pro Körper 32, 36, 40, 44, 48 cm	Mechanisch verstellbar Hydraulisch verstellbar
▶ Cayros XM	Traktorleistung bis 140 PS	Arbeitsbreite pro Körper 32 bis 52 cm	Mechanisch verstellbar Hydraulisch verstellbar
▶ Cayros XMS	Traktorleistung bis 200 PS	Arbeitsbreite pro Körper 32 bis 52 cm	Mechanisch verstellbar Hydraulisch verstellbar
▶ Cayros XS	Traktorleistung bis 260 PS	Arbeitsbreite pro Körper 36, 40, 44, 48 cm	Mechanisch verstellbar Hydraulisch verstellbar
▶ Cayros XS pro	Traktorleistung bis 380 PS	Arbeitsbreite pro Körper 32 bis 55 cm	Mechanisch verstellbar Hydraulisch verstellbar



▶ Cayron 200 5	Traktorleistung bis 240 PS	Arbeitsbreite pro Körper 40, 45, 50 cm	Stufig verstellbar
▶ Cayron 200 5+1	Traktorleistung bis 240 PS	Arbeitsbreite pro Körper 40, 45, 50 cm	Stufig verstellbar
▶ Cayron 200 V 5	Traktorleistung bis 290 PS	Arbeitsbreite pro Körper 30 bis 55 cm	Hydraulisch verstellbar
▶ Cayron 200 V 5+1	Traktorleistung bis 290 PS	Arbeitsbreite pro Körper 30 bis 55 cm	Hydraulisch verstellbar

Aufsatteldrehpflug Hektor



▶ Hektor	Traktorleistung bis 350 PS	Arbeitsbreite pro Körper 36 bis 48 cm	Mechanisch verstellbar
----------	----------------------------	---------------------------------------	------------------------

Kreiseleggen KE



▶ KE 2500 Special	Traktorleistung bis 140 PS	Arbeitsbreite 2,50 m	Starr
▶ KE 3000 Special	Traktorleistung bis 140 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ KE 3000 Super	Traktorleistung bis 180 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ KE 3500 Super	Traktorleistung bis 180 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ KE 4000 Super	Traktorleistung bis 180 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr

Kreiselgrubber KG · KX



▶ KG 3000 Special	Traktorleistung bis 220 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ KG 3500 Special	Traktorleistung bis 220 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ KG 4000 Special	Traktorleistung bis 220 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr
▶ KG 3000 Super	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ KG 3500 Super	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ KG 4000 Super	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr



▶ KG 4001-2	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ KG 5001-2	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 5,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ KG 6001-2	Traktorleistung bis 300 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ KX 3000	Traktorleistung bis 190 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr

Kompaktscheibeneggen Catros



▶ Catros/Catros+ 2503 Special	Leistungsbedarf ab 75 PS	Arbeitsbreite 2,50 m	Starr
▶ Catros/Catros+ 3003 Special	Leistungsbedarf ab 90 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ Catros/Catros+ 3503 Special	Leistungsbedarf ab 105 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ Catros/Catros+ 4003 Special	Leistungsbedarf ab 125 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr



▶ Catros/Catros+ 3001	Leistungsbedarf ab 90 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ Catros/Catros+ 3501	Leistungsbedarf ab 105 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ Catros/Catros+ 4001	Leistungsbedarf ab 125 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr


Bodenbearbeitung

Kompaktscheibeneggen Catros



▶ Catros ^{XL} 3003	Leistungsbedarf ab 120 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ Catros ^{XL} 3503	Leistungsbedarf ab 140 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ Catros ^{XL} 4003	Leistungsbedarf ab 160 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr
▶ Catros/Catros ⁺ 4002-2	Leistungsbedarf ab 125 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Catros/Catros ⁺ 5002-2	Leistungsbedarf ab 150 PS	Arbeitsbreite 5,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Catros/Catros ⁺ 6002-2	Leistungsbedarf ab 180 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Catros/Catros ⁺ 4002-2TS	Leistungsbedarf ab 125 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros/Catros ⁺ 5002-2TS	Leistungsbedarf ab 150 PS	Arbeitsbreite 5,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros/Catros ⁺ 6002-2TS	Leistungsbedarf ab 180 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros ⁺ 7003-2TX	Leistungsbedarf ab 210 PS	Arbeitsbreite 7,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros ⁺ 8003-2TX	Leistungsbedarf ab 240 PS	Arbeitsbreite 8,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros ⁺ 9003-2TX	Leistungsbedarf ab 270 PS	Arbeitsbreite 9,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros ⁺ 12003-2TS	Leistungsbedarf ab 360 PS	Arbeitsbreite 12,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros/Catros ⁺ mit Anhängeträgersystem KR 9002		Arbeitsbreite 9,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen
▶ Catros/Catros ⁺ mit Anhängeträgersystem KR 12002		Arbeitsbreite 12,00 m	Hydraulisch geklappt/gezogen

Kompaktscheibeneggen Certos-2TX




▶ Certos 4001-2TX	Leistungsbedarf ab 160 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Geklappt/gezogen
▶ Certos 5001-2TX	Leistungsbedarf ab 200 PS	Arbeitsbreite 4,90 m	Geklappt/gezogen
▶ Certos 6001-2TX	Leistungsbedarf ab 250 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Geklappt/gezogen
▶ Certos 7001-2TX	Leistungsbedarf ab 350 PS	Arbeitsbreite 7,00 m	Geklappt/gezogen

Mulchgrubber Cenius




▶ Cenius 3003 Special/Super	Leistungsbedarf ab 125 PS	Arbeitsbreite 3,00 m	Starr
▶ Cenius 3503 Special/Super	Leistungsbedarf ab 140 PS	Arbeitsbreite 3,50 m	Starr
▶ Cenius 4003 Special/Super	Leistungsbedarf ab 160 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Starr
▶ Cenius 4003-2 Special/Super	Leistungsbedarf ab 160 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Cenius 4003-2TX Special/Super	Leistungsbedarf ab 200 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Cenius 5003-2TX Special/Super	Leistungsbedarf ab 250 PS	Arbeitsbreite 5,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Cenius 6003-2TX Special/Super	Leistungsbedarf ab 300 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Cenius 7003-2TX Special/Super	Leistungsbedarf ab 350 PS	Arbeitsbreite 7,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Cenius 8003-2TX Special/Super	Leistungsbedarf ab 400 PS	Arbeitsbreite 8,00 m	Hydraulisch geklappt

Scheibeneggen-Grubber-Kombination Ceus



▶ Ceus 4000-2TX	Leistungsbedarf ab 200 PS	Arbeitsbreite 4,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Ceus 5000-2TX	Leistungsbedarf ab 250 PS	Arbeitsbreite 5,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Ceus 6000-2TX	Leistungsbedarf ab 300 PS	Arbeitsbreite 6,00 m	Hydraulisch geklappt
▶ Ceus 7000-2TX	Leistungsbedarf ab 350 PS	Arbeitsbreite 7,00 m	Hydraulisch geklappt

Ackerwalzen AW



▶ AW 6600	Leistungsbedarf ab 80 PS	Arbeitsbreite 6,60 m	Hydraulisch geklappt
▶ AW 7800	Leistungsbedarf ab 110 PS	Arbeitsbreite 7,80 m	Hydraulisch geklappt
▶ AW 9400	Leistungsbedarf ab 130 PS	Arbeitsbreite 9,40 m	Hydraulisch geklappt
▶ AW 12200	Leistungsbedarf ab 150 PS	Arbeitsbreite 12,20 m	Hydraulisch geklappt
▶ AW 15400	Leistungsbedarf ab 180 PS	Arbeitsbreite 15,40 m	Hydraulisch geklappt

Sätechnik

Mechanische Anbausämaschinen D9



▶ D9 2500 Special	Arbeitsbreite 2,50 m	Behältervolumen 360 l	Starr
▶ D9 3000 Special	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 450 bis 850 l	Starr
▶ D9 3000 Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 600 bis 1000 l	Starr
▶ D9 3500 Super	Arbeitsbreite 3,50 m	Behältervolumen 720 bis 1200 l	Starr
▶ D9 4000 Super	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 830 bis 1380 l	Starr
▶ D9 60 Super	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 1200 bis 2000 l	Starr
▶ D9 9000-KR	Arbeitsbreite 9,00 m	Behältervolumen 1800 bis 3000 l	Mit Anhängeträgersystem KR
▶ D9 12000-KR	Arbeitsbreite 12,00 m	Behältervolumen 2490 bis 4140 l	Mit Anhängeträgersystem KR

Mechanische Aufbausämaschinen AD



▶ AD 2500 Special	Arbeitsbreite 2,50 m	Behältervolumen 360 l	Starr
▶ AD 3000 Special	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 450 bis 850 l	Starr
▶ AD 3000 Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 600 bis 1000 l	Starr
▶ AD 3500 Super	Arbeitsbreite 3,50 m	Behältervolumen 720 bis 1200 l	Starr
▶ AD 4000 Super	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 830 bis 1380 l	Starr

Mechanische Säkombination Cataya



▶ Cataya 3000 Special	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 650 bis 850 l	Starr
▶ Cataya 3000 Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 830 bis 1270 l	Starr

Pneumatische Sämaschinen AD-P



▶ AD-P 3001 Special	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 850 bis 1500 l	Starr
▶ AD-P 3500 Special	Arbeitsbreite 3,50 m	Behältervolumen 850 bis 1500 l	Starr
▶ AD-P 4000 Special	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 850 bis 1500 l	Starr
▶ AD-P 3000 Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Starr
▶ AD-P 4000 Super	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Starr

Pneumatische Sämaschinen Centaya



▶ Centaya Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 1600 bis 2000 l	Starr
-----------------	----------------------	---------------------------------	-------

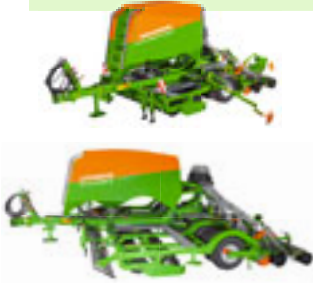
Pneumatische Sämaschinen Avant



▶ Avant 4001	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Starr
▶ Avant 4001-2	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Avant 5001-2	Arbeitsbreite 5,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Avant 6001-2	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 1500 bis 2000 l	Hydraulisch geklappt

Sätechnik

Pneumatische Sämaschinen Cirrus



▶ Cirrus 3003 Compact	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 3000 l	Starr
▶ Cirrus 3503 Compact	Arbeitsbreite 3,50 m	Behältervolumen 3000 l	Starr
▶ Cirrus 4003	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 3600 l	Starr
▶ Cirrus 4003-C	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 4000 l	Starr
▶ Cirrus 4003-2	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 3600 l	Hydraulisch geklappt
▶ Cirrus 4003-2C	Arbeitsbreite 4,00 m	Behältervolumen 4000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Cirrus 6003-2	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 3600 l	Hydraulisch geklappt
▶ Cirrus 6003-2C	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 4000 l	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Sämaschinen Citan



▶ Citan 8000	Arbeitsbreite 8,00 m	Behältervolumen 4600 l	Hydraulisch geklappt
▶ Citan 9000	Arbeitsbreite 9,00 m	Behältervolumen 4600 l	Hydraulisch geklappt
▶ Citan 12001-C	Arbeitsbreite 12,00 m	Behältervolumen 8000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Citan 15001-C	Arbeitsbreite 15,00 m	Behältervolumen 8000 l	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Sämaschinen Cayena



▶ Cayena 6001	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 3600 l	Hydraulisch geklappt
▶ Cayena 6001-C	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 4000 l	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Sämaschinen Condor



▶ Condor 12001-C	Arbeitsbreite 12,00 m	Behältervolumen 8000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Condor 15001-C	Arbeitsbreite 15,00 m	Behältervolumen 8000 l	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Sämaschinen Primera DMC



▶ Primera DMC 3000/3000-C	Arbeitsbreite 3,00 m	Behältervolumen 4200 l	Starr
▶ Primera DMC 4500/4500-C	Arbeitsbreite 4,50 m	Behältervolumen 4200 l	Starr
▶ Primera DMC 6000-2/6000-2C	Arbeitsbreite 6,00 m	Behältervolumen 4200 l	Hydraulisch geklappt
▶ Primera DMC 9000-2/9000-2C	Arbeitsbreite 9,00 m	Behältervolumen 4200 l	Hydraulisch geklappt
▶ Primera DMC 9000-2C Super	Arbeitsbreite 9,00 m	Behältervolumen 6000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Primera DMC 12000-2C	Arbeitsbreite 12,00 m	Behältervolumen 6000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Primera DMC 9001-2C	Arbeitsbreite 9,00 m	Behältervolumen 13000 l	Hydraulisch geklappt
▶ Primera DMC 12001-2C	Arbeitsbreite 12,00 m	Behältervolumen 13000 l	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Einzelkorn-Sämaschinen ED



▶ ED 3000-C Special/Super	Arbeitsbreite 3,00 m	Anzahl Säaggregat 4 bis 6	Starr
▶ ED 4500-C Special/Super	Arbeitsbreite 4,50 m	Anzahl Säaggregat 6 oder 8	Starr
▶ ED 6000-C Special/Super	Arbeitsbreite 6,00 m	Anzahl Säaggregat 8 bis 12	Starr
▶ ED 4500-2C Special/Super	Arbeitsbreite 4,50 m	Anzahl Säaggregat 6 oder 7	Hydraulisch geklappt
▶ ED 6000-2C Special/Super	Arbeitsbreite 6,00 m	Anzahl Säaggregat 8 oder 9	Hydraulisch geklappt
▶ ED 6000-2FC Special/Super	Arbeitsbreite 6,00 m	Anzahl Säaggregat 8 oder 12	Hydraulisch geklappt
▶ ED 9000-KR	Arbeitsbreite 9,00 m	Mit Anhängeträgersystem KR	Hydraulisch geklappt
▶ ED 12000-KR	Arbeitsbreite 12,00 m	Mit Anhängeträgersystem KR	Hydraulisch geklappt

Pneumatische Einzelkorn-Sämaschinen EDX



▶ EDX 6000-TC	Arbeitsbreite 6,00 m	Anzahl Säaggregat 8 bis 16	Hydraulisch geklappt
▶ EDX 9000-TC	Arbeitsbreite 9,00 m	Anzahl Säaggregat 12 bis 20	Hydraulisch geklappt

Düngetechnik

Düngerstreuer ZA-X Perfect



▶ ZA-XW Perfect 502	Behältervolumen 500 bis max. 700 l	Arbeitsbreite 10 bis 18 m
▶ ZA-X Perfect 602	Behältervolumen 600 bis max. 850 l	Arbeitsbreite 10 bis 18 m
▶ ZA-X Perfect 902	Behältervolumen 900 bis max. 1700 l	Arbeitsbreite 10 bis 18 m
▶ ZA-X Perfect 1402	Behältervolumen 1400 bis max. 1750 l	Arbeitsbreite 10 bis 18 m

Düngerstreuer ZA-M



▶ ZA-M 1001 Special	Behältervolumen 1000 bis max. 1500 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-M 1201	Behältervolumen 1200 bis max. 2700 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-M 1501	Behältervolumen 1500 bis max. 3000 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-M 1001 Special Profis	Behältervolumen 1000 bis max. 2000 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m

Düngerstreuer ZA-V



▶ ZA-V 1400	Behältervolumen 1400 bis max. 2000 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 1700	Behältervolumen 1700 bis max. 2300 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 2000	Behältervolumen 2000 bis max. 2600 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 2200	Behältervolumen 2200 bis max. 3000 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 2600	Behältervolumen 2600 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 2700	Behältervolumen 2700 bis max. 3500 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 3200	Behältervolumen 3200 bis max. 4000 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZA-V 4200	Behältervolumen 4200 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m

Düngerstreuer ZA-TS



▶ ZA-TS 1400	Behältervolumen 1400 bis max. 2000 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 1700	Behältervolumen 1700 bis max. 2300 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 2000	Behältervolumen 2000 bis max. 2600 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 2200	Behältervolumen 2200 bis max. 3000 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 2600	Behältervolumen 2600 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 2700	Behältervolumen 2700 bis max. 3500 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 3200	Behältervolumen 3200 bis max. 4000 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZA-TS 4200	Behältervolumen 4200 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m

Großflächenstreuer ZG-TS



▶ ZG-TS 7501	Behältervolumen 7500 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m
▶ ZG-TS 10001	Behältervolumen 10000 l	Arbeitsbreite 15 bis 54 m

Großflächenstreuer ZG-B



▶ ZG-B 5500	Behältervolumen 5500 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m
▶ ZG-B 8200	Behältervolumen 8200 l	Arbeitsbreite 10 bis 36 m

Pflanzenschutztechnik

Anbaufeldspritzen UF



▶ UF 901	Tankistvolumen 1050 l	Arbeitsbreite 12 bis 30 m	Hydraulisch/manuell geklappt
▶ UF 1201	Tankistvolumen 1350 l	Arbeitsbreite 12 bis 30 m	Hydraulisch/manuell geklappt
▶ UF 1501	Tankistvolumen 1720 l	Arbeitsbreite 12 bis 30 m	Hydraulisch/manuell geklappt
▶ UF 1801	Tankistvolumen 1920 l	Arbeitsbreite 12 bis 30 m	Hydraulisch/manuell geklappt
▶ UF 2002	Tankistvolumen 2000 l	Arbeitsbreite 15 bis 30 m	Hydraulisch/manuell geklappt

Fronttank FT



▶ FT 1001	Tankvolumen 1000 l
-----------	--------------------

Selbstfahrer



▶ Pantera 4502	Tankistvolumen 4800 l	Arbeitsbreite 21 bis 40 m	Spurweitenverstellung
▶ Pantera 4502-H	Tankistvolumen 4800 l	Arbeitsbreite 21 bis 40 m	Spurweiten-/Höhenverstellung
▶ Pantera 4502-W	Tankistvolumen 4800 l	Arbeitsbreite 21 bis 40 m	Große Spurweitenverstellung

Anhängefeldspritzen UG



▶ UG 2200 Special	Tankistvolumen 2400 l	Arbeitsbreite 15 bis 28 m	Hydraulisch geklappt
▶ UG 3000 Special	Tankistvolumen 3200 l	Arbeitsbreite 15 bis 28 m	Hydraulisch geklappt
▶ UG 2200 Super	Tankistvolumen 2400 l	Arbeitsbreite 15 bis 28 m	Hydraulisch geklappt
▶ UG 3000 Super	Tankistvolumen 3200 l	Arbeitsbreite 15 bis 28 m	Hydraulisch geklappt

Anhängefeldspritzen UX



▶ UX 3200 Special	Tankistvolumen 3600 l	Arbeitsbreite 15 bis 30 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 4200 Special	Tankistvolumen 4600 l	Arbeitsbreite 15 bis 30 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 3200 Super	Tankistvolumen 3600 l	Arbeitsbreite 18 bis 36 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 4200 Super	Tankistvolumen 4600 l	Arbeitsbreite 18 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 5200 Super	Tankistvolumen 5600 l	Arbeitsbreite 18 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 6200 Super	Tankistvolumen 6560 l	Arbeitsbreite 18 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 4201 Super	Tankistvolumen 4600 l	Arbeitsbreite 27 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 5201 Super	Tankistvolumen 5600 l	Arbeitsbreite 27 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 6201 Super	Tankistvolumen 6600 l	Arbeitsbreite 27 bis 40 m	Hydraulisch geklappt
▶ UX 11200	Tankistvolumen 12000 l	Arbeitsbreite 24 bis 40 m	Hydraulisch geklappt

Weiterführende Informationen auf www.amazone.de



Im **Info-Portal** der AMAZONE Website (www.amazone.de) stehen Produktprospekte, Betriebsanleitungen, Testberichte und viele weitere Informationen zum Download zur Verfügung.

Das **Video-Portal „AMAZONE.TV“** (www.amazone.tv) bietet Ihnen den Zugriff auf über 250 Filme und Clips von AMAZONE. Neben Filmen über die verschiedenen AMAZONE Landmaschinen finden Sie hier Filme über das Unternehmen AMAZONE sowie zu den verschiedensten Fachfragen wie z.B. Precision Farming, Robotic, Bodenbearbeitung oder Pflanzenschutz.



Aktuelle Ergebnisse der AMAZONE Versuchsstandorte sowie weiterführende Informationen zum **AMAZONE ACTIVE-Farming Konzept** finden Sie auf der AMAZONE Website unter der Adresse www.amazone.de/activefarming.



Im Rahmen unseres **ACTIVE-Programms** bieten wir Ihnen Veranstaltungen rund um den „Intelligenten Pflanzenbau“ in unseren ACTIVE-Centern Hasbergen-Gaste, Hude und Leipzig. Wir veranstalten Themen-Treffs im Umfeld des AMAZONE Versuchswesens in verschiedenen Regionen Deutschlands.

Auf der AMAZONE Website finden Sie Berichte und Informationen zu allen AMAZONE Veranstaltungen.

AMAZONEN-WERKE H. Dreyer GmbH & Co. KG • Postfach 51 • 49202 Hasbergen-Gaste
Tel. +49 (0)5405 501-0 • Fax +49 (0)5405 501-147 • E-Mail: amazone@amazone.de • www.amazone.de

Abbildungen, Inhalt und Angaben über technische Daten sind unverbindlich! Ausstattungsbedingt können die technischen Daten abweichen. Maschinenabbildungen können von länderspezifischen Straßenverkehrsvorschriften abweichen.



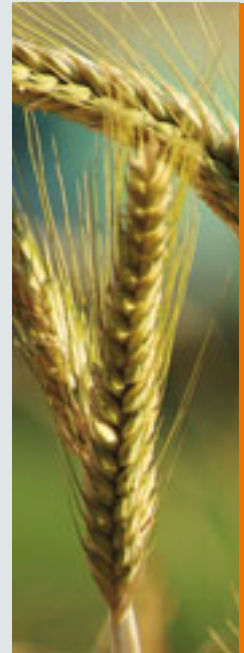
1883

„Amazonen“



Teil I Das 3C-Ackerbaukonzept

Im Rahmen des 3C-Ackerbau-Konzepts hat AMAZONE verschiedene Grundregeln für die erfolgreiche Verfahrenskombination beim Einsatz von Bodenbearbeitungs- und Sämaschinen sowie begleitenden Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen formuliert. In diesem Buch werden die Hintergründe erklärt und dabei vor allem auch die Vor- und Nachteile der wendenden und nichtwendenden Bodenbearbeitungsverfahren diskutiert. Welchen Einfluss dabei die jeweiligen Boden- und Klimaverhältnisse auf die Mechanisierung ausüben, zeigen die unterschiedlichen Verfahrenskombinationen, die in den verschiedenen agroklimatischen Zonen von Westeuropa bis Sibirien zum Einsatz kommen. AMAZONE führt dazu an verschiedenen internationalen Standorten langjährige Feldbau-Versuche durch und stellt Ihnen die aktuellen Ergebnisse vor. Abschließend finden Sie hier internationale Praxis-Reportagen zum Einsatz der verschiedenen AMAZONE Maschinen.



ML 828 (de_DE) 2017

Teil II Bodenbearbeitung aus Sicht der Wissenschaft

PD Dr. habil. Joachim Brunotte vom Thünen-Institut für Agrartechnologie (TI, ehemals FAL Braunschweig) und PD Dr. habil. Claus Sommer, Braunschweig, beschreiben, wie man im Zuge konservierender Bodenbearbeitungsverfahren durch den gezielten Einsatz moderner Gerätetechnik nicht nur wettbewerbsfähig, sondern auch umweltverträglich wirtschaften kann. So gilt es, die Leistungsfähigkeit der landwirtschaftlichen Böden nachhaltig zu bewahren, z.B. durch die Minderung von Verschlämmungen und Bodenerosionen, die Verringerung von Schadverdichtungen und die Förderung der biologischen Bodenaktivität. Die Agrarwissenschaftler stellen dazu die Grundlagen der konservierenden Bodenbearbeitung vor und zeigen Wege auf, wie man sie erfolgreich und standortangepasst in der Praxis umsetzen kann. Auch auf mögliche Schwierigkeiten gehen die Autoren ein und erklären z.B., wie man Düngestrategien anpassen sowie Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen entgegenwirken sollte.

