

Konservierende Bodenbearbeitungssysteme - Versuche in Niederösterreich

Rosner J. und E. Zwatz: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. Landwirtschaftliche Bildung, Frauentorgasse 72, A - 3430 Tulln

A. Klik: Universität für Bodenkultur, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, A - 1190 Wien

C. Gyuricza: Szent Istvan University, Faculty of Agricultural and Environmental Science, Pater Karoly str. 1- H – 2103 Gödöllő

Gründe für eine geänderte Bodenbearbeitung:

In Österreich sind 450.000 ha potentiell erosionsgefährdet, was auf die Topografie zurückzuführen ist. Dieses Problem und das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) haben zu einer Änderung der Denkweise bei den Landwirten geführt. Neben den ökologischen Aspekten treten aber immer mehr ökonomisch Überlegungen in den Vordergrund. Bodenschonende Bearbeitungsmethoden setzen sich zunehmend durch, werden aber von vielen Bauern noch immer skeptisch betrachtet. Als Gründe für die neuen Bodenbearbeitungstrends können angegeben werden:

- Senkung der Produktionskosten
- Weniger Befahrhäufigkeit – weniger Arbeitszeit – weniger Bodenverdichtung
- Mehr Schlagkraft ⇒ Bewirtschaftung von mehr Fläche möglich
- Reduzierung des Treibstoffverbrauchs
- Geringere Maschinenbeanspruchung
- Verhinderung von Wind – Wasser – Tillageerosion (Erosion durch Bodenbearbeitung)
- Erhöhung des Humusgehaltes ⇒
- Verbessertes Wasserspeichervermögen
- Bessere Erträge mittel - langfristig
- Geringere CO₂ – Freisetzung aus dem Bodenpool (Klima – und Bodenbündnis, Kyoto - Abkommen) – Umweltleistung der Landwirtschaft

Eine deutliche Verringerung der Arbeitszeit pro ha für die Bodenbearbeitung kann nachweislich erreicht werden, gleichzeitig werden die ökologischen Vorteile voll genutzt. Die Kosten können durch die minimierten Bodenbearbeitung von den Landwirten reduziert werden, die Aufwendungen für das Gründeckenmanagement sind jedoch zu kalkulieren, die Gründecken und somit das System des „immergrünen Ackers“ stellen aber eine wesentliche nicht weg zu diskutierende Umweltleistung der Landwirte dar. Zu berechnen sind auch der Wert der abgeschwemmten Nährstoffe und zuzüglich die besseren Fördermaßnahmen für überwinternde Begrünungsvarianten und der Mulchsaatzzuschlag.

Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme wurden an 3 Standorten an den Lehr – und Versuchsbetrieben der Landwirtschaftlichen Fachschulen in Niederösterreich im trockenen pannonischen Klimaraum und im gemäßigten Übergangsklima geprüft.

Das Klima ist durch eine jährliche Niederschlagsmenge von 500 mm im Pannonikum, 650 mm im Übergangsklima und durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5 °C – 9,8 °C charakterisiert.

Neben der konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug mit Saatbettbereitung wurden verschieden Gründeckenpflanzen wie Gelbsenf, Phacelia, Ökrettich, Kleearten, Grünroggen, Buchweizen mit anschließender Mulch – und Direktsaat getestet. Zwei Versuchsglieder mit Minimalbodenbearbeitung ausschließlich mit Scheibeneggeneinsatz und einer NoTill (No Tillage.....keine Bodenbearbeitung) – Variante wurden auf die Ertragsleistung und den Mykotoxingehalt untersucht.

Die Konventionelle Saat wurde nach Pflug – und Grubbereinsatz mit einer Saatbettvorbereitung durchgeführt. Die Mulchsaat wurde nach einem zweimaligen Grubbereinsatz mit anschließender Gründeckeneinsatz nach einer mulchenden Bodenbearbeitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination getätigt, bei der Direktsaat war das Gründeckenmanagement wie bei der Mulchsaat, es wurde aber vor dem Anbau der Kulturpflanze eine Saatbettvorbereitung unterlassen (= Zero/No Tillage). Alle 3 angeführten Systeme wurden mit einer Direktsämaschine angebaut.

Versuchsergebnisse

Erosionsversuch

In der folgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der 3 Standorte Mistelbach, Tulln und Pyhra bei St. Pölten zusammengefasst. Angeführt sind die 3 Gründecken- und Bodenbearbeitungsprüfglieder, bei denen auch Erosionsmessungen durchgeführt wurden. Neben dem Bodenabtrag in t/ha/Jahr sind auch die Nährstoffverluste bei N und P neben den Herbizidverlagerungen nachzulesen. Die ermittelten Erträge aus der Getreide – Maisfruchtfolge (Mistelbach 1 mal Zuckerrüben, 1 x Sonnenblumen, Tulln 1x Zuckerrüben statt Mais in der Fruchtfolge) sind ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Bei der Konventionellen Saat wurde auf eine Herbstbegrünung verzichtet, bei Mulchsaat wurden 7.5 kg Platterbesen, 11 kg Sommerwicke, 3.7 kg Buchweizen, 1.1 kg Alexandrinerklee, 1.1 kg Perserklee und 0.4 kg Gelbsenf als Herbstbegrünung Mitte August angebaut. Bei der Direktsaat wurden 3 kg Gelbsenf und 7 kg Phacelia zum vorgenannten Termin ausgesät.

Tabelle 1: Gemessene jährliche Abträge und Erträge 1994 – 2006 Mistelbach, Tulln, Pyhra (Klik 2006)

Bearbeitungsmethode	Konventionell	Mulchsaat	Direktsaat
Bodenabtrag t/ha/Jahr Reduktion	6.5	2.1 68 %	1.1 83 %
N – Abtrag kg/ha/Jahr Reduktion	9.9	3.9 61 %	2.7 73 %
P – Abtrag kg/h/Jahr Reduktion	5.2	1.5 71 %	0.9 83 %
Herbizidabtrag ausgebrachte Wirkstoffmenge Reduktion	2.2	1.0 55 %	0.57 74 %
Ertrag in % Konventionell	100	100	99

Wie der Tabelle 1 entnommen werden kann, sind deutliche Reduktionen bei Boden – Nährstoff – und Herbizidabtrag festzustellen. Die Erträge unterscheiden sich nicht signifikant. Bei Betrachtung von den nicht dargestellten Detailergebnissen sind lediglich Ertragsreduktionen von 15- 20 % bei Direktsaat von Zuckerrüben zu registrieren. Alle anderen Kulturpflanzen reagieren auf die geänderte Bewirtschaftung ertragsneutral, sofern der Säschlitz im Zuge des Anbaus geschlossen werden kann, was bei zu feuchtem oder zu trockenem Boden ein Problem darstellen kann. Vorwerkzeuge wie Sternradklutenräumer oder 2 schräg gestellte, möglichst gewellte Scheiben sind unumgänglich, damit das Saatgut nach dem Anbau mit Erde abgedeckt werden kann. Nach dem Sävorgang sollten 2 Scheiben in Kombination mit einer Anpresswalze den Schlitz schließen und den Bodenschluss der Saat gewährleisten

Auf Grund der Erfahrungen wird zu einer Minimalbodenbearbeitung bei Zuckerrüben abgeraten, hier ist eine Mulchsaat vorzuziehen und sichert die Erträge, auf eine Tiefenlockerung auf 25 – 30cm vor dem Gründeckenanbau sollte bei Zuckerrübe nicht verzichtet werden.

Bodenbearbeitungsversuche Tullnerfeld

An 2 Standorten im Raum Tulln wurden 5 Bodenbearbeitungsvarianten angelegt, die in Tabelle 2 aufgelistet sind. Neben der Konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug wurde eine ohne wendende Bodenbearbeitung mit zweimaligem Grubbereinsatz getestet. Ein Prüfglied war Minimalbodenbearbeitung mit einmaligem Scheibeneggeneinsatz. Während bei den beiden erstgenannten Systemen eine Saatbettvorbereitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination erfolgte, wurde bei der Scheibeneggen- und NoTill - Variante auf jede Bodenbearbeitung verzichtet (Zero Tillage). Hier wurde nur vor der Drillsaat mit einem Scheibeneggenvorsatz bei den Sämaschinen einige cm tief gemulcht, bei der Einzelkorn - Direktsaat wurde auf eine Bodenbearbeitung zur Gänze verzichtet. Als 5. System wurde die Dammbauweise (Ridge Tillage) – ähnlich dem Kartoffelbau – gewählt. Hier wird konventionell bearbeitet, vor dem Maisanbau werden aber Dämme gezogen, die auch eine höhere Bodenerwärmung von 1° C aber keinen Ertragsvorteil bewirken. Des weiteren ist es in Hanglagen kaum möglich, auf den Dämmen zu säen, weil die Sämaschine nicht gänzlich starr angehängt ist. Hier wäre nur eine Kombination Dammziehen – Saat in einem Arbeitsgang denkbar, die Ertragsauswertungen rechtfertigen aber diesen Mehraufwand nicht.

In der Tabelle 2 ist neben den Erträgen in kg/ha 1999 – 2006 auch die Analysen der Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) in µg pro kg Korn bei den Kulturen Mais und Getreide der beiden Versuche im Raum Tulln zusammengefasst (Grafik 1). Als Fruchtfolge wurde Getreide – Mais bzw. einmal – 2002 - Sojabohnen gewählt.

Mykotoxine sind toxische (hochgiftige) Stoffwechselprodukte von Pilzen und verursachen gesundheitliche Probleme in der Tierhaltung und natürlich auch beim Menschen. Für Nahrungs – und Futtermittelproduzenten kann es natürlich nur von größtem Interesse sein, unbedenkliche Produkte zu produzieren, deshalb ist auf die Grenzwerte genau zu achten.

Tabelle 2: Ergebnisse Bodenbearbeitungsversuch Tulln 1999 – 2006

Bodenbearbeitungsmethode	Ertrag in %	ZON		DON		2004	2005	2006
		1999	2001	1999	2001			
	Konventionell	1999	2001	1999	2001	2004	2005	2006
Kultur		KM	KM	KM	KM	KM	KM	So Durum
Konventionell Grubber-Pflug CT	100	28	79	505	2477	824	2400	600
Grubber 2 x CP	98	12	514	323	2170	1257	5550	1200
Scheibenegge 1 x RT	92	12	20	302	1542	1080	730	1800
No Till NT (keine Bodenbearbeitung)	95	25	nn	600	519	374	850	1200
Konventionell – Dämme bei Mais (Ridge Tillage) RiTi	92	24	64	419	3229	387	4100	540

2002 und 2003 waren die Mykotoxinwerte im vorliegenden Versuch unter der Nachweisgrenze.

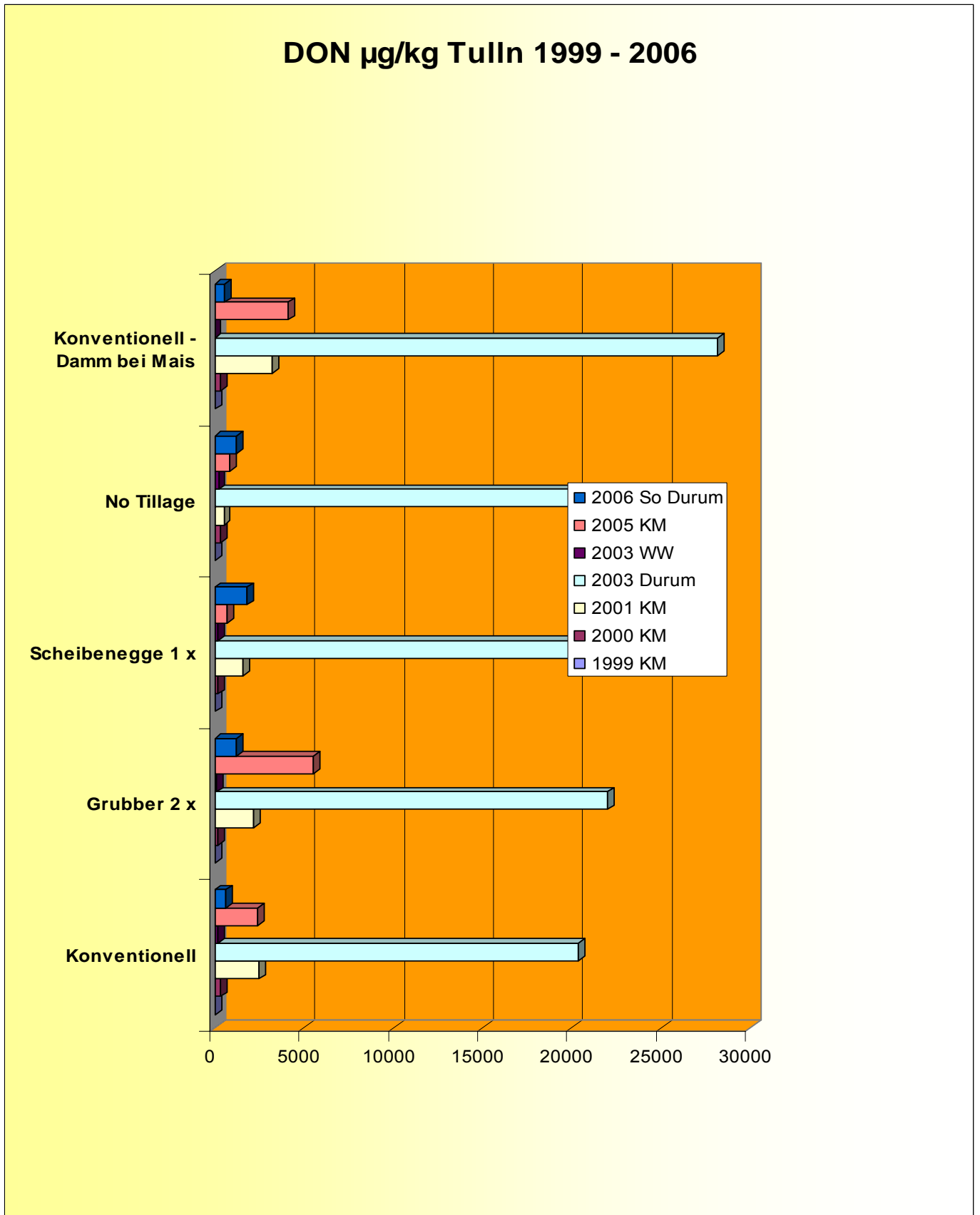
EU – Grenzwerte ab 2006

Unverarbeitetes Getreide, Mais	DON 1250 µg/kg	ZON 100 µg/kg (=ppm)
Durum, Hafer	DON 1750 µg/kg	ZON 100 µg/kg
Getreidemehl, Grieß	DON 750 µg/kg	ZON 75 µg/kg
Maismehl-Grieß-Grütze	DON 750 µg/kg	ZON 200 µg/kg
Brot, Backwaren	DON 500 µg/kg	ZON 50 µg/kg
Teigwaren trocken	DON 750 µg/kg	
Kindernahrung	DON 200 µg/kg	ZON 20 µg/kg
Mais	Fumonisine 2000 µg/kg	
Lebensmittel, Kindernahrung	Fumonisine 400 µg/kg	
Fumonisine.....Fusarium polyphaeratum – nur bei heißer Witterung auftretend		
DON.....Deoxynivalenol		
ZON.....Zearalenon		

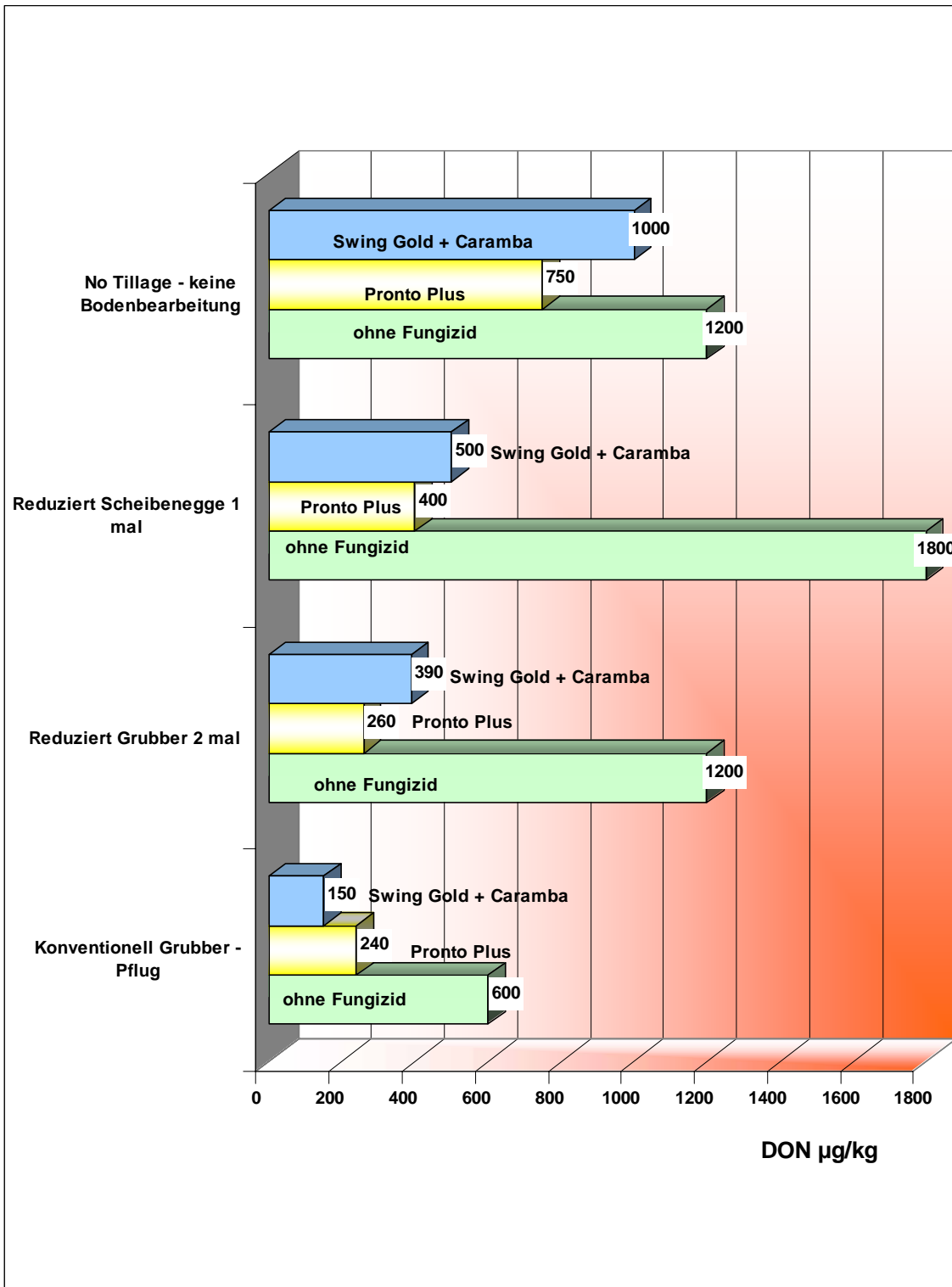
Die Erträge sind kaum signifikant niedriger bei minimierter Bearbeitung. Die Ertragsreduktion ist auf den Anbau von Zuckerrüben zurückzuführen. Dabei traten Probleme bei der Schließung der Säschlitze bei NoTill auf, was zu einer verringerten Pflanzanzahl bei Zuckerrüben führte; des weiteren war es nicht möglich, die auftretende Ackerwinde mit dem Wirkstoff Glyphosate (Produktname Round up und andere) im Frühjahr zu bekämpfen – dies ist erst im Spätsommer beim Einziehen der Unkrautpflanzen möglich (Saftstrom zu den Wurzeln)

Ähnliche Schwierigkeiten mit der Schließung der Säschlitze können auch beim Maisanbau bei ungünstige Bodenverhältnissen auftreten. Werden die Erntergebnisse von Zuckerrüben nicht berücksichtigt, ergeben sich aber kaum Ertragsunterschiede.

Grafik 1:



Grafik 2: Bodenbearbeitungsversuch Tulln 2006 DON ppm – Gehalte mit und ohne Fungizideinsatz



Grafik 2 stellt einen Fungizidversuch, der im Bodenbearbeitungsversuch Tulln 2006 in Sommerdurumweizen angelegt wurde, Vorrucht war Körnermais, dar. Um ein Fusariumauftreten im Versuch sicherzustellen (zu provozieren), wurde in die Weizenblüte beregnet (worst case szenario: Maisstroh + Regen zum Blühzeitpunkt des empfindlichen Durumweizen) und unmittelbar danach die Fungizide zum

Infektionszeitpunkt appliziert. Mit dieser sehr genau angelegten Spritzung konnte der DON –Gehalt signifikant unter die Grenzwerte reduziert werden.

Trotz der aufgezeigten Probleme scheint es jedoch in der Praxis möglich, bei Beachtung gewisser Grundsätze, Minimalbodenbearbeitungsmethoden anzuwenden und die nachgewiesenen ökologischen Vorteile zu nutzen. Ertragseinbußen stellen sich nach Angaben von Praktikern nur in den ersten Umstellungsjahren ein, später wird wieder ein normales Niveau erreicht, wobei dann die angeführten Vorteile genutzt werden können. Diese Aussagen bestätigen die oben angeführten Ergebnisse der Exaktversuche.

Auch das Gründeckenmanagement stellt hohe Ansprüche. Ein Gelingen einer Gründecke setzt einen frühen Anbau im August voraus. Tiefwurzelnde Gründeckenpflanzen sollten ausgewählt werden, um Nährstoffe aus tiefer liegenden Bodenschichten zu mobilisieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass „Grüne Brücken“ durch Ausfallgetreide zu vermeiden sind. Diese Brücken übertragen mit auftretenden Blattläusen Gelbverzwergungsviren auf zu früh gebaute Wintergersten und Weizen bzw. diverse bodenbürtige Krankheiten. Besonders in Getreide – Maisfruchtfolgen sind Strohrückstände vor dem Gründeckenanbau sorgfältig einzuarbeiten (sorgfältiges Zerkleinern Scheibenegge oder Grubber + seichtes Pflügen um eine Strohmatte zu verhindern und eine Förderung der Rotte zu gewährleisten) um so eine Infektion mit Fusariosen zu verhindern. Wird das nicht durchgeführt, muss bei feuchten Bedingungen während der Kulturpflanzenblüte mit einem sehr hohen Fusariumbefall gerechnet werden, der chemisch nur zu kontrollieren ist, wenn punktgenau zum Infektionszeitpunkt während der Blüte eine Fungizidapplikation erfolgt (siehe Grafik 2). Eine stark erhöhte Mykotoxinbelastung im Erntegut ist sonst die Folge. Werden die Richtwerte überschritten, kann das Erntegut weder verfüttert noch in den Verkehr gebracht werden, ein Kompostieren oder eine thermische Verwertung sind dann die einzige Verwendungsmöglichkeit.

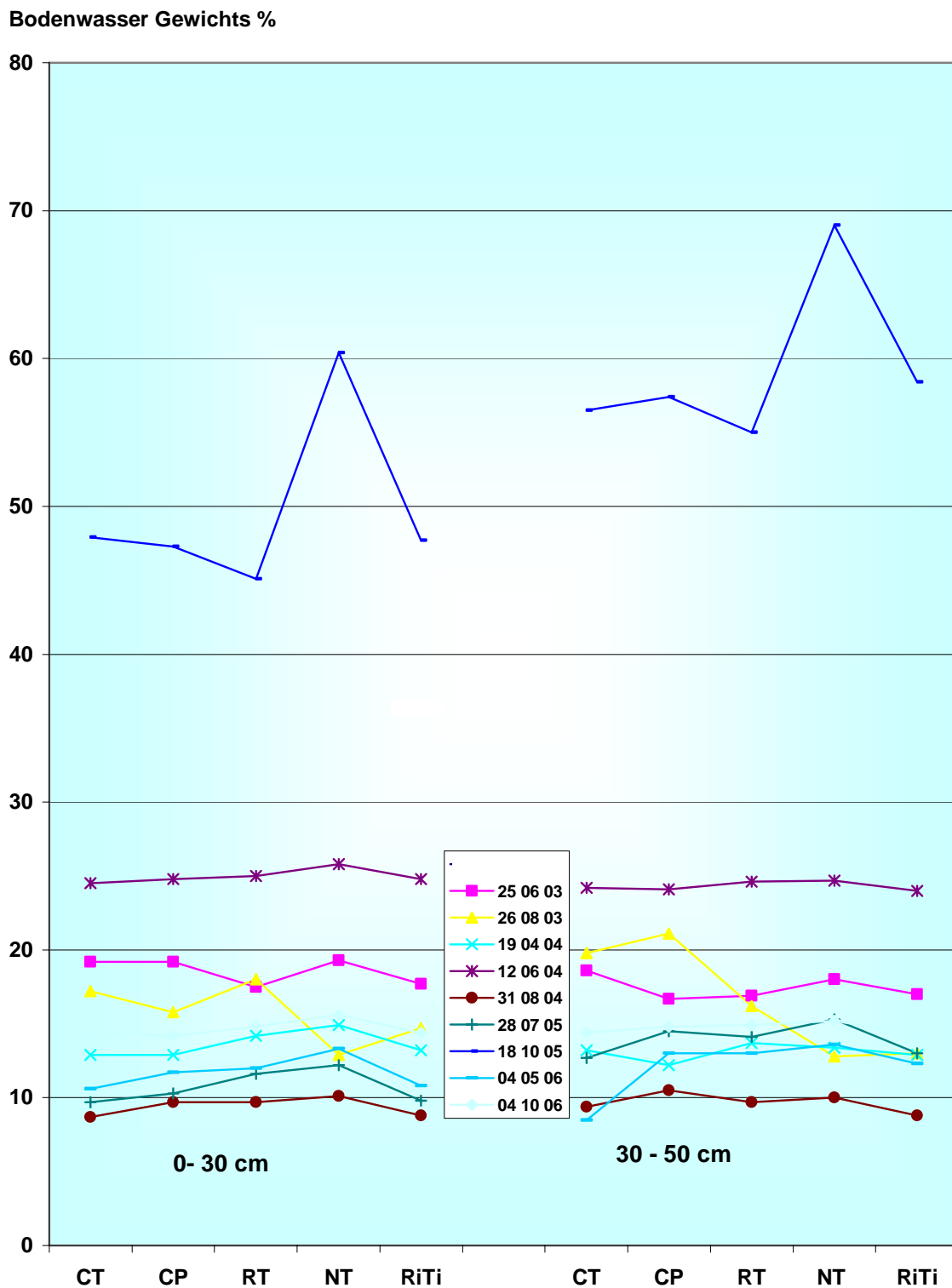
Der Wasserverbrauch der Herbstbegrünungen wird oftmals gefürchtet. Mehrjährige Messungen in Hollabrunn im Trockengebiet Niederösterreichs haben jedoch bewiesen, dass das im Herbst von den Gründecken verbrauchte Wasser im Frühjahr wieder durch die erhöhte organische Substanz im Boden gespeichert werden kann, dies führt in der Wasserbilanz zu einer Nullsumme. Das gespeicherte Wasser steht der Kulturpflanze in Trockenperioden aber wieder zur Verfügung – Mehrerträge sind dann nicht selten die Folge, das hat sich besonders im heißen Trockenjahr 2003 manifestiert.

In der folgenden Grafiken 2 und 4 ist deutlich erkennbar, dass sich der Boden-Wassergehalt in den 5 Versuchsgliedern im Juni nicht wesentlich unterscheidet. Größere Differenzen treten jedoch im August auf – je weniger Bodenbearbeitung, desto mehr Wasser war im Boden feststellbar. Dies führte in diesem extrem trockenen Jahr auch zu signifikanten Ertragssteigerungen bei minimierter Bodenbearbeitung.

CT.....Conventional Tillage	konventionelle Bearbeitung Grubber - Pflug
CP.....Chisel Plough.....	Gubber 2 mal eingesetzt
RT.....Reduced Tillage (Disc Harrow).....	Scheibenegge einmal zum Stoppelsturz
NT.....No Tillage.....	keine Bodenbearbeitung
RiT.....Ridge Tillage....	konventionelle Bearbeitung, Dammformung bei Mais

Die Grafiken 3 und 4 zeigen den Wassergehalt während der Vegetationsperiode in Tulln und Pixendorf, die Angaben erfolgen in Gewichtsprozent. Gemessen wurde von 0 – 30 cm und 30 – 60 cm.

Grafik 3 und 4 **Bodenwassergehalt Gewichts %**
Tulln 2003 - 2006



**Bodenwassergehalt Gewichts %
Pixendorf 2003 - 2006**

Bodenwasser Gewichts %

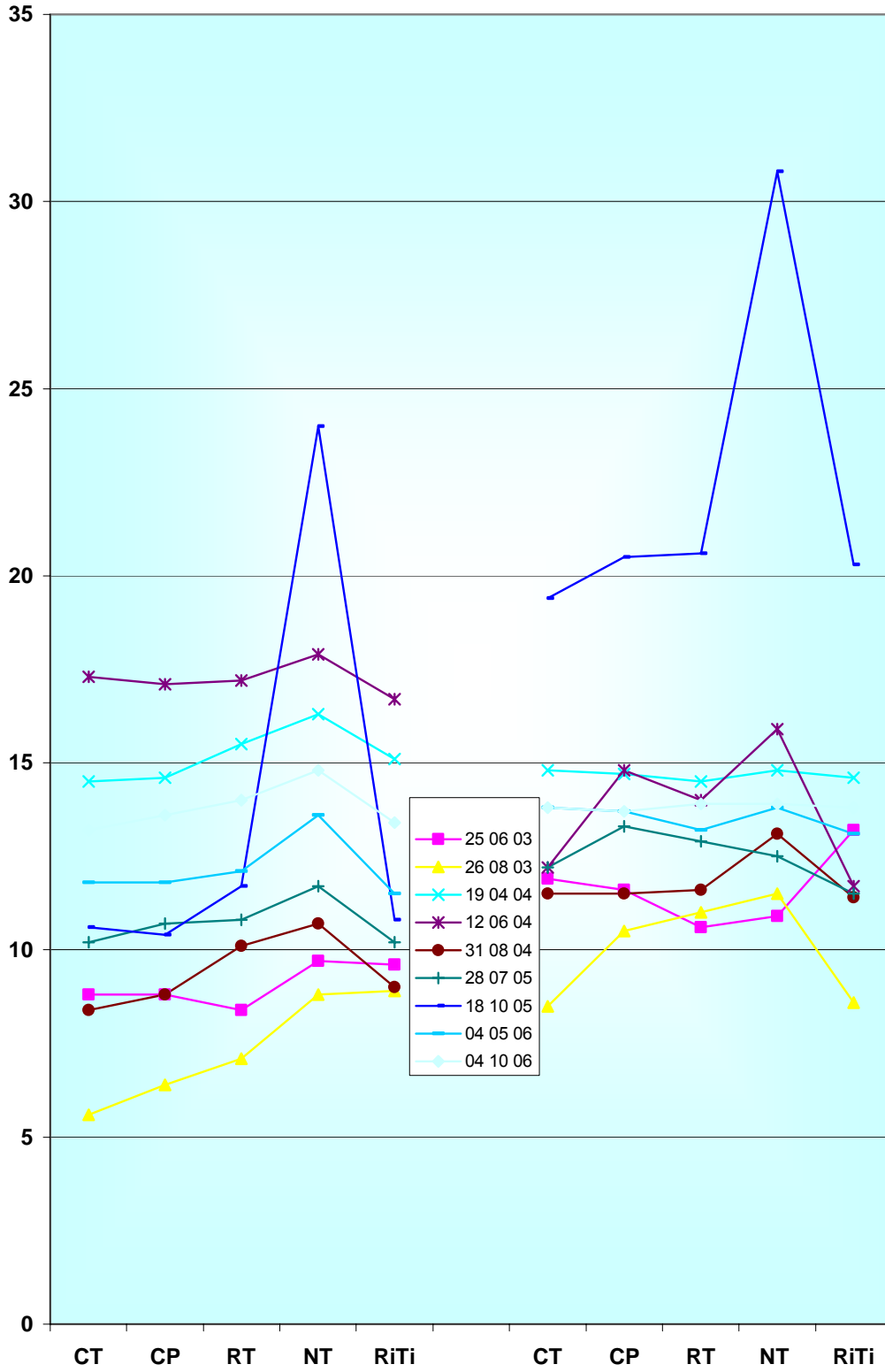


Abbildung 1 – 4: Gründeckenwalze eingesetzt Ende November 2006



Die Abbildungen 1 – 4 zeigen die 2006 vom Autor entwickelte und an der Landwirtschaftlichen Fachschule Hollabrunn (Hr. Ecker, Hr. Wagner) gebaute Gründeckenwalze. Diese ermöglicht ein Quetschen der Stängel speziell bei Gelbsenf, damit im Herbst bei üppigem Wachstum nicht zu viel Wasser verbraucht wird. Wurden im Sommer Saatgutmischungen wie etwa mit Phacelia angebaut, kann sich die schwächer wachsende Phacelia nach dem Knicken der Senfstängel noch gut etablieren.

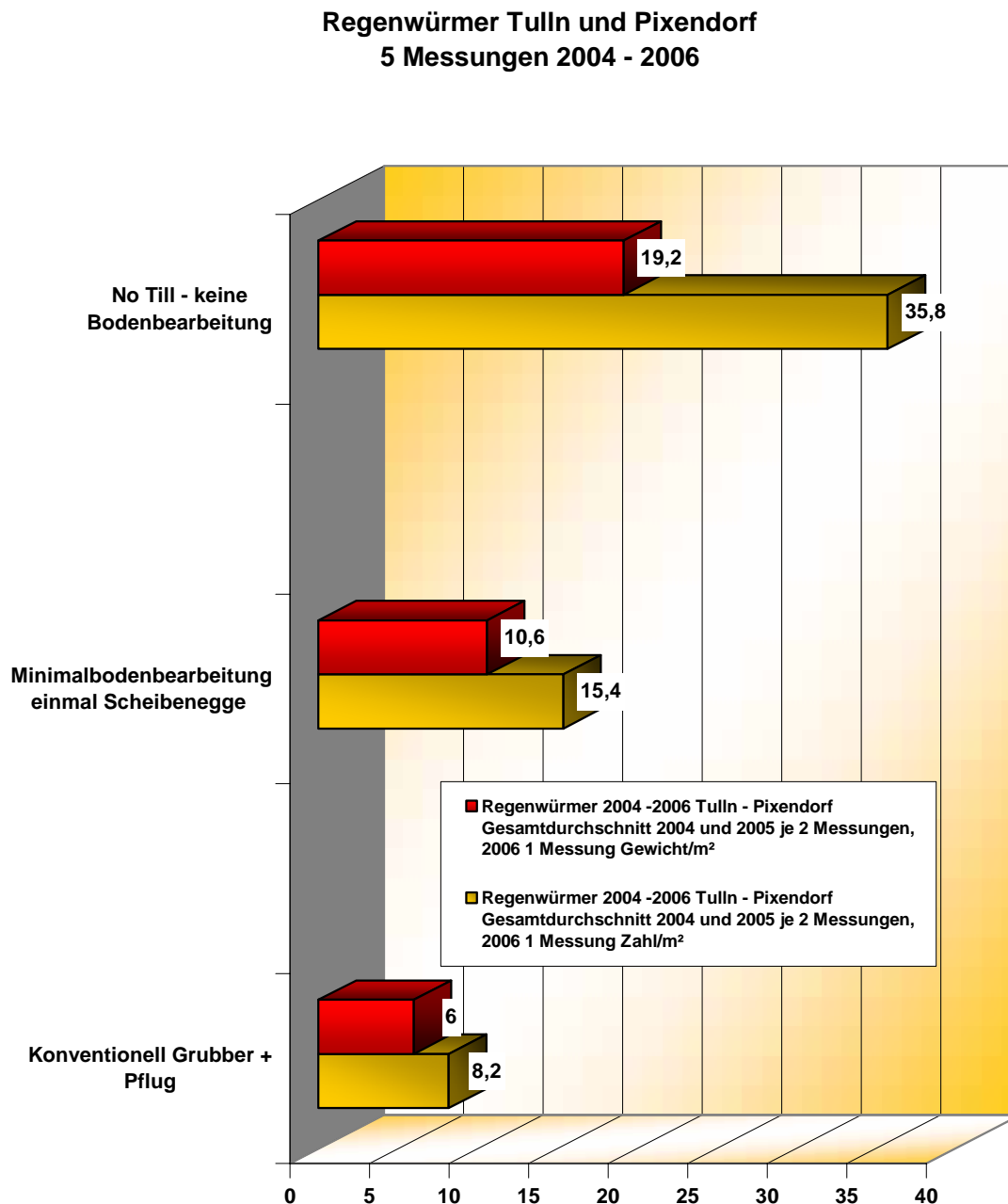
Mit dieser Walze kann Treibstoff schonend mit kleinen Traktoren sowie auch Boden schonend ein ähnlicher Effekt erzielt werden wie durch aufwändiges Häckseln, die Gründecke wird dabei auch nicht eingearbeitet.

Die Walze wurde aus Glatzwalzen, wie sie im Grünland eingesetzt werden, gebaut. Die Werkzeughöhe beträgt 8 cm, der Abstand zwischen den Werkzeugen 20cm, damit ist ein Schoppen der Pflanzenrückstände verhindert.

Wichtig ist, dass die Herbstbegrünungen noch im August angebaut werden, sollen sie sich gut entwickeln und entsprechend organische Substanz bilden. 20 t Grünmasse und mehr können bei mäßig feuchten Herbstbedingungen durchaus gebildet werden. Eine Einackerung von solchen Mengen verursacht nicht nur hohe Kosten sondern hat auch sehr nachteilige Effekte im Boden – führt ein Wenden in die Pflugsohle doch zu einem anaeroben Zustand (sauerstofffreie Zone) mit einem

Silageeffekt. Im darauf folgenden Jahr meiden die Wurzeln der Kulturpflanze dann diese Zone, wachsen horizontal weiter und der Bestand zeigt in Trockenperioden sehr früh Schäden.

In Grafik 4 sind die Zahl und die Gewichte der Regenwürmer on 0 – 30 cm pro m² dargestellt.



In Grafik 4 ist der Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Regenwurmpopulation zu beobachten. Je intensiver die Bodenbearbeitung ist, desto weniger Regenwürmer finden sich in der bearbeiteten Krume, dies hat generell einen nicht zu vernachlässigenden Effekt auf die biologische Aktivität im Boden, was auch das antiphytopathogene Potential (natürliche Krankheitsabwehr) betrifft. Je aktiver ein Boden ist, desto größer ist die Abbaurate von organischer Substanz, wenn diese oberflächlich seicht eingearbeitet wird, das bedeutet aber auch, dass die auf den Ernterückständen befindlichen Krankheiten weniger übertragen werden.

Zusammenfassung

- Mulch – und Direktsaatmethoden sind ausgereift und funktionieren in der Praxis.
- Bei intelligenter Ausnutzung von ÖPUL können optimal Ausgleichszahlungen lukriert werden, die gemeinsam mit den Einsparungen bei der Bodenbearbeitung etwaige Ertragseinbußen mehr als kompensieren.
- Bei den ökonomischen Betrachtungen dürfen Nährstoff – Pestizid – und Bodenverlust nicht unterschätzt werden.
- Getreide – Maisfruchtfolgen erfordern ein seichtes Einarbeiten der Ernterückstände zur Rotteförderung → phytosanitäre Zwänge.
- Nach der Ernte muss der Kulturpflanzenaufwuchs – GRÜNE BRÜCKE für Schädlinge und Krankheiten wie Fusariosen, Gelbverzwergungsvirus - Blattläuse, Kohlerdföhe..... – rasch eliminiert werden.
- Rascher Gründeckenanbau im Sommer bis Ende August
- Nichtabfrostende Gründecken unterdrücken Unkräuter, erfordern aber ein Totalherbizid im Frühjahr.
- Mykotoxinbildung durch Fusariosen ist durch seichte mischende Bodenbearbeitung in bestimmten Fruchtfolgen zu vermeiden.
- Eine Verringerung der Produktionskosten (Kosten, Arbeitszeit) ist möglich und hinkünftig sicher vermehrt anzustreben.
- Ein Patentrezept für eine Bodenbearbeitung kann nicht erstellt werden, weil die zu setzenden Maßnahmen von der Fruchtfolge und der Bodenart abhängen. Je leichter der Boden ist, desto weniger Ton ist im Boden; im Winter jedoch quillt der Ton unter Wasseraufnahme ⇨ der Boden friert auf und zeigt eine gute Frostgare, Sandböden zeigen das nicht und neigen zur Dichtlagerung. Daher funktioniert auf leichten Böden das System der Minimalbodenbearbeitung nur eingeschränkt.

Trotz der aufgezeigten Probleme scheint es jedoch in der Praxis möglich, bei Beachtung gewisser Grundsätze, Minimalbodenbearbeitungsmethoden anzuwenden und die nachgewiesenen ökologischen Vorteile mit den ökonomischen zu nutzen. Ertragseinbußen stellen sich nach Angaben von Praktikern, nur in den ersten Umstellungsjahren ein, später wird wieder ein normales Niveau erreicht, wobei dann die angeführten Vorteile genutzt werden können. Diese Aussagen bestätigen die oben angeführten Ergebnisse der Exaktversuche.

Die angeführten Versuchsergebnisse können unter www.lako.at/versuche nachgelesen werden.

Autor: Dipl.-Ing. Dr. Josef Rosner
 Amt der NÖ Landesregierung
 Abteilung Landwirtschaftliche Bildung
 Frauentorgasse 72
 3430 Tulln
 Tel.: 02272 9005 16635,
 0664/4025477
 E mail: josef.rosner@noel.gv.at

Bildanhang



Direkt Einzelkornsämaschine Canada



Gründeckenanbau Horsch Pronto 3 DC



Gründeckenanbau mit Pöttinger Terrasxem





Gründeckananbau mit Horsch Pronto



Kuhn Fastliner 300



Kuhn Planter 2 Einzelkornsämaschine



Kuhn Planter 2



Maternac - Rabe



Maternac – Rabe



Maternac – Rabe

Direktsaat Sonnenblumen



Direktsaat Körnermais



No Till Sonnenblumen



No Till Winterweizen – gedrillt in Sonnenblumenstoppeln



links Zuckerrüberndirektsaat
rechts Zuckerübenmulchsaat



Zuckerrüberndirektsaat

