

Aktuelle acker- und pflanzenbauliche Aspekte des Zwischenfruchtbaues und der Mulchsaat

Josef Kreitmayr

Zusammenfassung:

Hauptziel der guten fachlichen Praxis ist es, im Jahresablauf den Erosionsschutz möglichst effektiv und lückenlos zu gestalten. Pflanzenreste als Mulch auf der Bodenoberfläche und Bewuchs mindern in entscheidender Weise die Bodenerosion.

Zu Sommerungen wie Zuckerrübe, Mais, Kartoffel und Sommergetreide setzt die Mulchsaat den gezielten Anbau von Zwischenfrüchten voraus. Da die Zwischenfruchtsaat in einem engen „Zeitfenster“ zu bewältigen ist, sind diese Arbeitsschritte technisch wie organisatorisch besonders zu optimieren. Moderne Technikkombinationen steigern enorm die Schlagkraft, außerdem schafft ein erweitertes Zwischenfruchtspektrum Ausweichmöglichkeiten z. B. bei ungünstiger Witterung. In Fruchtfolgen mit Körnerraps muss wegen Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) auf Kreuzblütler als Zwischenfrüchte verzichtet werden. Alternativen sind Phacelia, Wicken, S.Hafer ,u.a.

Die Mulchsaat zu Winterungen wie Winterraps und Wintergetreide basiert auf der pfluglosen Bodenbearbeitung, um Vorfruchtreste oberflächennah einzumischen und die Bearbeitungsintensität zu vermindern. Die Schlüsseltechnik dazu bilden mulchsaattaugliche Universaldrillmaschinen mit exakt einbettender Schartechnik. Ein gleichmäßiger Feldaufgang und kontinuierliche Jugendentwicklung bis Beginn der Winterruhe sorgen für eine ausreichende Bodenbedeckung.

Damit durch Fremdwasser, das von versiegelten Flächen abfließt, keine zusätzlichen Erosionsschäden auf Ackerflächen entstehen, sind Gräben regelmäßig zu pflegen.

1. Einführung

Ackernutzung ist die bevorzugte Art der Landbewirtschaftung. Ackerflächen garantieren gegenwärtig Prämienrechte (Flächen mit AB-Status).

Diese hohe Präferenz für Ackerflächen führt neben Konzentrationsprozessen insbesondere zur „grenzgenauen“ Nutzung. „Fließende Übergänge“, d.h. gebührende Abstände entlang sensibler Bereiche wie Gewässer, Biotope und Siedlungen schwinden. Ranken als natürliche Barrieren erleiden massiven Zuschnitt. An die Stelle von Feldrainen als sichtbare Grenze treten zunehmend „virtuelle Grenzen“ - ohne Schutzfunktionen. Abflussereignisse werden nur unwesentlich abgepuffert.

Der Trend zu größeren Bewirtschaftungseinheiten und überbetrieblich organisiertem Großtechnikeinsatz bietet ökonomische und arbeitswirtschaftliche Vorteile. Mit dieser Entwicklung sind jedoch in nicht zu unterschätzendem Maße erhöhte Erosions- bzw. Verdichtungsrisiken (z. B. Roden bei hoher Bodenfeuchte) verbunden.

Deutlich erkennbar sind auch positive Entwicklungen im Ackerbau. Bodenschonende Bewirtschaftungskonzepte nehmen zu, insbesondere in flächenstarken Betrieben. Im Mittelpunkt bodenschonender Verfahren stehen die Mulchsaat nach gezieltem Zwischenfruchtbau sowie pfluglose Bestellverfahren, die Vorfruchtreste als Mulch oberflächennah belassen.

Zwischenfruchtbau und Mulchsaat (im engeren und weiteren Sinn) haben sich zu wichtigen Verfahrensschritten im modernen Ackerbau entwickelt und leisten je nach Ausrichtung (ob zur Erosionsminderung oder N-Konservierung) einen bedeutenden Beitrag zum Boden- und Umweltschutz.

Eine Analyse gegenwärtiger Bemühungen zur Umsetzung bodenschonender, d.h. in erster Linie erosionsmindernder Strategien führt zu folgenden Szenarien:

- Praxiseinführung der Mulchsaat – weist erhebliche regionale, standortbezogene Schwankungen auf
Ziel: Mulchsaatstrategien für möglichst alle Standorte
- Mulchsaatanwendung - zeigt eine starke fruchtspezifische Bindung an Mais
Ziel: Integration von Mulchsaatverfahren in verschiedene Fruchtfolgesysteme und Bereitstellung von Auswahlkriterien geeigneter Universalsätechnik
- Beratungsangebote zur Mulchsaat - zu oft „Insellösungen“
Ziel: systematische Verknüpfung von Beratungsangeboten zur Produktions- und Gerätetechnik einschließlich Fördermaßnahmen.

2. Bedeutung und Definition von Mulch

Nachhaltige Bodenbewirtschaftung erhält die Bodenfunktionen mit dazugehörigen Gleichgewichtsprozessen. Die Bodenbedeckung durch Mulch und Pflanzen sichert die Niederschlagsinfiltration und –speicherung sowie die Stabilität der Bodenaggregate einschließlich der Bioporen. In die Oberkrume eingemischte bzw. obenauf lagernde Pflanzenreste nehmen wesentlichen Einfluss auf biologische Prozesse, so sind z. B. Regenwürmer auf Nahrung von der Bodenoberfläche angewiesen. Mulch als isolierende Schicht sorgt letztendlich für geringere Temperaturschwankungen im Boden. Auf diese Weise steuert es Aktivitäten des gesamten Bodenlebens.

2.1 Verschiedene Bearbeitungsverfahren – verschiedene Mulchmaterialien

In nahezu allen Kulturen *siehe Übersicht 1* einschließlich Sonderkulturen wie Hopfen kann Mulch angewandt werden. Das Mulchmaterial wird dabei aus Vorfrucht- oder Zwischenfruchtresten bzw. aus einer Mischung von beiden bereitet.

Übersicht 1: Mulchsaatverfahren in wichtigen Hauptfrüchten

Haupt- Früchte	Sommerungen Zuckerrübe, Mais, Kartoffel So.Getreide, Ackerbohnen, Erbsen, Sonnenblumen u.a.		Winterungen Wi.Raps, Wi.Gerste, Triticale, Wi.Weizen
Kriterien			
Mulchmaterial	Zwischen fruchtreste	Vorfrucht- und/oder Zwischenfruchtreste	Vorfruchtreste
Boden- bearbeitung	Pflug „Sommerfurche“	Grubber u.a.	Grubber u.a.
Zwischenfrüchte	abfrierende/überwinternde/u.a.		i.d.R. keine
Mulchsaat- verfahren	Mulchsaat (mit oder ohne Saatbettbereitung)		Mulchsaat

In welchem Umfang Zwischenfrüchte für die Mulchsaat bestellt werden können, ist in hohem Maße vom Fruchtfolgesystem im Betrieb abhängig. Bei einem ausgewogenen Verhältnis von Winter- und Sommerfrüchten in der Fruchtfolge bieten sich ausreichend Chancen geeignete Zwischenfrüchte auszuwählen und zu bestellen.

2.2 Wie viel Mulchauflage ist nötig?

Vor diese Frage sieht sich der Landwirt immer gestellt, insbesondere wenn nach der Zwischenfruchtsaat z. B. der Regen ausbleibt und günstige Vegetationstage verstreichen. Die Mulchbereitung durch gezielte Begrünung unterliegt von Anfang an witterungsbedingten Risiken, so dass konkrete Bestellschritte oder Entwicklungsabschnitte unterschiedlich gelingen. Im Weiteren unterliegt die Mulchdecke ständigen Abbauprozessen, die sich bei günstiger Temperatur und Feuchte verstärken.

Weite Bereiche für Deckungsgrade (zur Hauptfruchtsaat) mit Mulch

Maximalbedeckung: > 50 % DG (ca. 2 t/ha TM aus pflanzlichen Resten)

Optimalbedeckung: ca. 30 % DG

Minimalbedeckung: > 5 % DG

Eine zu dichte Mulchdecke erhöht Schäden durch Pflanzendeformationen in der Keimphase und sollte prinzipiell vermieden werden. Die Optimierung der Mulchauflage beginnt primär bei der Festlegung der Aussaatstärke für die Zwischenfrucht. Eine reduzierte Saatgutmenge bedingt kräftige Einzelpflanzen mit höherem Anteil an beständiger Sprossmasse. Die bestehende geringere Zahl von Pflanzen / m² gewährleistet wiederum eine zügigere Bodenabtrocknung im Frühjahr.

In der Kontrollpraxis sind auch Grenzsituationen hinsichtlich Bedeckung zu bewerten.

Ab einem Bedeckungsgrad von > 5 % Mulch kann angenommen werden, dass acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen dazu dienen einen Zwischenfruchtbestand zu etablieren bzw. durch pfluglose Bodenbearbeitung Vorfruchtreste oberflächennah einzumischen.

Um letztendlich festzustellen ob eine Zwischenfruchtbestellung bzw. pfluglose Bearbeitung erfolgte, gilt es mittels Spatendiagnose den aktuellen Krumentzustand zu analysieren.

2.3 Mulch gibt „Sicherheit“ – Basis für Ausgleichszahlungen und Förderung

Ausgleichsleistungen werden an Gegenleistungen insbesondere Umweltleistungen gekoppelt. Dies erfordert entsprechende Kontrollen zur

- Überprüfung der guten landwirtschaftlichen Praxis (Förderrechts- und Fachrechtskontrollen), von „Run-off Auflagen“ für Flächen > 2 % Gefälle (entlang natürlicher Wasserläufe) und zukünftig der Cross Compliance Regelungen,
- Feststellung der guten fachlichen Praxis im Rahmen der Einzelfallregelung nach § 8 BBodSchG,
- Dokumentationspflicht ab 2005.

Auflagen und Kontrollen bewirken Druck. Auf Dauer sind jedoch Strafandrohung und Sanktionierung ungeeignete Mittel. Ziel muss es sein, Landwirte zu überzeugen damit sie „überzeugte Mulchsäer“ werden. Die Vermittlung von praxiserprobten, flexiblen Konzepten ist dabei unerlässlich.

3. Zwischenfruchtarten und Fruchtfolgeaspekte

3.1 Zwischenfruchtarten – von abfrierend, überwinternd bis stickstoffbindend

Für unterschiedliche Standortansprüche und Aussaatzeiten von Ende Juli bis Ende September stehen geeignete Arten zur Auswahl. Eine immer wiederkehrende Frage lautet: für welche Bedingungen „abfrierende bzw. überwinternde“ Arten?

Vorweg ist festzustellen, dass derzeit verwendbare Arten einen nahezu gleichwertigen Erosionsschutz erbringen.

„Abfrierende“ Arten, die im Spätsommer und Herbst ihr Hauptwachstum erreichen, beenden mit Winterbeginn auf natürliche Weise den Vegetationszyklus und fügen sich in ackerbauliche Konzepte weitgehend ein. Bearbeitungsschritte zur Frühjahrsbearbeitung wie Saatbettbereitung und Saat können weitgehend in gewohnter Weise erfolgen.

Im Vergleich dazu sind „überwinternde“ Arten anders einzuordnen. Ihr Vegetationszyklus beginnt im Frühjahr wieder. Um die erforderliche Pflanzenmasse für den Erosionsschutz und die N-Konservierung zu produzieren benötigen sie eine Wachstumszeit bis Anfang April. Gleichzeitig ist mit dem Herannahen dieses Termins ein abruptes Wachstumsende einzuleiten, d.h. durch Applikation von Glyphosate. Die erforderliche Zeitspanne zum Absterben der Pflanzenmasse wird vor Kulturen wie Mais und Kartoffeln erreicht, die im Frühjahr nach Mitte April bestellt werden.

3.2 Artenwechsel entschärft Fruchtfolgeprobleme

In Fruchtfolgen mit Getreide, Raps und Mais steigt durch den Anbau von Zwischenfrüchten wie Senf, Ölrettich und W.Rübsen der Anteil an Kreuzblütlern. Damit erhöht sich das Kohlhernierisiko (*Plasmiodiophora brassicae*). Bei günstiger Herbstwitterung kann der Erreger an allen Kreuzblütlern, die als Zwischenfrüchte dienen, infektiöse Dauersporen entwickeln. Die Bildung von Dauersporen erfolgt um so rascher, je frohwüchsiger die Art bzw. die Sorte ist. Senf als frohwüchsige Zwischen-

fruchtart ist im Vergleich zu anderen Kreuzblütlern deshalb am stärksten befallsfördernd (Boniturergebnisse von IPZ 3c).

In Fruchtfolgen mit Körnererbsen lautet die Alternative: Zwischenfruchtwechsel! Zur Wahl stehen: Phacelia (Dunkelkeimer), S.Wicken, Hafer (preiswertes Saatgut) u.a. Für die Saat dieser Arten ist zu beachten, dass dazu eine Drilltechnik zur exakten Einbettung in den Boden notwendig ist.

Übersicht 2: Zwischenfruchtarten und Eignungsschwerpunkte

Frost- härte	Arten	Saat- stärke kg/ha	Bestelltermin und mögliche (Saatverfahren)	Anwendung und Besonderheiten
Überwinternde Arten	Winterrübsen*	5 – 15	bis Mitte Sept. (Streuen)	Schwerpunkt: Mulchsaat von Mais und Kartoffeln
	Winterroggen*	ca. 120	bis Ende Sept. (Drillen)	
	Weidelgras	30 – 40	bis Ende Juli (Drillen)	Streifensaart von Mais „Maiswiese“
Abfrierende Arten	Phacelia	12 – 15	bis Mitte Aug. (Drillen)	Geeignet für alle Mulchsaatverfahren
	Senf **	8 – 15	bis Ende Aug. (Streuen)	„Standardzwischenfrucht“ Problem: Fruchtfolgen mit Raps
	Ölrettich**	15 - 30	bis Mitte Sept. (Streuen)	Mindert das Auftreten von Eisenfleckigkeit bei Kartoffel
	Buchweizen	50 - 70	bis Mitte Aug. (Drillen)	Alternativzwischenfrucht
	S. Hafer*	ca. 100	bis Ende Aug. (Drillen)	Alternativzwischenfrucht zu Kreuzblütlern
Abfrierende Leguminosen	S.Wicken	80 – 90	bis Mitte Aug. (Drillen)	Geeignet in allen Fruchtfolgen, auf Böden mit intakter Struktur
	Alexandrinerklee	25 - 30	bis Mitte Aug. (Drillen)	

* Ausgleichsberechtigte Kulturpflanzen (W. Roggen, Hafer, als Ölfrucht zugelassene Rübsen) können in Reinsaat nicht gefördert werden. Eine Mischung mit nichtausgleichsberechtigten Arten (Senf, Gras, Klee, zur Grünnutzung bestimmte Sorten u.a.) ist notwendig.

** Auf Schlägen mit Nematodenbefall sind nematodenresistente Sorten zu empfehlen (zu beachten ist dabei eine frühere Saat und sorgfältige Bodenbearbeitung).

Im Kartoffelbau ist nach Praxiserfahrungen der Ölrettich vorteilhaft, da er das Auftreten von Eisenfleckigkeit in Knollen mindert.

Die Auflistung der Zwischenfrüchte in *Übersicht 2* will neben optimalen Bestellterminen auch auf Saatverfahren mit hoher Schlagkraft verweisen.

3.3 Neues Förderprogramm – weniger Beschränkungen für die Praxis

Das neue Programm „Winterbegrünung“ beschränkt sich lediglich auf die Vorgabe einer Frist (15. Januar), bis zu der eine Bodenbedeckung bestehen muss. Danach kann unterschiedlich verfahren werden, erlaubt sind eine Futternutzung des Frühjahrswachstums bzw. das Einflügen der Pflanzenmassen.

3.4 Mischung von Arten

Arten, die sich in ihren Ansprüchen bzw. Eigenschaften ergänzen, können als Mischung bestellt werden. Beobachtungen auf Praxisfeldern zeigen, dass Mischsaaten von Senf und Winterrüben sich ergänzen, da nach dem Abfrieren von Senf ein „Durchstarten“ von zunächst schwach entwickelten Rübenpflanzen festzustellen ist. Beim Abfrieren der Sprossmasse werden im Zellsaft enthaltene Nährstoffe freigesetzt (in der Fachliteratur als „Leaching-Effekt“ bezeichnet), die erheblichen Verlagerungsrisiken unterliegen. Eine Wiederaufnahme dieser freigesetzten Nährstoffe durch Rüben ist anzunehmen.

4. Bodenbearbeitung zur Zwischenfruchtbestellung

Die (Grund-)Bodenbearbeitung zur Zwischenfruchtbestellung ist primär an den Bearbeitungsansprüchen der nachfolgenden Hauptfrucht zu messen. Zu Sommerfrüchten wie Zuckerrüben oder Kartoffeln lautet somit die zentrale Fragestellung: „wendende“ oder „nichtwendende“ Bearbeitung.

Trotz unterschiedlicher Bearbeitungsprinzipien sind hinsichtlich der **Erosionsschutzwirkung** beide Verfahren gleichzustellen *siehe Übersicht 3*. Die belassene Pflugfurche kann unmittelbar nach der Zwischenfruchtsaat z. B. Ende August hohe Niederschlagsmengen aufnehmen.

Übersicht 3: Wirkungsmechanismen zur Erosionsminderung

Verfahren	Erosionsschutz durch:
Pflug (Sommerfurche)	„Rauhigkeit + Bewuchs“ (besonders auf lehmigen Böden)
Grubber u.a.	„Bedeckung (Stroh) + Bewuchs“

Die termingerechte Zwischenfruchtsaat bedeutet, dass die Bodenbearbeitung um 2 bis 2 1/2 Monate in die wärmere Jahreszeit vorverlegt wird. Dieser Zeitgewinn bewirkt auf Grund einer „verlängerten Bodenruhe“ vor allem eine

- Aktivierung des Bodenlebens mit verbesserter Strohrotte
- Stabilisierung und Regeneration der Bodenstruktur.

4.1 Sommerfurche – intensive Bearbeitung nach Bedarf

Das Pflügen zur Zwischenfruchtbestellung ist weit verbreitet, da es in der Praxis gelungen ist, den Pflug als Grundgerät durch kostengünstige Zusatztechniken wie z. B. Schollencracker und Kleingutstreuer zu einer Bestellkombination umzurüsten.

In größeren Betriebseinheiten besteht der Trend zu einem situationsbezogenen Pflügeinsatz. Situationen die für das Pflügen sprechen, liegen vor bei

- Mulchsaat zu Hackfrüchten auf Intensivstandorten (Insbesondere sandig, schluffige Böden sind auf tiefere Krumenbearbeitung angewiesen),
- erheblicher Spurbelastung nach Ernte, Strohbergung oder Gülleausbringung,
- schlagspezifischen Besonderheiten (nordseitige Exposition, Abtrocknungsrisiken, erhöhte Schädlings-, Unkraut- und Ungrasproblematik),
- betriebsspezifischer Technik- und Zugkraftausstattung (bei mittlerer Zugkraftausstattung hohe Arbeitsqualität beim Pflügen vor allem bei langsamer Bergauffahrt - im Vergleich zu Grubber).

4.2 Pfluglos – intensive Lockerung mit Gerätekombinationen

Nach aktuellem Wissensstand sorgen variierende Bearbeitungsintensitäten bzw. Lockerungstiefen für optimale Struktur- und Gefügeverhältnisse im Krumenraum und damit für höhere Ertragsicherheit. Eine Bearbeitungsstrategie, die ausschließlich an „flacher Krumenbearbeitung“ z. B. < 8 cm festhält, bedingt Störzonen und ungleiche Humusverteilung innerhalb der Gesamtkrume.

Zweistufiges Verfahren

Gängige Praxis ist das zweimalige Grubbern mit zuerst ca. 10 cm und dann 12 –15 cm Arbeitstiefe. Zu beiden Arbeitsgängen wird dieselbe Technik z. B. Kurzgrubber (2-balkig und Werkzeugabstand > 40 cm) verwendet *siehe Übersicht 4, 1. Spalte*. Der Zeit- und Energiebedarf dafür ist vergleichsweise hoch, die Mischqualität wegen breiter Werkzeugabstände suboptimal.

In Verfahren mit neuartiger Technik lautet das Konzept:

- **erster (Vor-)Arbeitsgang:** sehr flach 5 – 8 cm, intensiv mischend, unmittelbar nach der Vorfruchternte mit z. B. Kurzscheibenegge und Packer, bei sehr hoher Arbeitsgeschwindigkeit und mittlerem Energiebedarf,
- **zweiter (Haupt-)Arbeitsgang:** nahezu krumentiefe Lockerung (bis 18 cm) und Stroheinmischung, optimale Krümelung und Rückverfestigung mit z. B. Grubberkombination oder selbstfahrenden Güllegrubber (im allgemeinen kombiniert mit Zwischenfruchtbestellung).

Nach flacher Stroheinmischung (= erster Arbeitsgang) mit z. B. Kurzscheibenegge können für den „**zweiten Arbeitsgang**“ auch Sägrubber bzw. der Kreiselgrubber mit Drilltechnik in dieses Konzept integriert werden, um somit die Auslastung dieser Technik zu steigern.

In der Summe dieser beiden Arbeitsschritte ergibt sich eine sehr effektive Stroheinmischung und Krumenlockerung bei gleichzeitig hoher Schlagkraft.

Einstufiges Verfahren

„Grubber-Scheibeneggen-Kombinationen“ sind in der Lage, Stroheinmischung und krumentiefe Lockerung in einem Arbeitsgang zu erledigen (*unterster Block in Übersicht 4*). Der dafür notwendige Zugkraftbedarf ist sehr hoch.

Übersicht 4: Verfahren und Geräte zur Stoppelbearbeitung im Vergleich

Verfahren	Technikeinsatz		
	1. Arbeitsgang	2. Arbeitsgang	Bewertung
2-stufiges Verfahren	ca. 10 cm Kurzgrubber (2-balkig, Flügelschar)	12 - 15 cm Kurzgrubber (2-balkig, Flügelschar)	Weit verbreitet, rel. arbeitsintensiv
	5 - 8 cm Spatenrollegge, Flachgrubber, Dyna-Drive	12 - 15cm Kurzgrubber (2-balkig, Flügelschar) Schwere Scheibenegge „Güllegrubber“	Günstiges Keimbett für Ausfallsamen, gute Strohverteilung
	5 - 8 cm Kurzscheibenegge, Flachgrubber	bis Krumentiefe (20 cm) Kombigrubber (3-4 balkige Grubber +Mischscheiben+Packer) „Güllegrubber“	Intensive Krumenbearbeitung und Stroheinmischung, effektive Unkrautbekämpfung Hohe Flächenleistung
	”	Sägrubber z. B. mit Gänsefuß- bzw. „Duettschar“ u.a.	Intensive Stroheinmischung Kombinierte Saat „Universaldrilltechnik“
	”	bis krumentiefe (20 cm) Kreiselgrubber mit Flügelschargrubber + Drille	Intensive Krumenbearbeitung und Stroheinmischung (Kombinierte Saat) Hoher Energiebedarf
1-stufiges Verfahren	Grubber – Scheibeneggen – Kombination (3-4 balkig + Kurzscheibenegge + Packer) Tiefgrubber (8-balkig) Spezialgrubber (für Lockerung bis 40 cm)		Krumentiefe Stroheinmischung, intensive Strohrötte eventuell chemische Bekämpfung von Ausfallsamen Hoher Zugkraftbedarf

5. Gülle- und Zwischenfruchtmanagement

Nach Aberntung der Hauptfrucht darf Gülle nur zur Zwischenfrucht, Strohrötte oder Herbstsaat (z. B. Winterraps, Wintergerste u.ä.) ausgebracht werden.

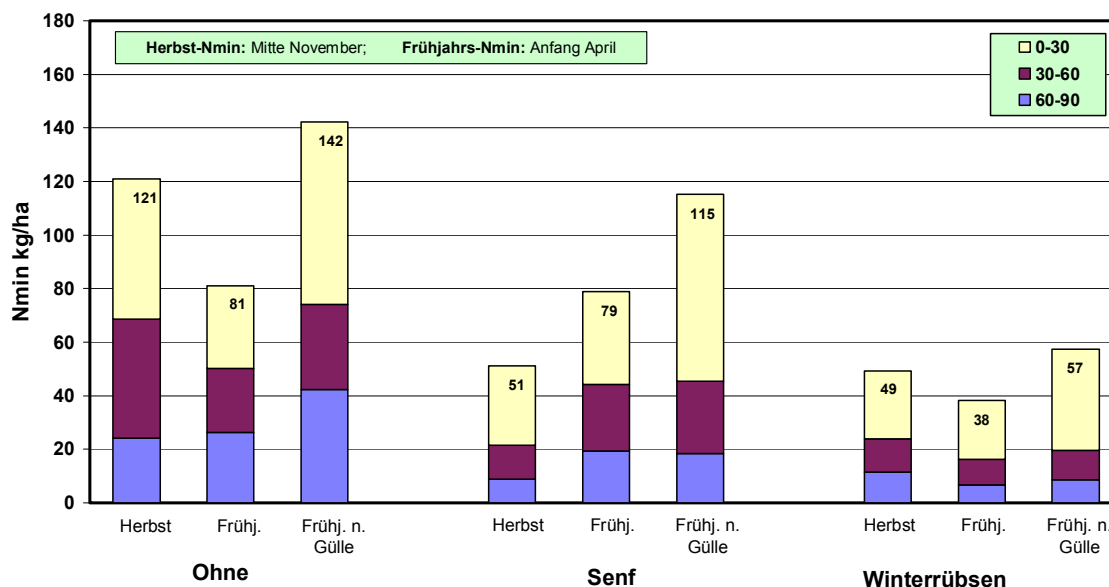


Abb.: 1: Nmin-Verlauf bei verschiedenen Zwischenfrüchten im Herbst 1998 bis 2001 sowie Frühjahr 1999 ohne und nach Güllegabe (Ergebnisse von IAB2b, LfL)

Zwischenfrüchte, die dem Erosionsschutz dienen, müssen ausreichend Sprossmasse bilden. Der dazu notwendige Nährstoffbedarf kann auch aus Wirtschaftsdüngern umweltschonend gedeckt werden. Die Gülleausbringung im Rahmen der Stoppelbearbeitung unterliegt zwei wichtigen Anforderungen:

- Minderung von Ammoniak- und Geruchsemissionen (lt. Düngeverordnung durch unverzügliche Einarbeitung) und
- Begrenzung der Ausbringmenge (lt. Düngeverordnung sind Güllegaben im Herbst zur Zwischenfrucht auf 40 kg/ha NH₄-N bzw. 80 kg/ha Ges.-N zu begrenzen).

Leistungsfähige selbstfahrende Güllegrubber erzielen eine sofortige Einarbeitung bei entsprechender Krumenlockerung und gleichzeitiger Zwischenfruchtsaat.

Nach der „Gülle-Sperrfrist“ (vom 15. Nov. bis 15. Jan.) sollte Gülle möglichst nah an den Zeitpunkt des Stickstoffbedarfs einer Kultur (z. B. Mais) ausgebracht werden. Auf Mulchflächen mit überwinterten Zwischenfrüchten kann auch zu einem früheren Zeitpunkt Gülle (ohne Einarbeitung) verwertet werden, denn mit beginnender Vegetation wird Stickstoff aufgenommen (siehe Abb. 1 Nmin-Verlauf bei Winterrüben nach Güllegaben im Zeitraum Februar - März).

6. Mulchsaat von Hauptfrüchten – Sommerungen

6.1 Mulchsaat von Zuckerrüben bzw. Mais (mit oder ohne Saatbettbereitung)

Vor der Mulchsaat dieser Hauptfrüchte wird dem Landwirt nochmals eine grundsätzliche Entscheidung abverlangt, nämlich ob eine Saatbettbearbeitung notwendig ist, um den Feldaufgang zu sichern oder zu Gunsten eines besseren Erosionsschutzes darauf verzichtet werden kann.

Aspekte wie starke Verkrustung nach ergiebigen Winterniederschlägen oder unzureichende Krumeneinebnung sowie Schneckenprobleme sprechen für eine Saatbettbereitung mit Kreiselegge. Im Rübenanbau ist jedoch zu beachten, dass die mit der Saatbettbereitung verbundene mechanische Unkrautbe

kämpfung nur Teilwirkungen erzielt und deshalb eine Vorsaatbehandlung gegen Altunkräuter unerlässlich ist (siehe Übersicht 5).

Übersicht 5: Bewertungshinweise zur Mulchsaat mit oder ohne Saatbettbereitung

Mulchsaat von:	Bodenart	Mulchsaat		Bemerkungen
		mit Saatbettbereitung	ohne	
Zucker- rüben	uS sIU	+++ +(+)	0 +++	bei Verschlämmung - Saatbettbereitung mit Kreiselegge (flache Einstellung) allgemeine Vorsaatbehandlung gegen Unkräuter
Mais	uS sIU IT	+++ +++ ++(+)	(+) +++ +(+)	Sehr üppige Mulchdecke (DG >50 %) flach bearbeiten; Unterfußdüngung! Fahrspuren ev. separat bearbeiten
Sommer- getreide u.a.	uS sIU IT	Saatbettbereitung durch Drilltechnik		Einsatz von Universaldrillmaschinen mit hoher Mulchsaattauglichkeit

Steht der Erosionsschutz eines Schlages im Vordergrund, dann sollte Mulchsaat ohne Saatbettbereitung durchgeführt werden. Diese Einsatzbedingungen begründen die Anforderungen an die Mulchsaattechnik; im Einzelnen sind dies:

- Druckübertragung auf die Einzelaggregate, um bei leichter Krustenausbildung die Sätiefe zu halten,
- großvolumige Tasträder in Kombination mit Scheibenscharen und Zustreicherrollen für exakte Saatguteinbettung,
- Strohräumsterne bei dichter Mulchauflage und Scheibensech als Düngereinleger.

Moderne pneumatische Säegeräte sind in der Lage das Saatgut sowohl von Zuckerrüben, wie auch Mais, Ackerbohnen, Erbsen, Sonnenblumen u.a. zu säen. Durch die vielseitige Verwendung können höhere Auslastungen erreicht werden.

Verengung der Reihenabstände bei Mais – Mehrerträge nur in Einzeljahren

Die erneut aufkeimende Diskussion über Reihenweiten und Standraumoptimierung bei Mais basiert auf folgenden Entwicklungen:

- zunehmender Einsatz von Häckslern und Mähdreschern mit reihenunabhängig arbeitenden Aufnahmewerkzeugen,
- erweiterter Einsatz von mulchsaattauglichen Universaldrillmaschinen über die Getreidebestellung hinaus zur Maissaat (zum Zweck höherer Auslastung). Durch das Schließen von „Särohren“ können für Mais Reihenweiten zwischen 30 - 60 cm angelegt werden.

Eine Minderung der Erosion durch Reihenverengung ist nicht zu erwarten, da die Anzahl von Maispflanzen / m² nicht erhöht wird. Bisher gewonnene Ergebnisse weisen nur in Einzeljahren auf Mehrerträge bei engeren Reihenabständen hin. In der Gegenüberstellung von wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung zeigen sich keine gesicherten Ertragsunterschiede (siehe Abbildung 2). Voraussetzung ist jedoch eine sorgfältige Grubberbearbeitung mit moderner Technik.

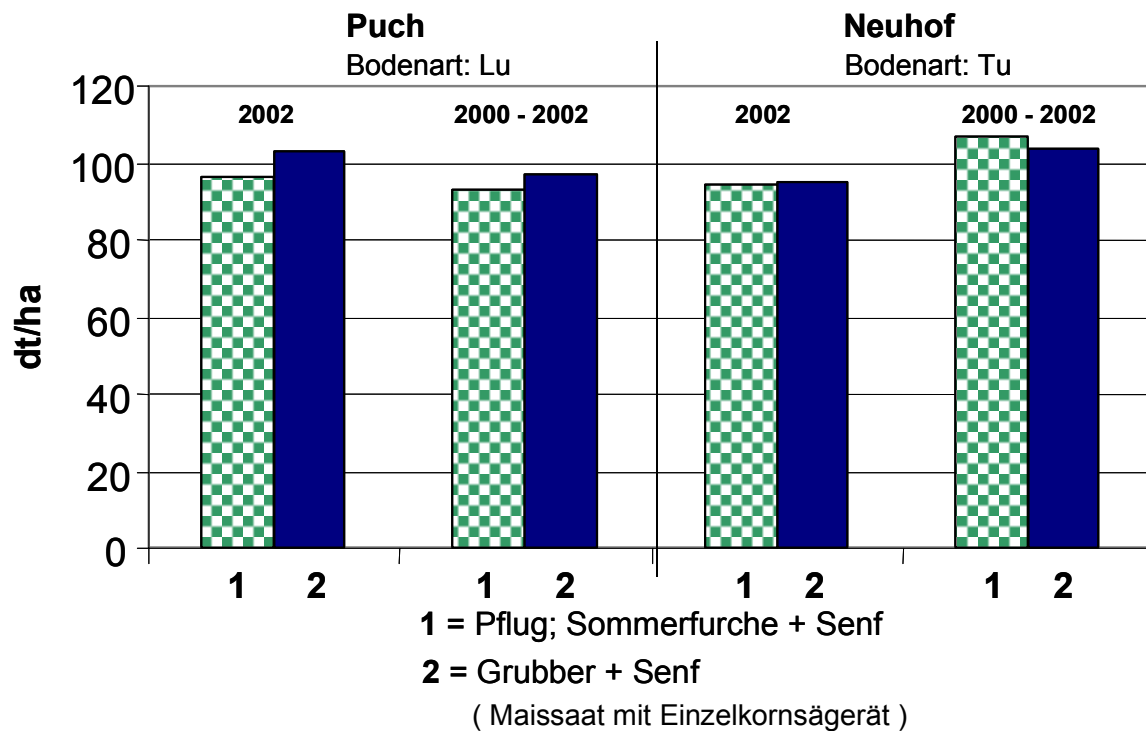


Abb. 2: Körnermaisenerträge bei wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung (eigene Ergebnisse)

6.2 Mulchpflanzung von Kartoffeln

Mulch in Kartoffeln mindert neben der Flächen- vor allem die Dammlankenerosion. Aus dieser Sicht dient Mulch dem Aufbau stabiler Dämme. Für die Mulchpflanzung stehen zwei Wege offen:

Mulcheinarbeitung im Frühjahr:

Die Mulchbereitung verläuft hier ebenso wie in Mais oder Zuckerrüben. Als Zwischenfrüchte eignen sich abfrierende (Senf) wie auch überwinternde (Wi.Rübsen) Arten. Beim Kartoffellegen wird durch die Legetechnik (Hohlscheiben) das Mulchmaterial in den Damm eingemischt. Weitere Maßnahmen zur Dammpflege, z. B. mittels Dammräse führen zur wiederholten Einarbeitung des Mulchmaterials.

Anlage von „begrüntem“ Winterdämmen:

Im Spätsommer erfolgt gleichzeitig mit der Anlage der (Winter-)Dämme eine Zwischenfruchtsaat auf die vorgeformten Dämme.

Die Pflanz- und Pflegemaßnahmen können mit üblicher Technik erfolgen.

Bei sehr üppiger Zwischenfruchtentwicklung (z. B. Winterrübsen), können im Frühjahr beim Kartoffellegen Risiken durch erheblich verzögerte Bodenabtrocnung in den Dämmen entstehen.

7. Mulchsaat von Hauptfrüchten – Winterungen

Mulchsaat von Winterungen z. B. Winterraps, Triticale und Winterweizen bedeutet ein Saatbett mit Vorfruchtresten vorzubereiten. Neben einer sorgfältigen Strohverteilung und –einmischung in die Krume kommt es insbesondere auf eine ausreichende Bodenkrümelung und Rückverfestigung an. In

kritischen Situationen wie starke Spurbelastung, infektionsfördernde Vorfrüchte (Fusarien, u.a.) sind traditionelle Verfahren wie wendende Bodenbearbeitung suboptimalen Alternativen vorzuziehen.

7.1 Mulchsaat von Winterraps – Intensive Stroheinmischung und exakte Saat

Zur Mulchsaat von Winterraps ist ein hohes Bearbeitungsniveau erforderlich, da sich so sicherstellen lässt, dass 30 – 70 gesäte Körner / m² optimal eingebettet werden und gleichmäßig keimen können. Die in Abschnitt 4.2 und *Übersicht 4* dargelegten Grundsätze zur Stroheinmischung und Krumenlockerung können hier ebenso angewandt werden.

Im Winterraps können Mulchsaatverfahren das Ertragsniveau von (optimierten) betriebsüblichen Verfahren erreichen bzw. übertreffen, wenn

- die Stroheinmischung in zwei Arbeitsgängen erfolgt (siehe Abbildung 3), wobei im 2. Bearbeitungsgang die Krumenlockerung tiefer greift und Nachläufer eine gute Krümelung und Rückverfestigung hinterlassen,
- die Saat mit mulchsaattauglichen modernen Schartechniken z. B. Universaldrillmaschinen erfolgt.

Neben den Ertragswerten bestätigen pflanzenbauliche Parameter wie Feldaufgang und Jugendentwicklung eine weitgehende Gleichwertigkeit von konventionellen und konservierenden Bestellverfahren.

Bei stark reduzierter Bodenbearbeitung (1 x Grubber) führen vor allem eine unzureichende Strohverteilung sowie ein Mangel an Feinerde zu Pflanzenverlusten und Entwicklungsstörungen. Erhebliche Mindererträge sind die Folge (siehe Abbildung 3).

Bei pflugloser Rapssaat sind neben der „Mulchsaatbettbereitung“ auch die Stickstoffversorgung (Stickstoffausgleich für Strohrotte) mit zu berücksichtigen.

7.2 Mulchsaat von Winterweizen – gute Chancen nach Vorfrucht Winterraps!

Pfluglose Winterweizensaat nach Vorfrucht Winterraps gilt als „Einstiegsmodell“ in die mulchende Bodenbewirtschaftung (*siehe Übersicht 6*). Das stark zerkleinerte Rapsstroh kann auch mit traditioneller Grubbertechnik eingemischt werden. Bis zur Aussaat von Winterweizen verrottet das brüchige Rapsstroh weitgehend, während gröbere Stängelteile auf der Bodenoberfläche verbleiben. Von diesen Resten sind bei Sämaschinen mit Scheiben- bzw. Grubberscharen keine Störungen zu erwarten.

Eine Analyse ertragsbildender Faktoren wie Keimpflanzen bzw. ährentragende Halme lässt erkennen, dass die Bestandesetablierung ohne Mängel erfolgt.

Drillmaschinen mit „starrten“ Säscharen erreichen Ertragsergebnisse, die betriebsüblich optimierten Bestellsystemen gleichkommen. Wegen geringerer Energie- und Verschleißkosten sowie hoher Schlagkraft gewinnen sie erheblich an Aktualität.

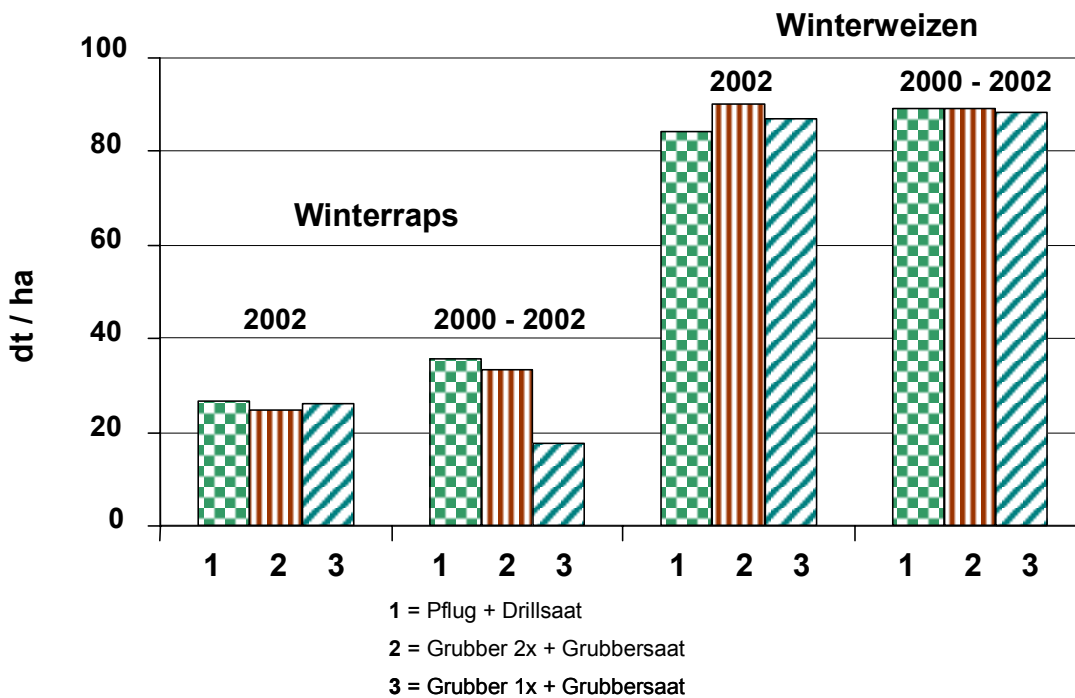


Abb.:3: Vergleich von Drill- und Grubbersaat am Standort Puch. Bei der Grubbersaat werden Erträge von Raps und Weizen nach ein- und zweistufiger Stoppelbearbeitung dargestellt.

7.3 Winterweizen nach Vorfrucht Mais – Mykotoxinbelastung im Erntegut

Nach Vorfrucht Mais und pflugloser Bestellung von Winterweizen können Fusarieninfektionen verstärkt auftreten und zu höheren Toxingehalten (DON = Deoxynivalenol) im Erntegut führen. Beratungsaussagen zur Eindämmung von Fusarien zielen auf Vorbeugung durch intensive Stängelzerkleinerung und Bodenhygiene.

Unter diesen Bedingungen entzieht eine gesteigerte Rotte des Maisstrohes der Inokulumbildung den „Nährboden“. Somit ist im Folgejahr bis zur Weizenblüte die Infektionsfaher erheblich eingedämmt. Auf diesem Weg wird ebenso die Maiszünslerpopulation dezimiert, da ein Überwinter und Schlüpfen des Zünslers erschwert wird.

7.4 Mulchsaat von Triticale – Winterweizendurchwuchs spielt keine Rolle

Bei pfluglos bestellter Wintergerste bereitet Winterweizendurchwuchs erhebliche Ernteprobleme. Aus diesem Grund wird im Rahmen konsequent pflugloser Bestellung Wintergerste von Triticale als Futtermittel abgelöst. In Triticale bedeutet aufwachsender Ausfallweizen ein geringeres Problem, da er nahezu zeitgleich mit Triticale abreift und mitgeerntet werden kann. Ebenso zeigt das ansonsten bei Mulchsaat vorherrschende Strohproblem bei Triticale kaum Auswirkungen. Primär verantwortlich ist dafür das größere Zeitfenster für Strohrotte sowie natürliche Krümelbildung im Oberboden. Angerottetes und deshalb brüchiges Stroh kann besser mit Boden vermischt werden, sodass günstige Saatbettverhältnisse vorherrschen. Neben diesen Effekten sorgen i.d.R. auch häufiger fallende Herbstniederschläge für eine gleichmäßige Keimung.

Übersicht 6: Bewertungshinweise zur Mulchsaat von Winterungen

Mulchsaat von Winterungen nach verschiedenen Vorfrüchten	Wertung	Bemerkungen
W.Raps nach Vorfrucht: <ul style="list-style-type: none"> •W.Gerste /So.Gerste •W.Weizen/Triticale 	+++ (++)	Strohprobleme nach später Weizenernte
W.Gerste nach Vorfrucht: <ul style="list-style-type: none"> •W.Weizen/Triticale 	0	Fremdgetreidedurchwuchs
Triticale nach Vorfrucht: <ul style="list-style-type: none"> •W.Weizen/Triticale 	++(+)	Wiederholte Stoppelbearbeitung fördert die Strohrotte und Krümelung
W.Weizen nach Vorfrucht: <ul style="list-style-type: none"> •W.Raps •Leguminosen •So.Blumen •W.Weizen •Kartoffeln, Zuckerrüben •Zuckerrüben (nass gerodet) •Silomais •Körnermais 	+++ +++ +++ 0 +++ --- 0 0	Ungrasprobleme, Pilzkrankheiten zu Winterweizensaat - Pflugbearbeitung Probleme: Fusarien, Maiszünsler => Bodenhygiene, Strohzerkleinerung

8. Bilanz - Mulchsaat ein Erfolgsmodell

8.1 Mulch leistet umfassenden Widerstand gegen Erosion

Beobachtungen an verschiedenen „Erosionsorten“ belegen, dass bei ausreichender (ca. 30% DG) Mulchauflage Niederschlagsmengen bis ca. 50 mm infiltriert werden, ohne dass dabei schädliche Bodenveränderungen einhergehen

Mulchauflagen ohne Eingriffe zur Saat (*siehe Übersicht 7*) können Niederschlagsereignissen über 50 mm widerstehen (eine gelungene Mulchsaat ohne Saatbettbereitung hielt 120 mm Niederschlag stand; Rottal 2001). Zum Erosionsschutz tragen wesentlich Pflanzenreste bei, die als Geflecht die Oberfläche abschirmen sowie funktionsfähige Bioporen welche die Wasserinfiltration aufrecht erhalten.

Oberflächenabfluss mit geringer Sedimentfracht

Bei starkem Dauerregen (an Erosionsmessstellen wurden Abflussquoten von 50 % und darüber registriert) kann eine sehr dichte Bedeckung aus Mulch und Pflanzenbewuchs das Abfließen von Niederschlag nicht verhindern, jedoch ist unter solchen Bedingungen der Sedimentaustrag minimal, d.h. es fließt nahezu klares Wasser ab.

Übersicht 7: Niederschlagsintensität und Erosionsanfälligkeit bei Normal- und Mulchsaat mit bzw. ohne Saatbettbereitung

Niederschlagsintensität Bestellverfahren	bis 15 mm	bis 30 mm	bis 50 mm	> 50 mm
Normalsaat	Keine Probleme	Verschlämmung mit Flächen-, Spur- und Rinnenerosion	Starke Flächen-, Rinnen- und Grabenerosion (Verlagerung > 100 t/ha)	
Mulchsaat mit Saatbettbereitung (ca. 30 % DG, zur Saatzeit)	Keine Probleme	Beginnende Verschlämmung mit einsetzender Erosion in Spuren	Verschlämmung mit Flächenerosion	Starke Flächen- und Rinnenerosion
Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (direktsaatähnlich)	Keine Probleme Weitgehende Infiltration Bei starker Strohaufgabe: Niederschlagsbindung am Stroh bis 5 mm			Mittlere Erosion in Fahrspuren und Mulden*, starker Oberflächenabfluss

*ohne Fremdwasserzufluss

8.2 Mulchsaat sichert Kostenvorteile und Bodenfruchtbarkeit

Betriebs- wie auch Versuchsergebnisse belegen unter Berücksichtigung optimierter Bedingungen weitgehend Ertragsgleichheit zwischen Normal- und Mulchsaat. Aus dieser Sicht führen vor allem Einspareffekte (Energie, Arbeitszeit und Düngung) und nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit zu Kostenvorteilen der Mulchsaat.

Folgende Effekte sind besonders herauszustellen:

- Stabilisierung der Bodenstruktur durch verlängerte Bearbeitungspausen und allgemein reduzierter Bearbeitungsintensität,
- Optimierung des Wasserhaushaltes durch organische Bodensubstanz (OSB)
- Konservierung von Nährstoffen (ca. 30 kg N/ha),
- Schonung des Bodenlebens (durch Bodenruhe) und Aufwertung der Humusbilanz,
- Verbesserung der Bodenbefahrbarkeit und der Bodenabsiebung z. B. bei Rüben.

Energiesparende Effekte lassen sich dadurch erzielen, dass bei in der Regel trockeneren Bodenverhältnissen Bearbeitungsschritte effizienter z. B. mit vermindertem Radschlupf ausgeführt werden.

8.3 Erosionsminderung durch Graben- und Straßenpflege

Gräben entlang von Straßen und Wegen besitzen ein begrenztes Fassungsvermögen. Zufließendes Wasser potenziert das Erosionsgeschehen. Befindet sich im Weiteren im Talsohlenbereich ein Feldweg mit im Vergleich zur Ackeroberfläche abgesenktem Niveau, so fungiert ein solcher Weg als beschleunigende Abflussrinne ohne geringste Sedimentationsmöglichkeiten für Bodenmaterial.

Um Erosion auf Ackerflächen durch Fremdwasserzufluss zu unterbinden, ist sowohl eine optimale Dimensionierung von Gräben (Abflussmulden) wie auch eine regelmäßige Räumung erforderlich.

9. Schlussfolgerung

Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche und Bewuchs mindern in entscheidender Weise die Bodenerosion. Auf Ackerflächen unterliegt die Bodenbedeckung ständig Veränderungen und kann insbesondere nach einer Neuansaat gänzlich fehlen. Die Bedeckung der Bodenoberfläche wird damit zu einem wichtigen Kriterium der guten fachlichen Praxis.

Zu Sommerungen wie Mais, Zuckerrübe, Kartoffel setzt die Mulchsaat den gezielten Anbau von Zwischenfrüchten voraus. In Fruchtfolgen mit Körnerraps sollte vorbeugend gegen Kohlrernie (*Plasmodiophora brassicae*) auf Kreuzblütler als Zwischenfrüchte verzichtet werden. Ein angepasstes und erweitertes Zwischenfruchtspektrum trägt dazu bei, fruchtfolgebedingte Krankheiten bzw. Anbaurisiken bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu mindern. Für die Bestellung von Alternativzwischenfrüchten wie Phacelia, Wicken u.a. sind Universaldrillmaschinen vorteilhaft.

Die Mulchsaat zu Winterungen wie Winterraps, Wintergerste einschließlich Winterweizen basiert auf der pfluglosen Bodenbearbeitung, um Vorfruchtreste oberflächennah einzumischen und die Bearbeitungsintensität zu vermindern. Die Schlüsseltechnik dazu bilden mulchsaattaugliche Universaldrillmaschinen mit exakt einbettender Schartechnik.

Da Schlaggrenzen, insbesondere Ranken und Pufferzonen häufig als Relikte bestehen, erstrecken sich große Erosionsereignisse über Gewanne hinweg. Damit Abflussereignisse eingedämmt werden können, sind vielfältige Strukturelemente in der Landschaft zu erhalten bzw. zu erneuern.

Damit Fremdwasserabfluss von versiegelten Flächen, keine zusätzlichen Erosionsschäden auf Ackerflächen verursachen, sind Gräben regelmäßig zu pflegen.

Erst das stetige Aktivieren aller „Schutzmechanismen“ gegen die Erosion wird dem hohen Anspruch nachhaltiger Bodennutzung gerecht.

10. Literatur

Sommer, C. (1998): Konservierende Bodenbearbeitung – ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. Landbauforschung Völkenrode SH 191, 128 S.

Kreitmayr, J. Gute fachliche Praxis der Bodenbearbeitung, Bodenkultur und Pflanzenbau. Sonderheft 2/00.

KTBL-Arbeitsblatt 0236 Definition und Einordnung von Verfahren der Bodenbearbeitung und Bestellung (1993).

KTBL-Arbeitspapier 266 Bodenbearbeitung und Bodenschutz (1998)

Interne Ergebnisse:

Versuchsergebnisse aus Bayern (2002): Heft Bodenbearbeitung, Erosionsschutz, Humuswirtschaft.

Aigner, A. (2003): Anfälligkeit von Zwischenfrüchten gegenüber Kohlternie, Intranet.

Neue Landwirtschaft (NL): Sonderheft 2003, Konservierende Bodenbearbeitung.

Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm – Teil A – Umsetzung der Verordnung EG, Nr. 1257/99.

Adresse:

Josef Kreitmayr

Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Lange Point 12

85354 Freising

E-Mail: Josef.Kreitmayr@LfL.Bayern.de