



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Zwischenfruchtbau und Mulchsaat als Erosionsschutz

**3. Kulturlandschaftstag am 1.04.2004
in Landshut-Schönbrunn
des Institutes für Agrarökologie,
Ökologischen Landbau und Bodenschutz**

Tagungsband



Schriftenreihe

2

2004

ISSN 1611-4159

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising,
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Abteilung Information, Wissensmanagement, SG Öffentlichkeitsarbeit
und Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
e-Mail: IAB@LfL.bayern.de

Text: Josef Kreitmayr, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Satz: Renate Steigerwald, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Druck: Druckhaus Kastner

© LfL

Die Beiträge in dieser Schriftenreihe geben die Meinung des Autors wieder.



Zwischenfruchtbau und Mulchsaat als Erosionsschutz

3. Kulturlandschaftstag am 1.04.2004
in Landshut-Schönbrunn
des Institutes für Agrarökologie,
Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Tagungsband

Schriftenreihe der
Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Seite

Begrüßung

Dr. Joachim Frey, Agrarzentrum Schönbrunn.....7

Einführung und Verleihung des VDLUFA-Zertifikats „Betrieb der umweltgerechten Landwirtschaft“

Rudolf Rippel, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz.....8

Aktuelle acker- und pflanzenbauliche Aspekte des Zwischenfruchtbaues und der Mulchsaat

Josef Kreitmayr, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz.....12

Förderung von Maschinen und Geräten für die Mulchsaat

Manfred Pusch, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten29

Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat im Marktfruchtbau – Erfahrungen aus der Praxis

Wolfgang Schönleben, Landwirtschaftsverwaltung bei Graf zu Toerring-Jettenbach.....30

Maschinen zur Zwischenfrucht- und Mulchsaat

Josef Kreitmayr, Christian Beckmann.....39

Anhang 1: Wie stark ist die Bodenerosion auf meinen Feldern?.....49

Anhang 2: Bestimmung der erosionswirksamen Hangneigung und Hanglänge.....57

Anhang 3: Hangneigungsmesser.....59

Rudolf Rippel, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschut

Begrüßung

Dr. Hans-Joachim Frey

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Agrarbildungszentrum, eine Einrichtung des Bezirks Niederbayern ist stolz darauf, dass die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, das Institut für Agrarökologie, ökologischen Landbau und Bodenschutz, ihre Fachtagung zum Thema „Erosionsschutz durch Zwischenfruchtbau und Mulchsaat“ heute in Schönbrunn abhält.

Gerne haben wir dafür Versuchsfeldflächen bereit gestellt sowie unsere Landmaschinenschule mit ihren Lehrkräften, damit in diesem Seminar für die Landwirte viel praktisches Wissen dargelegt werden kann.

Das Problem von Wind- und Wassererosion wird immer wichtiger, gilt es doch den wichtigsten Produktionsfaktor für die Landwirte, den Boden vor Erosionen zu schützen. Es dürfte unstrittig sein, dass die Mulchsaat und der Zwischenfruchtbau eine höhere biologische Aktivität des Bodens mit sich bringt, die Bodenstruktur und die Nährstoffnachlieferung verbessert sowie der Grundwasserschutz durch Nitratbindung positiv beeinflusst wird, um nur einige wichtige Punkte zu nennen.

Ich wünsche mir, dass diese Veranstaltung den praktizierenden Landwirten viele wichtige Hinweise gibt, hinsichtlich der Anwendung der Mulchsaat bei Direktsaat oder den Zwischenfruchtbau bei ganzflächiger Bodenbearbeitung. Ziel muss es sein, den Boden vor Erosion zu schützen, um möglichst viel guten Boden für die nächste Generation zu erhalten.

Adresse:

Dr. Hans-Joachim Frey
Direktor Agrarbildungszentrums Landshut-Schönbrunn
Am Lurzenhof 3
84036 Landshut
E-Mail: frey@.fh-Landshut.de

Einführung und Verleihung des VDLUFA-Zertifikats „Betrieb der umweltgerechten Landwirtschaft“

Rudolf Rippel

Etwa die Hälfte der bayerischen Bodenoberfläche wird landwirtschaftlich genutzt. Diese Flächen stellen einen wesentlichen Teil der Kulturlandschaft dar. Neben der Funktion als Standort für die landwirtschaftliche Produktion erfüllen diese Flächen viele weitere Funktionen. Eine intakte Kulturlandschaft dient u. a.

- als Filter, Puffer und Reaktor für Stoffabbau-, -ausgleichs- und -aufbauvorgänge und damit z. B. für die Neubildung von Grundwasser und Oberflächengewässer, für die Produktion von Sauerstoff und als CO₂-Senke,
- als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, sie ist damit u. a. von Bedeutung für die Erhaltung und für ein ausgeglichenes Miteinander der Arten,
- als Produktionsstätte für Rohstoffe, Nahrungs- und Futtermittel für den Landwirt, den Förster und den Jäger
- als Raum für Sport, Entspannung und Erholung
- und damit letztlich als Lebensraum für den Menschen.

All diese Funktionen sind wichtig und stehen in einem Konkurrenzverhältnis zu einander. Das Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz sieht es als seine Aufgabe an, das notwendige Wissen für eine erfolgreiche Landwirtschaft zu erarbeiten, bei der die übrigen Funktionen der Kulturlandschaft beachtet und in ausreichendem Maße ermöglicht werden.

Der jährlich stattfindende Kulturlandschaftstag bietet ein Diskussionsforum für diese Themen. Der Kulturlandschaftstag 2004 ist dem Thema „Erosionsschutz durch Zwischenfruchtbau und Mulchsaat“ gewidmet. Hierzu begrüße ich Sie alle sehr herzlich.

Aus verschiedenen Gründen ist es heute für die Stellung des Landwirts in der Gesellschaft wichtig, seine Leistungen für die Kulturlandschaft, man kann auch sagen für die Umwelt, darzustellen und zu dokumentieren.

Der Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), dem auch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft angehört, bietet deshalb seit kurzem ein von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft entwickeltes Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben unter dem Namen *Umweltsicherungssystem Landwirtschaft* (USL) bundesweit an.

In Bayern haben sich im vergangenen Jahr Landwirte im Rahmen eines Forschungsvorhabens diesem Verfahren unterzogen. Für die Überreichung der Zertifikate ist ein passenderer Rahmen als der Kulturlandschaftstag nicht denkbar.

Damit Sie den Wert des Zertifikats annähernd beurteilen können, soll das Umweltsicherungssystem Landwirtschaft hier kurz beschrieben werden.

Mit derzeit 17 Kriterien werden alle wesentlichen von der Landwirtschaft ausgehenden Umwelteinflüsse erfasst und bewertet:

- Stickstoff-, Phosphat-, Kali- und Humus-Saldo,
- Ammoniak-Emission,
- Boden-pH-Klasse,
- Bodenerosions- und -verdichtungsgefährdung,
- Pflanzenschutzintensität und Integrierter Pflanzenschutz, Anteil an ökologisch und landeskulturell bedeutsamen Flächen,
- Kulturartendiversität,
- Feldgröße,
- Energie-Input Pflanzenbau,
- Energiesalden für Betrieb, Pflanzenbau und Tierhaltung.

Die Bewertung erfolgt anhand festgelegter Toleranzbereiche und ist darauf gerichtet, unvermeidliche Einwirkungen auf die Umwelt von vermeidbaren Umweltbelastungen zu trennen.

Die Vorteile für den Landwirt lassen sich in sechs Punkten zusammenfassen:

- Erkennen vermeidbarer Schwachstellen und deren Ursachen,
- Umweltentlastung durch Optimierung von Verfahren und Maßnahmen,
- Kostensenkung durch Effizienzverbesserung,
- Vorteile am Markt durch Erlangung des USL-Zertifikates,
- Verbesserte Position gegenüber pauschalen Vorwürfen,
- Vermeidung weiterer staatlicher Reglementierung durch effiziente Eigenkontrolle.

Die Landwirte, die sich dieser Überprüfung stellen, müssen hierfür zunächst finanzielle Vorleistungen erbringen. Sie können nach erfolgreichem Verlauf nachweisen, dass sie nachhaltig wirtschaften und damit alle Funktionen der Kulturlandschaft im Sinne der Gesellschaft bewahren.

Ich freue mich, heute den ersten vier Landwirten aus Bayern dieses Zertifikat überreichen zu dürfen.

Ich gratuliere zu diesem Erfolg (in alphabetischer Reihe) den Betriebsleitern

Herrn Hans Georg Andrae, Gut Sulz, Münster (Schwaben),

Herrn Konrad Offenberger, Paunzhausen (Oberbayern),

Herrn Gerhard Sack, Ködnitz (Oberfranken) und

Herrn Ludwig Spanner, Essenbach (Niederbayern).

Alle vier haben darüber hinaus dazu beigetragen, dass letzte Verbesserungen an dem Zertifizierungssystem durchgeführt werden konnten. Dafür bedanke ich mich im Namen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und wünsche Ihnen auf Ihrem Weg einer nachhaltigen Landwirtschaft weiterhin viel Erfolg.

Mit der Überreichung des Zertifikats möchte die LfL auch auf diese Möglichkeit der Betriebsauditierung hinweisen. Näheres kann im Internet unter „www.tll.de/kul/kul_idx.htm“ abgerufen werden. Auskünfte erhalten Sie auch von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Ansprechpartner: Herr Ulrich Hege, Tel. 08161/71-4104).

Ein wesentliches Kriterium bei der Betriebszertifizierung sind die Maßnahmen des Betriebs, mit denen er die Ackerflächen vor Erosion schützt. Die größte Bedrohung bayerischer ackerbaulich genutzter Böden geht nämlich von der Erosion durch Wasser aus. Sie kann eine Reihe von Bodenfunktionen beeinträchtigen, insbesondere durch

- Verlust an durchwurzelbarer Bodensubstanz und damit vermindertes Wasserspeicher-, Filter- und Puffervermögen,
- Verarmung des Bodens an Humus und Pflanzennährstoffen,
- Wegspülen von Saatgut, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln vom Ausbringungsort und Ablagerung an unerwünschter Stelle,
- erschwertes Befahren der Äcker durch tiefe Erosionsrinnen oder Auflandungen,
- Minderung der Ertragsfähigkeit und Erträge.

Andere Bestandteile des Naturhaushaltes oder der Siedlungs- und Verkehrsflächen werden zum Teil erheblich beeinträchtigt durch Einträge von Boden und darin enthaltene Pflanzenschutzmittel und Pflanzennährstoffe.

In den seit 1998 entstandenen Rechtsvorschriften zum Bodenschutz werden konkrete Vorgaben zum Schutz des Bodens vor Erosion gemacht.

In Bayern ist die hierfür zuständige Behörde die Kreisverwaltungsbehörde, also das Landratsamt bzw. die Kreisfreie Stadt. Bei Fragen, welche die landwirtschaftliche Bodennutzung betreffen, entscheidet die Kreisverwaltungsbehörde im Einvernehmen mit dem Landwirtschaftsamt.

Nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz ist es Aufgabe des Landwirtschaftsamtes, die Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu vermitteln, der Landwirt ist gehalten, diese Grundsätze anzuwenden. Zu diesen Grundsätzen gehören die anzulegenden Maßstäbe und die hierfür notwendigen und geeigneten Maßnahmen.

Den Maßstab für die gute fachliche Praxis im Erosionsschutz gibt in Bayern die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) vor. Der Bodenabtrag soll möglichst klein sein, er soll in Abhängigkeit von der Gründigkeit des Standortes nicht über einem Wert von $\langle \text{Ackerzahl} / 8 \rangle \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ liegen.

Zur Ermittlung des konkreten Bodenabtrags auf einem Feldstück gibt es heute verschiedene Instrumente. Eines davon finden Sie im Anhang des Tagungsbands.

Zu den geeigneten Maßnahmen gehören z. B. Querbewirtschaftung, ausreichende Kalk- und Humusversorgung, Vermeiden von Schadverdichtungen, die fruchtartenspezifisch richtige Standortwahl, reduzierte Bodenbearbeitung, raues Saatbett, verbleibende Ernterückstände auf der Bodenoberfläche, Zwischenfruchtbau, Mulchsaat, Hangunterteilung durch Querstreifen (Wintergerste, Grünland, Hecke,...).

Das wirksamste Mittel gegen Bodenerosion auf Ackerflächen ist die möglichst dauerhafte Bedeckung des Bodens. Sie lässt sich in der Praxis am besten durch Zwischenfrucht und Mulchsaat erreichen. Ein Beispiel mag dies verdeutlichen (Abbildung 1).

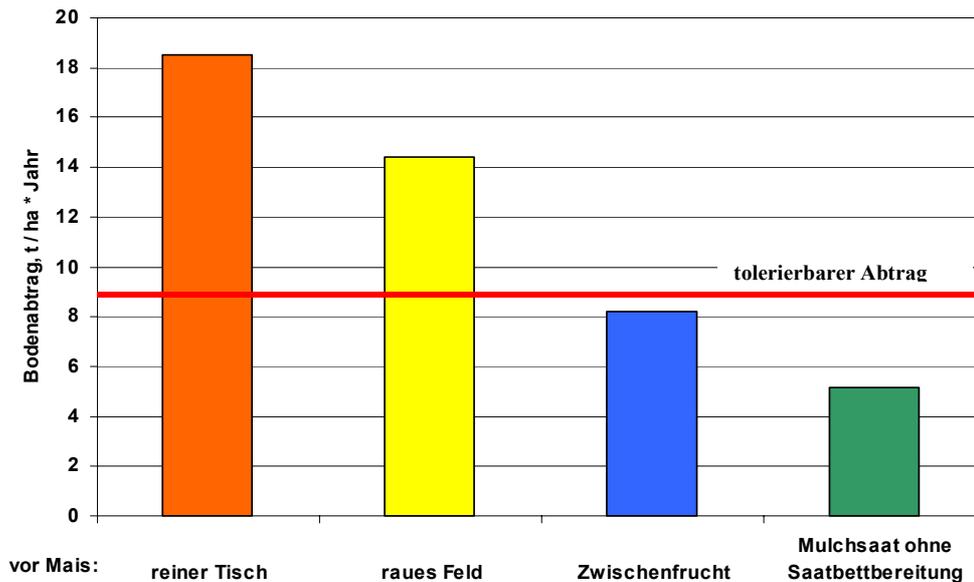


Abbildung 1: Erosionsschutz durch Zwischenfrucht und Mulchsaat auf einem Schlag (Jahresniederschlag 649 mm; Bodenbeschrieb: L 4 L6 72/71; 10 % Gefälle; 200 m Hanglänge; Fruchtfolge: Mais - Getreide - Getreide)

Mit einer überwinternden Zwischenfrucht vor Mais lässt sich auf einem so erosionsanfälligen Löss-Standort wie in Abbildung 1 beschrieben der über die Fruchtfolge zu erwartende Bodenabtrag mehr als halbieren, mit einer Mais-Mulchsaat sogar nahezu vierteln. Mais-Fruchtfolgen liegen mit diesen Maßnahmen im Bereich von konventionell bestellten Raps-Getreide-Fruchtfolgen.

Weil diese Maßnahmen aus dem oft zu unrecht geschmähten Mais eine auch aus Sicht des Bodenschutzes sehr verträgliche Frucht machen können, verdienen sie es, bei einem Kulturlandschaftstag des Instituts für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz in den Mittelpunkt gestellt zu werden.

Zum Thema „Zwischenfruchtbau und Mulchsaat als Erosionsschutz“ werden wir Sie heute informieren und mit Ihnen diskutieren über

- aktuelle pflanzenbauliche Aspekte des Zwischenfruchtbaus und der Mulchsaat aus Sicht der Wissenschaft,
- Möglichkeiten der Förderung von Maschinen und Geräten,
- erfolgreiche Produktionstechnik aus der Sicht eines Praktikers,
- geeignete Zwischenfrüchte,
- Stand der Technik bei den Maschinen für die Saat der Zwischenfrüchte und für die Mulchsaat.

Adresse:

Rudolf Rippel, Leiter des Institutes für Agrarökologie, Ökologischer Landbau und Bodenschutz
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Vöttinger Str. 38, 85354 Freising
 E-Mail: Rudolf.Rippel@LfL.bayern.de

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, infektiösfähige Dauersporen entwickeln. Die Bildung von Dauersporen erfolgt um so rascher, je frohwüchsiger die Art bzw. die Sorte ist. Senf als frohwüchsigste 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 Frühjahrswuchses 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 Praxis schlägen 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 Pflugeinsatz. 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.

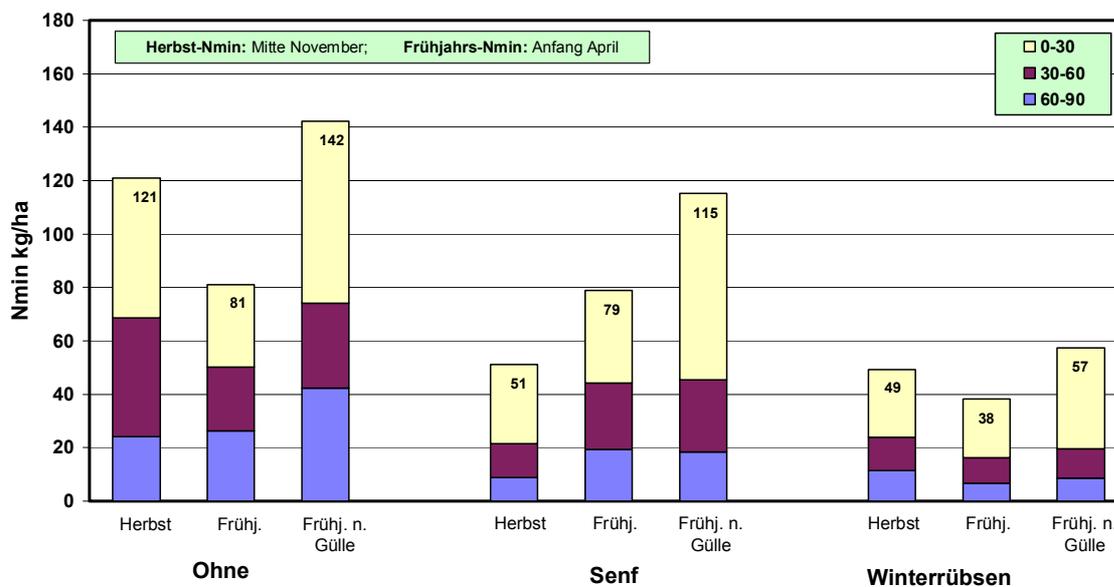


Abb.: 1: Nmin-Verlauf bei verschiedenen Zwischenfrüchten im Herbst 1998 bis 2001 sowie Frühjahr 1999 ohne und nach Güllegabe (Ergebnisse von IAB2b, LfL)

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 Ausbringungsmenge (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.

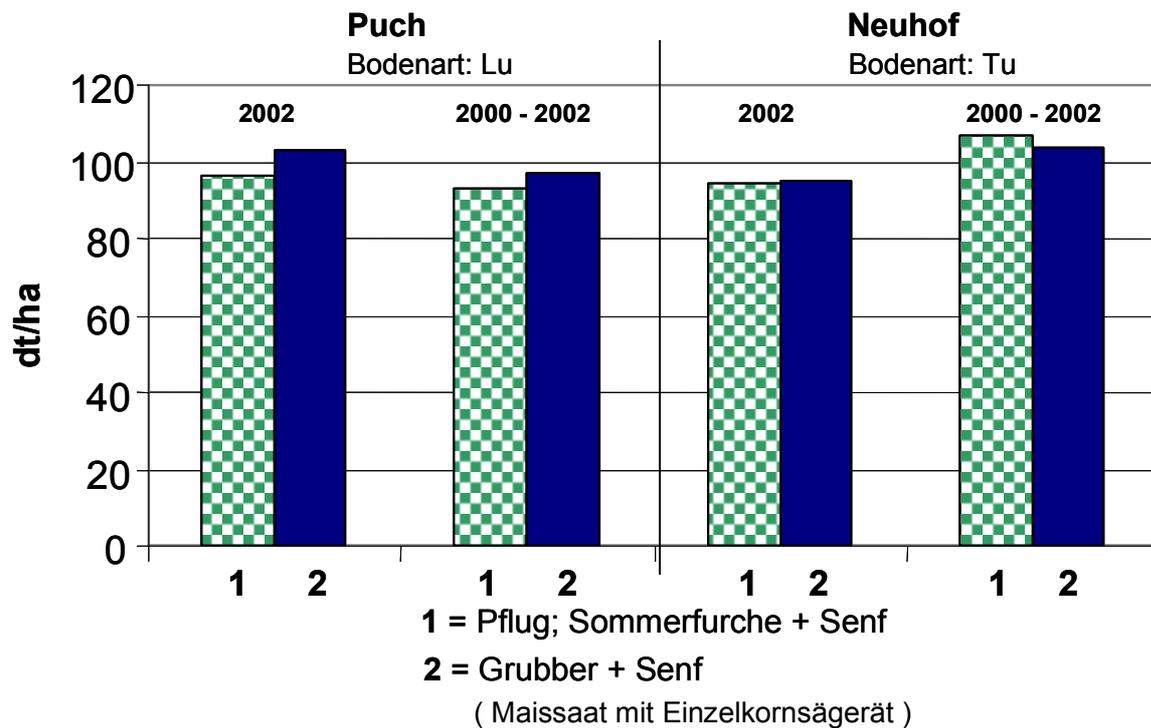


Abb. 2: Körnermaisenerträge bei wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung (eigene Ergebnisse)

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 überwinterte (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 Stroheinarbeitung und Krumenlockerung können hier ebenso angewandt werden.

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

- die Stroheinarbeitung 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 allen 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 Grubbertchnik 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.

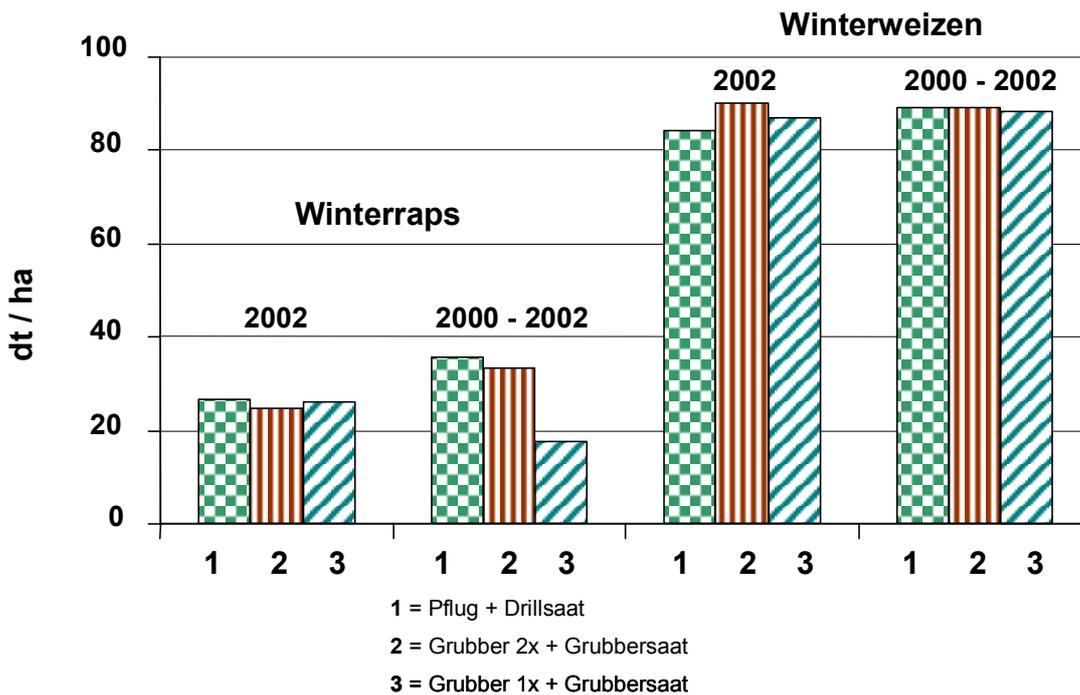


Abb.:3: Vergleich von Drill- und Grubbersaat am Standort Puch. Bei der Grubbersaat werden Erträge von Raps und Weizen nach ein- und zweistufiger Stoppelbearbeitung dargestellt.

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 Futtergetreide 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

Vöttinger Str. 38

85354 Freising

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

Förderung von Maschinen und Geräten für die Mulchsaat

Manfred Pusch

Zur Wahrung der Aktualität wird der Beitrag dem Tagungsband beigelegt.

Adresse:

MR Manfred Pusch
Bayerisches Staatsministerium
für Landwirtschaft und Forsten
Referat Landtechnik , Bauen und
Energieversorgung
Ludwigstraße 2
80539 München
E-Mail: manfred.pusch@stmlf.bayern.de

Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat im Marktfruchtbau – Erfahrungen aus der Praxis –

Wolfgang Schönleben

Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat sind Begriffe in der Landwirtschaft, die das Verfahren pauschal bezeichnen, nicht jedoch das Werkzeug mit dem gearbeitet wird noch das Arbeitsergebnis definieren.

Pflügen - beispielsweise - ist ein klar definierter und exakt abgegrenzter Arbeitsgang, bei dem das Werkzeug und das zu erwartende Arbeitsergebnis jedem unzweifelhaft als „standardisiertes Arbeitsverfahren“ bekannt sind. Ergänzend sind die „*saubere Pflugfurche* „ oder das „*ordentliche Saatbett*“ gebräuchliche Beschreibungen (Sortenversuchsberichtsheft) um den Zustand des Arbeitsergebnisses in der konventionellen Bodenbearbeitung zu definieren.

Je exakter ein Arbeitsgang oder dessen Ergebnis definiert ist, umso genauer weiß man was man will aber auch was man nicht möchte - oder wie es nicht sein darf.

Die Definition für Mulchsaat ist in der Fachliteratur sehr unterschiedlich. Mulchsaat wird als „*Bestellung in ein Saatbett mit Pflanzenresten*“ (Gute fachliche Praxis LBP 2/00) beschrieben, oder „...*Mulchsaat belässt Pflanzenstoffe nahe an, oder auf der Bodenoberfläche als vorbeugender Schutz gegen Verschlammung und Erosion...*“ (Beratungsprojekt flächendeckende Gewässer schonende Landbewirtschaftung). So verwundert es nicht, wenn in der Praxis die individuelle Auffassung und Ausführung von Mulchsaat eine breite Palette unterschiedlicher Qualität widerspiegelt. Es grenzt geradezu an eine Interessenkollision, denn Attribute wie „sauber“ oder gar „ordentlich“ treffen augenscheinlich auf die Mulchsaat nicht zu. Aus der Sicht mancher Betrachter standardisierter Verfahren ist Mulchsaat nichts vernünftiges, schlampig und hinterlässt einen unordentlichen Acker aus dem nichts „Gescheites“ kommen kann.

Wir wurden seinerzeit mit der Aussage eines vorbeifahrenden Berufskollegen konfrontiert, der lapidar meinte: Zitat „*wollt ihr jetzt gar nichts mehr ernten*“ als wir 1991 begannen uns mit der konservierenden Bodenbearbeitung in Form groß angelegter Versuche zu befassen. Damals war die Fragestellung „Warum braucht man Bodenbearbeitung?“ bzw. „wie viel Bodenbearbeitung benötige ich um den Ertrag nicht zu gefährden“. Ursache der Fragestellung war die Bearbeitungsintensität und deren Kosten.

Rückblickend kann ich sagen, wir gingen diese Fragestellung in der Praxis sehr motiviert an. Die Zielsetzung im betriebswirtschaftlichen Bereich war in der Kosten-Nutzen-Relation angesiedelt und die fachliche Sicherheit gab die Veröffentlichung der Justus-Liebig-Universität Göttingen. Das war auch die Zeit in der eine reduzierte Bodenbearbeitung mit der möglichen Folge geringerer Erträge damit gerechtfertigt wurde, weniger Aufwand trägt auch weniger Ertrag, unter dem Strich ist nichts verloren gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung.

Abhängig von den Kulturen in der Fruchtfolge und je nach Standort wird bei uns die Bodenbearbeitung konservierend und die Saat in einen Mulch durchgeführt. Die Einschränkung gilt für die Folge

Körnermais - Kartoffeln, die den Pflugeinsatz erfordert um beim Roden der Kartoffeln keine Maisstrünke auf dem Siebband mit zu ernten. Alle anderen Kulturen - das sind Winterraps, Körnermais und Winterweizen werden pfluglos bestellt.

Im Laufe der Jahre, mit wachsendem Erfahrungsschatz hat sich die ursprüngliche Zielsetzung präzisiert. Kosten zu sparen ist nach wie vor das Ziel, jedoch bei standortspezifischem Höchstertrag. Das funktioniert nur bei **höchster Präzision und Exaktheit der Arbeitsausführung**.

Primär ist die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu verbessern, um mit vertretbarem technischem Aufwand den Höchstertrag zu ernten. Das Fundament hierzu ist die Bodenstruktur.

Durch die nicht zu intensive Bodenbearbeitung soll die Wasseraufnahme des Bodens, das Wasserspeichervermögen erhöht werden. Auf die Fläche auftreffendes Regenwasser soll im Boden möglichst für regenarme Zeiten gespeichert werden und nicht über die Oberfläche abfließen. Abfließendes Wasser ist verlorenes Wasser für die Kultur. Die Oberflächenstruktur soll ein Abtrocknen der Oberfläche und die Erwärmung des Saathorizontes fördern. Für den homogenen Feldaufgang - als Grundlage für die Ertragsanlage - sorgen die gute Wasserführung und der Gasaustausch. Die Basis für den Nährstoffaufschluss bildet die biologische Aktivität der Mikroorganismen. Um diese Zielsetzung zu erreichen wird der Boden grundsätzlich weder zu nass noch zu trocken noch zu oft bearbeitet. Auf jede Bodenbearbeitung reagiert der Boden mit der Stabilisierung des Gefüges, dazu muss man ihm auch die Zeit geben. Die optimale Versorgung mit Bodennährstoffen und vor allem Kalk sorgt für das Quell- und Schrumpfvermögen und damit für die Gefügebildung im Boden. Zusätzlich wirkt die Lebendverbauung (z.B. Wurzelgeflecht, Pilzmycel, Regenwürmer) stabilisierend für die Bodenstruktur. Die Bodenbearbeitung und Saat erfolgt in ein abgesetztes und ebenes Saatbett.

Präzision erfordert ein ebenes Feld!

Mulchsaat beginnt mit dem Mähdrusch. Bis zur Ernte haben wir alles unternommen um zum Beispiel bei Getreide mit Hilfe von Fungiziden die Kultur gesund zu erhalten und Höchsterträge zu unterstützen. Ab dem Drusch erwarten wir von den Mikroorganismen im Boden diese Ernterückstände möglichst schnell und umfassend zu zersetzen und die Nährstoffe pflanzenverfügbar aufzuschließen. Schaderregern an den Ernterückständen sollen damit der Nährboden entzogen werden. Das alles bei jährlich wechselnden Kulturen und enormen Mengen an Ernterückständen mit deren unterschiedlichem C/N-Verhältnis. Wenn wir uns nicht auf unsere „Helfer“ zu bewegen funktioniert das nicht. Deshalb legen wir in unserem Strohmanagement höchsten Wert auf die sehr kurze Stoppel (maximal 10 cm), die gleichmäßige Stroh- und Spreuverteilung über die Arbeitsbreite des Schneidwerkes und eine homogene Häckselqualität mit gleich bleibender Schnittlänge (maximal 5 cm) des Häckselgutes. Die Landtechnikhersteller haben auf diese Anforderungen aus der Praxis bereits reagiert. Eine kurze Stoppel ist nur möglich, wenn die Bodenbearbeitung zur Saat der Kultur bereits in einem ebenen Feld erfolgte. Die homogene Längs- und Querverteilung ist die Basis für die homogene Bestandesentwicklung der Folgekultur.



Bild1: ungleichmäßige Stroh- und Spreuverteilung durch den Mähdrescher

Die ungleichmäßige Verteilung von Stroh oder Spreu mit dem Mähdrescher kann mit keinem technischen Gerät mehr korrigiert werden! Das sind auch die Stellen an denen Feldmäuse oder Schnecken ideale Lebensräume finden, nicht jedoch das auf diese Stellen auftreffende Saatkorn der Folgekultur. Die Folgen ungleicher Stroh- und Spreuverteilung sind mindestens ein Jahr oder gar länger zu sehen und wirken sich im Ertrag der Folgekultur(en) negativ wegen der unterschiedlichen Nährstoffnachlieferung und der ungleichen Bestandesentwicklung aus.



Bild 2: Raps in Mulchsaat mit Streifen aufgelaufenen Ausfallgetreides

Unsere „Helfer“ im Boden, Regenwürmer, kleine und Kleinstlebewesen, Bakterien und Pilze können die kurzen Ernterückstände besser aufschließen als große. Der Regenwurm zieht die organische Masse nur bis zu einer bestimmten Größe in seine Röhre. Was größer ist und nicht mit dem Erdreich ver

mischt wurde bleibt auf der Oberfläche liegen und bildet Infektionspotential für die Folgekultur. Wer soll dieses für die Bodenlebewesen sperrige Material noch aufschließen?

Die Bodenlebewesen können nur existieren, wenn sie eine Nahrungsgrundlage haben. Die Größe der Population richtet sich nach dem Angebot an organischer Masse auf der Bodenoberfläche. Ist das Angebot groß, erhöht sich z.B. die Regenwurmpopulation bzw. bei geringem Angebot ist kein Anreiz vorhanden die Population zu vergrößern.

Unmittelbar nach der Ernte (innerhalb von 24 h nach dem Drusch) erfolgt die erste Stoppelbearbeitung (6 - 10 cm) mit dem Ziel die Ernterückstände unter Ausnutzung der vorhandenen Restfeuchte mit dem noch feuchtem Erdreich homogen über die Bearbeitungstiefe verteilt zu vermischen. Ausfallgetreide und Unkrautsamen werden zum Keimen angeregt und der Boden rückzuverfestigen. Um diese Mischqualität zu erreichen wird ein Flachgrubber mit Mulch-Mix-Scharen eingesetzt. Je nach Folgekultur und Witterung erfolgt ein zweiter tiefer angesetzter Arbeitsgang sobald das Ausfallgetreide aufgelaufen ist. Damit wird das Erd-Stroh-Gemisch intensiv durchmischt, gelockert und zerkleinert. Der Boden wird eingeebnet und rückverfestigt als ideale Voraussetzung für die folgende Saat. Ziel ist die Vermeidung „grüne Brücken“ zu schaffen, um möglichen Infektionen die Grundlage zu entziehen und Wasser sparend zu arbeiten. Mit der intensiven Durchmischung wird die Rotte des Strohs verbessert. Abhängig von der Kultur und dem Bodenzustand wird die N-Ausgleichsdüngung ausgebracht. Diese Arbeitsgänge werden grundsätzlich schräg zum vorhergegangenen Arbeitsgang angesetzt.

In der Fruchtfolge Winterraps nach Winterweizen erfolgt die zweite „Stoppelbearbeitung“ mit der Dutzi und gleichzeitiger Rapssaat in das Erde-Stroh-Gemisch. Bei diesem Arbeitsgang erfolgt die Tiefenlockerung auf ca. 20 cm und eine Oberflächenbearbeitung auf Höhe des Saathorizontes. Die Saatgutablage mit dem säenden Nachläufer (Firma HEKO) in eine rückverfestigte Saatgutrille auf dem Wasser führenden Horizont gewährleistet dem Saatgut eine optimale Wasserversorgung. Die Bedeckung mit zuerst feinem und dann gröber werdendem Material ist die beste Voraussetzung für das Saatgut zügig zu keimen und für den Keimling zügig zu wachsen. Der gleichmäßige Saatgutaufgang auch auf Schlägen mit wechselnden Böden bestätigt die Richtigkeit der Vorgehensweise. Als Startgabe im Herbst fallen bereits 20 - 30 kg N/ha. Das Säsystem verdichtet den Boden streifenförmig unter der Saatrille, in der das Saatgut auf dem Wasser führenden Horizont abgelegt ist. Die Bedeckung des Saatgutes zuerst mit feinem, dann immer gröber werdendem Erdmaterial ist die Idealvoraussetzung für den beschriebenen gleichmäßigen und zügigen Saataufgang. Neben den streifenförmig verdichteten Saatbändern sind Streifen nicht verdichteten Erdreiches. Hier kann auftreffendes Oberflächenwasser schnell in den Boden eindringen und steht der Rapswurzel zur Verfügung.

Bei Winterweizen nach Körnermais folgt sofort nach dem Mähdrescher der Schlegelhäcksler. In der Regel kommen Mähdrescher mit Raupenlaufwerk zum Einsatz, die neben der besseren Druckverteilung über die Gummiraupen. Deshalb folgt dem Mähdrescher umgehend (= zeitgleich) der Schlegelhäcksler um die Maisstoppeln knapp oberhalb der Kronenwurzeln abzuschlagen oder zu spalten.

Deshalb folgt dem Mähdrescher umgehend (= zeitgleich) der Schlegelhäcksler um die Maisstoppeln knapp oberhalb der Kronenwurzeln abzuschlagen oder zu spalten. Der nachfolgende Flachgrubber vermischt das Stroh mit dem Erdreich in einer Bearbeitungstiefe von ca. 15 cm.

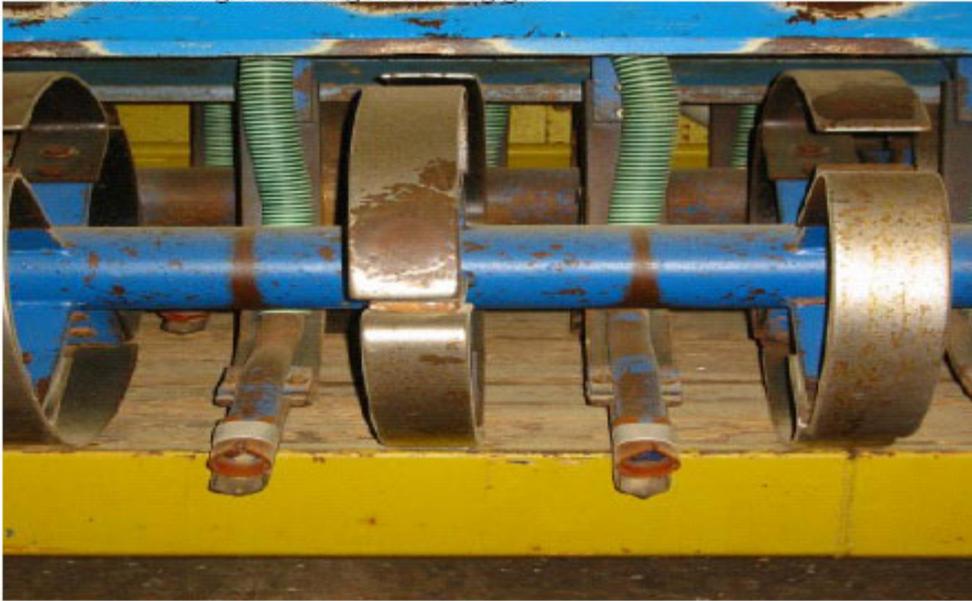


Bild 3: Saatgutablage säender Nachläufer (HEKO) an der Dutzi

Zielsetzung ist, wie bereits beim Getreidestroh, durch die bestmögliche Strohzerkleinerung und Einmischung in das Erdreich (Mulch) die Rotte zu beschleunigen und Krankheitserregern oder den Larven des Maiszünslers damit die Lebensgrundlage zu entziehen.



Bild 4: geschälte Maisstoppel

Anschließend wird in dieses Erd-Stroh-Gemenge Weizen mit der Dutzi oder dem Airseeder gesät. Bei der Sortenwahl lege ich Wert auf die Eigenschaft der Sorte in Bezug auf Fusariumresistenz.

Bild 5: Mulchsaat in abgeschlägeltes und gegrubbertes Maisfeld (Väderstadt)



In der Fruchtfolge Körnermais nach Winterweizen oder Winterraps wird nach der ersten Stoppelbearbeitung dieser Kulturen abgewartet bis der Ausfallraps oder der Ausfallweizen im Zwei- bis Dreiblattstadium ist. Mit der zweiten tiefer durchgeführten Stoppelbearbeitung erfolgt die Aussaat der Gründüngung. In der Rapsfruchtfolge wird Sommerhafer gesät, ohne Raps in der Fruchtfolge erfolgt die Saat von Senf.

Die Gründüngung verringert den Humusabbau, schützt vor Verschlammungen, stabilisiert und durchlüftet den Boden und ist Erosionsschutz. Die gute Wasseraufnahme des Bodens kommt der Gründüngung zu Gute, da diese das Wasser benötigt. Über die Wintermonate gleichen die Niederschläge den Wasserverbrauch der Gründüngung weitgehend aus. Nachteilig ist die kürzere Zeitspanne für das Stroh, Unkraut- und Ungrasmanagement.

Ziel der Gründüngung ist die Nährstoffe aufzunehmen und später wieder über die abgestorbene Pflanzenmasse an die folgende Kultur abzugeben. Die gefrorene Gründüngung wird abgeschlägelt. Vor der Saat der Folgekultur erfolgt ein flacher Grubbergang, um die Oberfläche aufzureißen, damit die Wasserführung zu unterbrechen und die bessere Erwärmung und Abtrocknung des Bodens für die Maissaat zu erreichen.

Für die im April folgende Direktsaat ist der flach gelockerte Boden von Vorteil. Damit werden eine bessere Tiefenführung und eine gleichmäßige Bedeckung für das auf dem Wasser führenden Horizont abgelegte Saatgut erreicht. Die Folge ist ein gleichmäßiger zügiger Saataufgang und eine gleichmäßige Bestandesentwicklung.

Mulchsaat ist ein Verfahren, bei dem wir **nichts dem Zufall überlassen**. In die Planung werden alle beteiligten Personen, Mitarbeiter und Lohnunternehmer, eingebunden. Nur wenn alle die Zusammenhänge verinnerlicht haben stehen sie hinter dem Verfahren. Das ist die Voraussetzung für eine hervorragende Arbeitsqualität mit einem sehr guten Ergebnis.

Zusammenhänge die eine Planung in die Zukunft erfordern sind zu berücksichtigen, um die einzelnen Komponenten in die Systematik einzugliedern.



Bild 6: Maisbestand in Direktsaat (Gründüngung Senf)

So wird zum Beispiel bei der Sortenwahl bei Getreide auf den Saatzeitpunkt, die Standfestigkeit, die Strohreife und Strohmenge geachtet.

In der Düngung ist die Abstimmung von Saatstärke und N-Gabe zur Bestockung wesentlich, um ein Überwachsen der Bestände zu vermeiden. Die Bestandesführung ist ausgerichtet auf produktive Haupttriebe und die Vermeidung unproduktiver Nebentriebe. Die N-Gabe berücksichtigt die bereits im Herbst gefallene Ausgleichsgabe für das Stroh.

Der Herbizideinsatz erfolgt zeitig, um die Konkurrenz auszuschalten. Bei der Fungizidstrategie (z.B. bei Winterweizen in Anlehnung an das Weizenmodell Bayern) ist die Zielsetzung frühzeitig Krankheiten zu erkennen und gezielt zu bekämpfen.

Im Vergleich zu früher hat sich bei den Kosten für Pflanzenschutz und Düngung einiges verändert. Im Pflanzenschutzmittelaufwand ist eine Verschiebung bei den Herbiziden erfolgt. Der Einsatz von Glyphosat-Präparaten ist gestiegen, im Gegenzug ist der Aufwand für Herbizide gesunken, da z.B. ein Glyphosat vor Mais den Aufwand eines Maisherbizides nicht mehr im vollen Umfang erforderlich macht. Die Kosten insgesamt sind vergleichbar mit dem Aufwand konventionell wirtschaftender Betriebe.

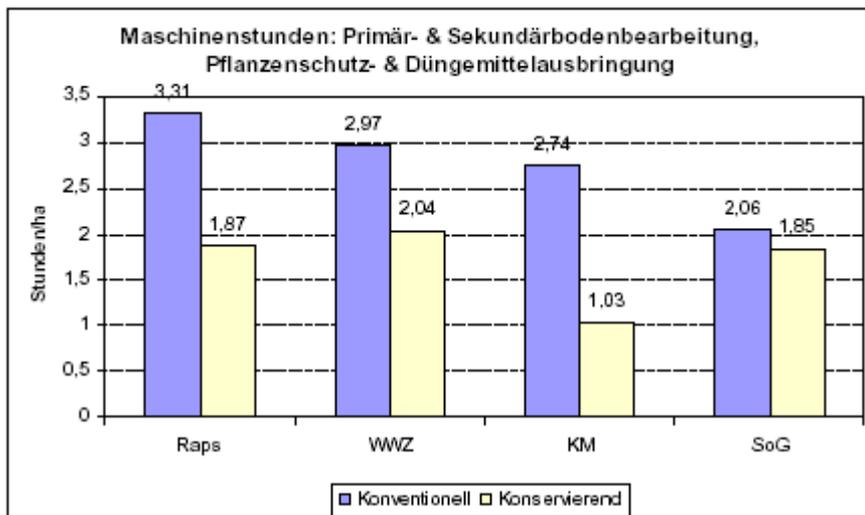
Bei der Düngung ist aus den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen festzustellen, der Versorgungsgrad an P und K im Boden hat sich trotz reduzierter Düngereinzufuhr verbessert. Ich führe das auf die Bindung der Nährstoffe in den oberen Schichten des Bodens zurück.

Die Verteilung der N-Gaben (Strohausgleichgabe) im Laufe des Jahres hat sich geändert, nicht jedoch die Summe der N-Menge. Durch die exakte Sätechnik haben wir die Ausbringungsmenge von Saatgut um 10 % reduzieren können, da der exakte Saataufgang das rechtfertigt.

Verändert hat sich der Arbeitszeitbedarf für die einzelnen Kulturen. Die Bodenbearbeitung erfolgt in einem für den Boden und die Kultur optimalen Zeitpunkt. Durch die geringere Anzahl von Arbeits

gängen und die schnellere Arbeitserledigung wird Arbeitszeit eingespart. Damit können Arbeitsspitzen gekappt werden und die freigesetzte Zeit anderweitig Einnahmen steigernd eingesetzt werden. Wir sparen zum Beispiel auf einem Betrieb mit 190 ha 290 Schlepper- und Arbeitsstunden, daraus ca. 3.800 € an Arbeitslohn und ca. 6.650 € Schlepperkosten.

Es ist uns gelungen diese Arbeitszeit auf anderen Betrieben einzusetzen und damit Einnahmen zusätzlich zu eröffnen.



Alleine mit der Zeitersparnis sind die Verfahrenskosten bereits gesunken. Die Erträge der Kulturen bewegen sich über dem Ertragsniveau zu Beginn der Umstellung auf die konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat.

Zusammenfassung

Konventionell und konservierend bewirtschaftete Flächen unterscheiden sich sachlich betrachtet in der Form der Primärbodenbearbeitung. Alle anderen Arbeitsgänge wie Düngen, Spritzen und Ernten sind identisch. Wesentlich bei der konservierenden Bodenbearbeitung sind die Exaktheit und das Strohmanagement, das im Stellenwert oberste Priorität bekommen muss. Ist beides nicht auch äußerst wichtig für den konventionell wirtschaftenden Betrieb?

Mulchsaat ist ein meines Erachtens der Weg in der Landwirtschaft, Ökonomie und Ökologie zu verknüpfen, ohne sich gegenseitig in den jeweiligen Zielsetzungen zu behindern. Die reduzierte Bodenbearbeitung und Saat in einen Mulch fördert die Bodenlebewesen und verhindert Erosionen bei Regenereignissen. Die Bodenfruchtbarkeit wird verbessert und der Boden ist stabiler und aufnahmefähiger für Regenwasser. Abfließendes Wasser mit Erdfracht ist verlorenes Wasser und erodiertes Erdmaterial ist verlorene Substanz. Beides sind existentielle Bestandteile der Landwirtschaft auf die wir keinesfalls verzichten können. Landwirtschaft lebt von der Landbewirtschaftung und ist auf die Nachhaltigkeit angewiesen. Basis ist der Boden und die Bodenfruchtbarkeit auch in Zukunft. Es liegt an uns Landwirten was wir daraus machen und wie wir es gestalten. Als Betriebsleiter unterliegen wir

wirtschaftlichen Zwängen, denen wir uns stellen und für die wir ein Betriebskonzept entwickeln.
Mulchsaat ist für mich ein zukunftsfähiges Betriebskonzept.

Adresse:

Wolfgang Schönleben
Landwirtschaftsverwaltung bei Graf zu Toerring – Jettenbach
Bofzheim 1
85123 Karlskron

Maschinen zur Zwischenfrucht- und Mulchsaat

Josef Kreitmayr, Christian Beckmann

Einführung

Die Zwischenfruchtbestellung bzw. die Mulchsaat erfolgt überwiegend mit traditionellen Gerätesystemen. Pflug, Kreiselegge und Drillmaschine gelten als robuste und langlebige Maschinen, die 10 Jahre und länger eingesetzt werden können. Um gut gewartete Technik weiter zu nutzen, sind Detailverbesserungen empfehlenswert.

Im Einzelnen ist zu entscheiden, mit welchen zusätzlichen, kostengünstigen Anschaffungen, der Pflug- oder Grubbereinsatz optimiert werden kann. Von besonderem Interesse ist dabei die Zwischenfrucht- und Mulchsaat bei verschiedenen Arbeitsverfahren.

Weitere Fragen nach technischen Konzepten stellen sich, wenn Ersatzbeschaffungen mit größerem Investitionsvolumen zu tätigen sind, z. B. die Anschaffung einer neuen Bestelltechnik mit hoher Mulchsaattauglichkeit (Universaldrilltechnik).

Die Vorführung kann aus dem breiten Angebotsspektrum nur eine Auswahl treffen.

1. Geräte zur Zwischenfruchtsaat

Die Geräteauswahl zeigt Lösungen für verschiedene Einsatzbereiche und beginnt bei vielseitig montierbaren und für verschiedene Streugüter verwendbaren Streuer.

Das Streuprinzip ist auch bei Kasten- und Pneumatikstreuen anzutreffen.



Abb. 1 Kleingutstreuer

Abb. 2 Kastenstreuer

Die Drilltechnik mit Scheibenscharen ist dann erforderlich, wenn höhere Anforderungen an die Saateinbettung gestellt werden, z. B. Saat von Phacelia (Dunkelkeimer). Spezielle Mulchsaatkombinationen wie Sägrubber können ebenfalls für die Zwischenfruchtbestellung (z. B. großkörnige Leguminosen) gut eingesetzt werden.

Übersicht 1: Geräte für die Zwischenfruchtsaat

System	Anmerkungen
Kleingutstreuer mit rotierende Streuscheibe Antrieb: elektrisch, hydraulisch	Flexibler Einsatz am Schlepper, oder Grubber u.a. Streubild ist windabhängig, auch für andere Streugüter (Schneckenkorn) geeignet
Kleingutstreuer mit pneumatischer Verteilung über Säschräuche	Antrieb: elektrisch, hydraulisch Saatgut fällt passiv auf bearbeiteten Boden Nach Umrüstung für Grünlandnachsaaat geeignet
Kastenstreuer i.d.R. Bodenantrieb	i.d.R. auf Grubber aufgebaut, Saatgut fällt über Rohre auf den Boden bzw. in den Erdstrom
Drilltechnik mit: Scheibenschar Grubberschar (Sägrubber)	Saatgut wird exakt eingebettet Saat und ganzflächige Bodenbearbeitung (Effekte mechanischer Unkraut- und Ungrasbekämpfung)
Sonderform Saatgutinjektion in Gülleverteiler	Saatgutablage entspricht Einarbeitungstiefe von Gülle

2. Einzelkornsägeräte zur Mulchsaat von Zuckerrüben und Mais

Dosierung: Mechanisch oder pneumatisch?

Während bei Sämaschinen für Zuckerrüben heute meist mechanische innenbefüllte Systeme dominieren, haben sich bei Mais und Sonnenblumen die universell einsetzbaren pneumatischen Saugluftsysteme durchgesetzt.

Eine gute Saatgutverteilung lässt sich jedoch mit allen derzeit auf dem Markt befindlichen Systemen erreichen.

Grundsätzliche Anforderungen bei Mulchsaat

Erfolgt Mulchsaat mit Saatbettbereitung und sind größere Rückstandsmengen vorhanden, sollten Mulchsaatgeräte mit Schneidscheiben ausgerüstet sein.

Ideal für die Mulchsaat mit Saatbettbereitung sind **Schneidscheibengeräte mit seitlichen Stützrollen**; diese ermöglichen eine präzisere Einhaltung der Ablagetiefe im Vergleich zu Sägeraten mit Tandemführung oder Tiefenführung über die hintere oder vordere Druckrolle. Ein weiterer Vorteil des Systems besteht darin, dass die Saatrille bis zur Ablage des Saatgutes offen bleibt und nicht zusammenfällt.

Mulchsaat ohne Saatbettbereitung – Spezielle Mulchsaatausrüstung

Für Mulchsaat ohne Saatbettbereitung ist eine spezielle Mulchsaatausrüstung unverzichtbar; die **Scharbelastung jeder Säeinheit sollte über 80 kg** liegen. Zwischenfruchtreste und gut eingearbeitetes Stroh stellen für Schneidscheibensysteme in der Regel kein Problem dar und werden gut bewältigt.

Zusatzausrüstungen für die Mulchsaat

Diese Bauteile werden vor die Säeinheit montiert. Sie führen innerhalb der Saatreihe eine mehr oder weniger intensive Reihenauflockerung durch. Die Zusatzausrüstungen lassen sich wie folgt unterteilen: **Schneidseche (Wellscheiben)** schneiden das Stroh und lockern den Boden. Für einen optimalen Bearbeitungseffekt sollten die Scheiben einige Zentimeter tiefer als die Saatgutablagtiefe eingestellt werden. Der Misch- und Lockerungseffekt eines Scheibensechs ist um so intensiver, je stärker die Scheibe gewellt ist.

Räumscheiben (Hohlscheiben) räumen Stroh und Zwischenfruchtreste zur Seite. Räumscheiben werden bereits seit vielen Jahren angeboten und haben sich bei Zuckerrüben gut bewährt.

Räumsterne (Trashwheel) bestehen aus zwei ineinander greifenden Zinkenrädern; gegenüber Räumscheiben krümeln diese den Boden sehr intensiv. Sie lassen sich auch bei sehr hohen Rückstandsmengen (z.B. Körnermaisstroh) gut einsetzen. Räumsterne wie auch Räumscheiben müssen in jedem Fall richtig eingestellt werden; sie dürfen auf keinen Fall zu tief greifen - die Furchen könnten sonst Ausgangspunkt für die Bodenerosion sein. Eine präzise Tiefenführung z.B. über Stützräder ist erforderlich.

Übersicht 2 Einzelkornsäegeräte für Zuckerrüben

System	Anmerkungen
(Dosiersystem)	
Einzelkornsäegeräte mit Innenbefüllung	} vorlaufende Räumscheibe mit Kufenschar } V-förmig angestelltes Scheibenschar mit Kufenschar } Scharspitze mit Doppelscheiben
Einzelkornsäegeräte mit pneumatischer Kornvereinzlung	



Abb. 3: Räumscheiben als Vorsatz



Abb. 4: Räumsterne vor Wellscheibe

Übersicht 3 Einzelkornsäuger für Maissaat

System	Anmerkungen
(Scharsysteme)	(Tiefenführung)
Scheiben-Zinken-Kombination	Zwei mittelgroße Rollen für Tiefenführung
Schneidscheiben mit Kufenschar	Ein Tastrad für Tiefenführung
Zwei-Scheibenschar	Zwei große Tasträder für Tiefenführung (insgesamt Trend zu zwei Tasträder)



Abb.5: Kufenschar kombiniert mit Schneidscheiben und Tastrad



Abb.6: Zweiseibenschar mit großen Tasträdern

Unterfußdüngung

Weil sich der Boden bei Mulchsaat langsamer erwärmt, ist bei Mais eine Unterfußdüngung mit Stickstoff und Phosphat bei Mulchsaat zu empfehlen. Für die Mulchsaat gibt es spezielle Scheibenschare.

Maismulchsaat mit Universaldrillmaschinen

Die Praxis versucht in zunehmendem Maße Universaldrillmaschinen mit exakt ablegenden Scheibenscharen auch für die Maissaat einzusetzen. Erste Praxisergebnisse zeigen, dass vergleichbare Ergebnisse sich dann erzielen lassen, wenn:

- das Einzelschar mit > 80 kg belastbar und
- die Saatgutdosierung auf < 10 Körner / m² einstellbar ist sowie
- die gewünschte Reihenentfernung durch Schließen von Särohren eingestellt und
- eine mineralische Düngergabe zur Saat ausgebracht werden kann.

3. Bearbeitungs- und Bestelltechnik

Die Gruppierung nachfolgender Geräte basiert auf dem AFP Programm: "Förderung von Maschinen zur ökologischen Ausrichtung der Produktion"

Danach bestehen folgende drei Gruppen:

- **Gerätekombinationen für Bodenlockerung (nichtwendend), Saatbettbereitung und Saat**
- **Gerätekombinationen für Saatbettbereitung und Saat**
- **Spezielle Mulch- und Direktsaatkombinationen**

Alle drei Gerätegruppen müssen in der Lage sein, bei einem Bedeckungsgrad mit organischem Material > 30 % das Saatgut ordnungsgemäß abzulegen.

3.1 Gerätekombinationen für Bodenlockerung (nichtwendend), Saatbettbereitung und Saat

Diese Gerätekombination besteht aus ein-balkigem Flügelscharrgrubber, Kreiselgrubber oder Zinkenrotor und aufgebauter Sämaschine.

Damit handelt es sich um ein Universalgerät, mit dem alle Arbeitsgänge der Bodenbearbeitung und Bestellung erledigt werden können. Durch die Kombination mit Lockerungsscharen (Stilabstand ca. 80 cm) ist auch eine krumentiefe Bearbeitung möglich. Allerdings erfordern die angetriebenen Werkzeuge einen hohen Kraftaufwand.

3.2. Gerätekombinationen für Saatbettbereitung und Saat

Für die Funktion der Saatbettbereitung können

- aktiv arbeitende Geräteelemente wie Kreiselegge oder Zinkenrotor bzw.
- passiv arbeitende Geräteelemente wie Kultivator, Spatenrollegge, Kurzscheibenegge kombiniert mit verschiedenen Packerwalzen eingesetzt werden.

Für die Saat werden in der Regel Scheibenschare unterschiedlichster Form verwendet.

Kreiseleggen mit aufgebauter Sämaschine

Die Kombination aus Kreiselegge mit aufgebauter Sämaschine (siehe Abb. 7) ist in Deutschland sehr weit verbreitet und eignet sich für die Mulchsaat (mit Einschränkungen). Bei schwierigen Bedingungen (viel Stroh) sind die meisten Kombinationen überfordert, so dass eine intensive Vorarbeit erforderlich ist.

Für den Einsteiger in die konservierende Bodenbearbeitung ist es jedoch oft sinnvoller, in eine verbesserte Bodenbearbeitung zu investieren und die vorhandene Kreiselegge/Sämaschine weiter zu nutzen. Verbesserungen, die diese Geräteform zu einer Alternative in der konservierenden Bodenbearbeitung werden lassen, sind z.B. auf Griff stehende Kreiselzinken (Kreiselgrubber), die eine intensivere Stroheinmischung ermöglichen. Auf Griff stehende Zinken werden inzwischen von den meisten Herstellern angeboten. Eine Verbesserung der Mulchsaattauglichkeit von Kreiseleggenkombinationen lässt sich erreichen, wenn neuartige Nachläufer eingesetzt werden. Besonders bewährt haben sich bei Mulchsaat streifenförmig arbeitende Walzen, die den Bereich der Saatrille verfestigen; dazu gehören die Segmentwalzen der neuen Bauform z. B. Keilring- Trapezring-, Federstempel- und Crackerwalzen.

Universaldrillmaschinen

Universaldrillmaschinen dieser Art werden wegen hohen Eigengewichtes und großvolumiger Saatgutbehälter (> 2000 l) als Anhängegerät eingesetzt (siehe Abb. 8).

Die Vorwerkzeuge dienen allgemein der Saattbettoptimierung, d.h. eine sorgfältige Vorbearbeitung ist grundsätzlich erforderlich.

Besonders aktuell sind Vorwerkzeuge mit Scheibenelementen (Wellscheiben) oder , sog. Kurzscheibeneggen (fest eingestellter Arbeitswinkel).



Abb. 7: Kreiselegge mit aufgebauter Scheibenschardrille



Abb.8: Universaldrillmaschine mit passiv arbeitenden Vorwerkzeugen

Anordnung von Packerwalzen und Säscharen

Bei einigen Gerätetypen läuft die Packerwalze vor den Scheibenscharen und besteht aus Reifen mit Ackerstollenprofil oder Packerwalzen mit Keilringen (Durchmesser > 70 cm). Packerwalzen dienen der Rückverfestigung im Oberkrumenbereich. Darauf kann die Tiefenführung der Säschare eingestellt werden. Durch Druck- und Stützrollen erfolgt bei den meisten Geräten die Tiefenführung.

Bei der Anordnung des Packers nach dem Säschar dient der Packer vorwiegend als Druckrolle. Das ganzflächige Anpressen der Oberkrume kann bei ungünstigen Bedingungen die Infiltration von Regen beeinträchtigen und in Hanglagen die Erosion begünstigen. Vielfach dient der Reifenpacker dem Transport des Gerätes

Einordnung der Scheibenschare

Es werden zahlreiche Varianten angeboten, wozu Einscheiben- wie auch Zweiseibenschare gehören. Im Hinblick auf den Scheibendurchmesser ist anzumerken, dass ein Trend zu größeren Durchmesser (30 – 40 cm und größer) zu verzeichnen ist.

Nach der Scheibengröße und Druckbeaufschlagung je Schar werden derzeit folgende Gruppen gebildet:

- Rollschar (Scharbelastung bis 40 kg) werden inzwischen von den meisten Herstellern angeboten. Diese Schare können Schleppschar ersetzen womit Sämaschinen mulchsaatfähig werden. Allerdings erfordern Rollschar eine intensive Vorarbeit. Deshalb findet man Rollschar oft in Kombination mit Geräten zur Saatbettbereitung, wie Kreiselegge oder Zinkenrotor.
Rollschar untergliedern sich in drei Untergruppen:
Rollschar bestehend aus Metall- und Plastikscheibe. Die Plastikscheibe dient der Reinigung und Tiefenbegrenzung (siehe Abb.9).
Rollschar bestehend aus zwei Metallscheiben mit gleichem Funktionsprinzip
Einscheibenrollschar mit Abstreifer.
- Scheibensämaschinen bis 100 kg Scharbelastung
Scheibensämaschinen mit einer Scharbelastung bis 100 kg werden derzeit bei konservierender Bodenbearbeitung am häufigsten eingesetzt. Bei dieser Kategorie handelt es sich um Ein- oder Zweiseibenschare mit größerem Durchmesser (40 cm und größer). Um bei entsprechender Druckbeaufschlagung die Sätiefe halten zu können sind Druckrollen von Vorteil. Damit kann sowohl nach pflugloser Bodenbearbeitung wie auch nach Pflugfurche bestellt werden.



Abb 9. Rollschar aus Metall- und Plastikscheibe

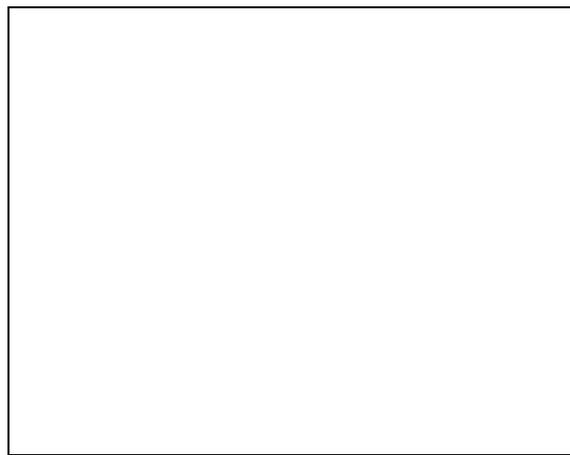


Abb. 10: Zweiseibenschar mit Druckrolle

Dreischeibensämaschinen

Dreischeibensämaschinen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Saatreihe durch ein Sech vorbearbeitet wird. Dieses Sech mischt und lockert den Boden. In dieser vorbearbeiteten Saatreihe läuft dann ein Zweischeibenschar, mit dem die Aussaat erfolgt (daher Dreischeibensysteme!). Dabei muss das Wellsech höher als das Säschar belastet werden, meist mit mehr als 200 kg. Es sollte einige Zentimeter tiefer als das folgende Säschar in den Boden eindringen.

3.3 Spezielle Mulch- und Direktsaatkombinationen

Scheibensämaschinen mit einer Scharbelastung über 100 kg eignen sich für:

Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (Voraussetzung: weitgehend ebene Oberfläche) oder Direktsaat unter günstigen Bedingungen z. B. nach Vorfrucht Winterraps u.a.

Bei feuchten Böden kann es bei hohem Schardruck zu Verdichtungen und Verschmierungen in der Saatrille kommen, welche die Wurzelentwicklung der Jungpflanze empfindlich stören können. Mit geeigneten Schar Konstruktionen (Einscheibenschar mit seitlichem Scharkörpern, Zackenscheiben, seitliche Stützrollen) lassen sich diese Nachteile verringern.

Bei höherem Strohbesatz kann es jedoch dazu kommen, dass dieses Stroh nicht geschnitten wird, sondern in die Saatrille eingeklemmt wird ("Haarnadeffekt"); auch mit einer höheren Scharbelastung lässt sich dies nicht verhindern. Bei größeren Strohmen gen ist wegen dieser Problematik eine flache Stoppelbearbeitung sinnvoll, z.B. mit Spatenrolle gge, Flachgrubber oder Kurzscheibenegge.

Grubbersämaschinen (Airseeder)

Airseeder, auch Grubbersämaschinen, haben Scharformen mit einer bandförmigen Saatgutablage. Da die Saatgutzuführung pneumatisch erfolgt, haben diese Geräte den Namen Airseeder erhalten. Airseeder können auf der unbearbeiteten Stoppel eingesetzt werden (z. B. zur Zwischenfruchtbestellung), kommen aber meist nach flacher Stoppelbearbeitung zum Einsatz. Ihr Einsatzbereich liegt vor allem auf Standorten mit mittleren Ertragspotentialen.

Infolge der bandförmigen Saatgutablage kann der Abstand zwischen den Scharen 25 - 45 cm betragen, so dass Verstopfungen selten auftreten.

Durch eine vorlaufende Schneid-Stützrolle ist es möglich, auch große Strohmen gen zu bewältigen.

Das neu entwickelte Winglet-Schar (siehe Abb. 12) zeichnet sich durch eine geringe Bodendisturbation und einem deutlich verringertem Zugkraftbedarf aus.

Bei einigen Airseedern ist eine Kombination von Saat und Düngung möglich. Spezielle Scharformen (siehe Abb. 11) ermöglichen die gemeinsame Ausbringung der Saat mit festen oder flüssigen Düngemitteln (PPF-System).

Zinkenschar-Sämaschinen

Im Gegensatz zu den Scheibenscharmaschinen benötigen Zinkenschar weniger Scharbelastung, da die schmalen Meißelschare auf Griff stehen. Zinkenschar-Sämaschinen sind besonders für die Direkt- oder Mulchsaat ohne Saatbettbereitung geeignet, jedoch weniger für den Einsatz auf gepflügtem Land.



Abb.: 11 Sägrubber (Airseeder) mit Saatgutablage hinter Grubberstil



Abb.: 12 Aufbau des Winglet-Schares

Sonderbauformen

Der Dyna Drive ist ein bodenantriebener Zinkenrotor, der eine flache und intensive Bodenbearbeitung ermöglicht. Der Dyna Drive eignet sich sowohl zur flachen Stoppelbearbeitung wie auch zur Saatbettbereitung. Mit einer aufgebauten Sämaschine erfolgt die Saatgutablage durch Drillrohre in den Erdstrom.

Der "Federpackernachläufer mit Säeinrichtung" (siehe Abbildung 13) eignet sich sowohl zum Aufbau auf zapfwellengetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten wie auch an Grubbern und Scheibengeräten.



Abb. 13: Sonderform: Stempelpackerwalze mit druckbeaufschlagten Särohren

Literatur:

Landwirtschaft ohne Pflug; (<http://www.pfluglos.de>)

Adressen:

Josef Kreitmayr
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Josef.Kreitmayr@LfL.Bayern.de

Christian Beckmann
Agrarbildungszentrums Landshut-Schönbrunn
Am Lurzenhof 3
84036 Landshut
E-Mail: Christian.Beckmann@abz.fh-landshut.de

Anhang 1:

Wie stark ist die Bodenerosion auf meinen Feldern?

Eine Anleitung zur Bestimmung des langjährigen mittleren Bodenabtrags

Rudolf Rippel

Warum muss ich den Boden vor Erosion schützen?

Bodenerosion ist die Verlagerung von Bodenmaterial an der Bodenoberfläche durch Wasser oder Wind als Transportmittel. Sie gilt nicht nur weltweit, sondern auch in Bayern als die derzeit größte Gefährdung der Böden und ihrer Funktionen. In Bayern spielt insbesondere die Erosion durch Wasser eine große Rolle. Hierdurch entstehen u. a. Schäden auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche durch

- Verletzen, Entwurzeln und Überdecken von Kulturpflanzen,
- Verlust an durchwurzelbarer Bodensubstanz und damit vermindertes Wasserspeicher-, Filter- und Puffervermögen,
- Verarmung des Bodens an Humus und Pflanzennährstoffen,
- Wegspülen von Saatgut, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln vom Ausbringungsort und Ablagerung an unerwünschter Stelle,
- Anreicherung von Schadstoffen durch Konzentration von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln im Ablagerungsbereich
- erschwertes Befahren der Äcker durch tiefe Erosionsrinnen oder Auflandungen,
- Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit geschädigter Böden,
- Minderung der Ertragsfähigkeit.

Andere Bestandteile des Naturhaushaltes werden zum Teil erheblich beeinträchtigt durch

- Einträge von Boden, Pflanzenschutzmitteln und Pflanzennährstoffen in benachbarte Biotope, Vorfluter oder andere Nachbarsysteme,
- Verschmutzung von angrenzenden Straßen, Wegen und Gräben.

Nach dem Bodenschutzrecht hat der Landwirt die Pflicht zur Gefahrenabwehr und zur Vorsorge. Diese Pflichten erfüllt der Landwirt i. d. R. durch die Anwendung der guten fachlichen Praxis. Zu deren Grundsätzen gehört, dass Bodenabträge durch standortangepasste Nutzung möglichst vermieden werden.

Wovon hängt das Ausmaß der Bodenerosion ab?

Bodenabtrag findet im wesentlichen auf Ackerflächen statt. Das Ausmaß der Bodenerosion hängt insbesondere von Art und Ausmaß der Niederschläge, von der Bodenart, von Hanglänge und -neigung und von den Bewirtschaftungsmaßnahmen des Landwirts ab. Der langfristige Bodenabtrag einer bestimmten Ackerfläche lässt sich unter Berücksichtigung dieser Faktoren mit Hilfe der **Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG)** bestimmen.

Wieviel Erosion verträgt der Boden?

Bodenabtrag lässt sich auf Ackerflächen nicht völlig vermeiden. Ideal wäre es, den Bodenabtrag so weit zu senken, dass er die natürliche Bodenbildung nicht übertrifft. Dann wäre allerdings auf vielen Flächen Ackerbau nicht möglich. Aus landwirtschaftlicher Sicht muss aber zumindest die langfristige Minderung der Bodenfruchtbarkeit erträglich bleiben. Flachgründige Böden mit niedriger Ackerzahl sind empfindlicher als tiefgründige mit einer hohen Ackerzahl. Dem entsprechend soll aus heutiger Sicht der mit Hilfe der ABAG ermittelte Abtrag 1 t bzw. 10 t pro Hektar und Jahr nicht übersteigen. Der gerade noch tolerierbare Abtrag (A_t) mitteltiefer Böden liegt dazwischen. 10 t Boden/ha entsprechen 1 kg Boden/m² oder etwa 0,6 mm Krumentiefe.

Unabhängig davon soll der Landwirt in erosionsgefährdeten Lagen alle zumutbaren Vorkehrungen in seiner Bewirtschaftung treffen, um den Bodenabtrag so gering wie möglich zu halten. Hierzu gehören Maßnahmen wie z. B. reduzierte Bodenbearbeitung, Mulchsaat, verbleibende Ernterückstände auf der Bodenoberfläche, Querbewirtschaftung, die richtige Standortwahl für den Anbau der Früchte, Zwischenfrucht, ein raues Saatbett, ausreichende Humus- und Kalkversorgung.

Wie ermittle ich den Bodenabtrag auf meinen Flächen?

Der mittlere langjährige Bodenabtrag kann mit Hilfe von PC-Programmen errechnet werden, die von den Landwirtschaftsämtern in der Beratung eingesetzt werden.

Ohne Computer kann der mittlere Bodenabtrag in einem vereinfachten Verfahren mit Hilfe der Tabellen 1 bis 6 abgeschätzt werden.

Zur Bestimmung des Bodenabtrags benötigt man einen Hangneigungsmesser. Verfügt man über eine Flurkarte im Maßstab 1 : 5.000 mit Höhenlinien, so kann mit etwas Übung das erosionswirksame Gefälle auch aus dem Abstand der Höhenlinien abzulesen werden (siehe Anhang 2). Am Ende des Heftes befindet sich außerdem eine Vorlage zum Herstellen eines einfachen, aber ausreichend genauen Hangneigungsmessers (Anhang 3). Anhand einer Flurkarte lässt sich auch die erosionswirksame Hanglänge recht genau bestimmen.

Daneben sind genaue Kenntnisse über die Bewirtschaftungsmaßnahmen auf der fraglichen Fläche, über die Mittlere Jahresniederschlagsmenge sowie über die Beschreibung der Fläche nach der Bodenschätzung notwendig. Diese Beschreibung ist der Schätzungskarte zu entnehmen, die z. B. am Landwirtschaftsamt vorliegt.

Eine Flächenbeschreibung lautet z. B. „L 3 L_ö 78/74“. Für die Bestimmung des Bodenabtrags sind die Bodenart (erste Buchstabenkombination, hier: L), die Zustandsstufe (hier 3; bei der Grünlandschätzung steht hier die römische Zahl I, II, oder III), die Entstehung (hier L_ö) und die letzte Zahl (Ackerzahl, hier: 74) von Bedeutung.

Nach der ABAG errechnet sich der langjährige mittlere Abtrag A [t / (ha * Jahr)] durch Multiplikation der Faktoren

- **R** = Regenfaktor
- **K** = Bodenfaktor
- **S** = Hangneigungsfaktor
- **L** = Hanglängenfaktor
- **C** = Bewirtschaftungsfaktor
- **P** = Querbewirtschaftungsfaktor

Die Landwirtschaftsämter können Hilfestellung bei der Ermittlung des Bodenabtrags geben.

Vorgehen zur Ermittlung des Bodenabtrags mit Hilfstabellen:

1. Schritt: Ermittlung der Toleranzgrenze A_t

Der tolerierbare Abtrag beträgt 1/8 der Acker- bzw. Grünlandzahl.

$$A_t = \frac{\text{Ackerzahl}}{8}$$

Für eine Fläche mit der Ackerzahl 74 ergibt sich somit ein gerade noch tolerierbarer mittlerer Abtrag von 9,3 t Boden pro Hektar in einem Jahr.

2. Schritt: Ermittlung des Regenfaktors **R**

Anhand der Mittleren Jahresniederschlagsmenge in mm lässt sich in Tabelle 1 der entsprechende Faktor R ablesen. Zwischenwerte werden interpoliert, z. B. ergeben 780 mm Mittlerer Jahresniederschlag einen R-Faktor von 63.

Tabelle 1: Regenfaktor R

Ø Nieder- schlag, mm/Jahr	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
R	40	44	48	52	56	60	65	69	73	77	81	85	90	94	98

3. Schritt: Ermittlung des Bodenfaktors **K**

Anhand der Bodenschätzung (s. o.) ermittelt man unter Berücksichtigung der Bodenart, der Entstehung und der Zustandsstufe den K-Faktor. Die Beschreibung L 3 Lö ergibt z. B. den Faktor 0,55.

Tabelle 2a: Bodenfaktor (K) aus der Ackerschätzung (E = Entstehung; Z = Zustandsstufe)

Bodenart	S	Sl	IS	SL	sL	L		LT		T
E \ Z	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-4	5-7	1-4	5-7	1-7
D	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50		0,40		0,30
Dg, Vg, Ag	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25	0,20	0,20		0,15
Al	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50		0,40	0,35	0,30
Lö	-	-	0,25	0,35	0,50	0,55		-		-
V	0,10	0,15	0,20	0,30	0,30	0,40	0,35	0,30	0,25	0,25

Tabelle 2b: Bodenfaktor aus der Grünlandschätzung (Z = I bis III)

Bodenart	S	IS	L	T	Wegen der groben Einteilung dieser K-Werte sollen nach Möglichkeit benachbarte Ackerschätzungen mit ähnlicher Bodenart verwendet werden.
	0,20	0,30	0,35	0,30	

4. Schritt: Ermittlung des Hanglängenfaktors L

Oft ist ein zu untersuchender Schlag wegen unterschiedlicher Hangneigung nicht überall in gleicher Weise von Erosion gefährdet. Deshalb ist zunächst der zu untersuchende erosionswirksame Hang in seiner Ausdehnung festzulegen. Dies ist die Fläche mit der stärksten Hangneigung einschließlich eines oben einsetzenden und unten ausklingenden Hangbereiches, für den Bodenerosion zu erwarten ist.

Tabelle 3: Hanglängenfaktor L

Hanglänge, m	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	270	300	350	400
L (bis 5 % Hangneigung)	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,2
L (über 5 % Hangneigung)	1,1	1,3	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,3

Die Festlegung erfolgt unabhängig von Grundstücksgrenzen. Strukturen wie z. B. Gräben, Wege, Feldraine oder dauerhafte Grenzfurchen, die abfließendes Oberflächenwasser seitlich abführen, wirken dagegen begrenzend. Für diese Fläche wird in Gefällrichtung die Hanglänge und anhand von Tabelle 3 der dazu gehörende L-Faktor bestimmt. Dabei wird unterschieden, ob die Hangneigung kleiner oder größer 5 % ist. Bei 120 m Länge ergibt das für den letzten Fall einen L-Faktor von 2,3.

5. Schritt: Ermittlung des Hangneigungsfaktors S

Für den nach 4. bestimmten Hangabschnitt wird die mittlere Hangneigung und der entsprechende S-Faktor ermittelt. (s. o.: Wie ermittle ich den Bodenabtrag auf meinen Flächen?)

Ein erosionswirksamer Hang mit durchschnittlich 9 % Gefälle ergibt nach Tabelle 4 einen S-Faktor von 1,0.

Ist man sich bei der unter 4. beschriebenen Festlegung der Fläche nicht sicher, so versucht man durch Änderung der Hanglänge und damit auch der mittleren Neigung die Kombination aus Hanglänge und -neigung zu finden, bei der nach Multiplikation der ermittelten L- und S-Faktoren der größte Wert erzielt wird.

Tabelle 4: Hangneigungsfaktor S

Hangneigung, %	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2
Hangneigung, %	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	30
S	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,4	6,1	6,8

Die Werte gelten für einen (nahezu) geraden Hang. Ist der Hang dagegen konkav, d. h. wird er nach unten immer flacher, so ist der S-Faktor zusätzlich mit 0,8 zu multiplizieren. Ist der Hang dagegen konvex, d. h. wird er nach unten immer steiler, so beträgt der zusätzliche Faktor 1,2.

Auch wenn das Wasser zusammenfließt, z. B. in einer Hangmulde, oder wenn es auseinander fließt, z. B. an einer Hangschulter, so hat dies Einfluss auf den Abtrag. Fließt das Wasser zusammen, so dass die Fließbreite im unteren Bereich des Feldes nur etwa halb so breit ist, wie im oberen Bereich, so ist der S-Faktor zusätzlich mit 1,4 zu multiplizieren.

6. Schritt: Ermittlung des Bewirtschaftungsfaktors C

Unter Berücksichtigung der angebauten Früchte, des Verbleibs von Ernterückständen, der Bodenbearbeitung und spezieller Bestellverfahren wird der C-Faktor ermittelt (Tabellen 5a - 5d).

Dabei ist den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechend zu interpolieren. Eine Fruchtfolge Zuckerrüben-Getreide-Getreide mit Mulchsaat und Saatbettbereitung vor der Blattfrucht ergibt z. B. den C-Faktor 0,08.

Tabelle 5a: Bewirtschaftungsfaktor C für **reine Mähdrusch-Fruchtfolgen** (ohne Körnermais)

	mit regelmäßiger Verwendung des Pflugs			ohne Pflug
	„reiner Tisch“ *	mittel	„raues Feld“ *	
Anteil Gerste + Raps				
bis 33 %	0,1	0,07	0,04	0,03
über 33 bis 50 %	0,1	0,08	0,05	0,04
über 50 %	0,1	0,08	0,06	0,04

Tabelle 5b: Bewirtschaftungsfaktor C für **Kartoffel-Getreide-Fruchtfolgen**

Kartoffelanteil	keine Bodenbedeckung über Winter vor Kartoffeln			mit Bodenbedeckung über Winter vor Kartoffeln		
	„reiner Tisch“**	mittel	„raues Feld“**	mit Frühjahrsdamm	mit Winterdamm	zusätzl. pfluglos vor Getreide
25 %	0,14	0,12	0,10	0,10	0,05	0,04
33 %	0,16	0,14	0,12	0,10	0,06	0,05

Tabelle 5c: Bewirtschaftungsfaktor C für **Zuckerrüben-Getreide-Fruchtfolgen**

Zuckerrübenanteil	keine Bodenbedeckung über Winter vor Zuckerrüben			mit Bodenbedeckung über Winter vor Zuckerrüben		
	„reiner Tisch“**	mittel	„raues Feld“**	ZR mit Saatbettbereitung	ZR ohne Saatbettbereitung	zusätzl. pfluglos vor Getreide
25 %	0,12	0,10	0,08	0,08	0,04	0,04
33 %	0,14	0,12	0,10	0,08	0,05	0,05

Tabelle 5d: Bewirtschaftungsfaktor C für **Mais-Getreide-Fruchtfolgen** und Fruchtfolgen mit verschiedenen Hackfrüchten

Hackfruchtanteil	keine Bodenbedeckung über Winter vor Hackfrucht			mit Bodenbedeckung über Winter vor Hackfrucht		
	„reiner Tisch“**	mittel	„raues Feld“**	Hackfr. mit Saatbettbereitung	Hackfr. ohne Saatbettbereitung	zusätzl. pfluglos vor Getreide
25 %	0,15	0,13	0,11	0,08	0,04	0,04
33 %	0,18	0,16	0,14	0,08	0,05	0,05
50 %	0,28	0,27	0,26	0,10	0,08	0,05
66 %	0,40	0,38	0,36	0,12	0,09	0,06

*** Erläuterung:**

- *reiner Tisch:* nach der Ernte wenig Ernterückstände auf der Bodenoberfläche (z. B. Strohnutzung); Saatbett wenig strohbedeckt und glatt; keine Zwischenfrucht; langer Zeitraum zwischen Pflugfurche und Aussaat der Folgefrucht (z. B. frühe Sommerfurche oder Schälten ohne Zwischenfruchtanbau)
- *raues Feld:* nach der Ernte viele Ernterückstände auf der Bodenoberfläche; kurze Zeit zwischen wendender Bodenbearbeitung und Aussaat der Folgefrucht oder raue, mit Rückständen *bedeckte* Bodenoberfläche, eventuelle mit Zwischenfruchteinsaat oder aufgelaufenen Ausfallsamen
- *mit Bodenbedeckung über Winter vor der Hackfrucht*
 - *mit Saatbettbereitung (Frühjahrsdamm) vor der Hackfrucht:*
Bodenbedeckung durch abgestorbene Pflanzenreste nach der Aussaat der Hackfrucht unter 30 %
 - *ohne Saatbettbereitung (Winterdamm) vor der Hackfrucht:*
Bodenbedeckung durch abgestorbene Pflanzenreste nach der Aussaat der Hackfrucht über 30 %
 - *zusätzlich pfluglos vor Getreide:*
Bodenbedeckung durch abgestorbene Pflanzenreste nach der Aussaat aller Kulturen über 30 %

7. Schritt: Ermittlung des Querbearbeitungsfaktors P

Die Bewirtschaftung quer zum Gefälle bremst bei nicht zu großer Hanglänge den Oberflächenabfluss des Wassers. Wird die vom Gefälle abhängige maximale Hanglänge für diesen positiven Effekt nicht überschritten, so ist der entsprechenden P-Faktoren einzusetzen. Andernfalls ist P = 1. In unserem Beispiel wird die für eine Hangneigung von 9 % geltende maximale Hanglänge von 40 m deutlich überschritten, P ist demzufolge 1 (Tabelle 6).

Tabelle 6: Querbewirtschaftungsfaktor P

Hangneigung, %	1-2	3-5	6-8	9-12	13-16	17-20	21-25
Hanglänge bis	130 m	100 m	70 m	40 m	30 m	20 m	17 m
P	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

8. Schritt: Ermittlung des mittleren Abtrags

Für die genannten Beispiele errechnet sich ein Abtrag von

$$A = 63 * 0,55 * 2,3 * 1,0 * 0,08 * 1,0 = 6,4 \text{ [t / ha und Jahr].}$$

9. Schritt: Prüfung, ob der tolerierbare Abtrag überschritten wird

In unserem Beispiel liegt der ermittelte Abtrag von 6,4 t pro ha und Jahr unterhalb des errechneten tolerierbaren Abtrags. Nachdem der Landwirt mit der Mulchsaat geeignete und zumutbare Schritte um Erosionsschutz ergriffen hat, kann er davon ausgehen, dass er nach guter fachlicher Praxis handelt.

Wäre der errechnete Abtrag deutlich höher, müsste er sich überlegen, welche weiteren Maßnahmen des Erosionsschutzes von ihm anzuwenden wären. Mit einem Verzicht auf die Saatbettbereitung zu den Zuckerrüben könnte im genannten Beispiel der Abtrag um 38 % auf 4,0 t /ha und Jahr gesenkt werden.

Literatur:

Auerswald, K; v. Perger P. (1998): Bodenerosion durch Wasser - Ursachen, Schutzmaßnahmen und Prognose mit PC-ABAG. AID-Heft Nr. 1378, AID (Hrsg.), Bonn, 38 S.

Schwertmann, U; Vogl, W.; Kainz M. unter Mitarbeit von Auerswald K.; Martin, W. (1987): Bodenerosion durch Wasser - Vorhersage des Bodenabtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer, 64 S.

Anhang 2:

Bestimmung der erosionswirksamen Hangneigung und Hanglänge mit Hilfe der 5 m - Höhenlinien einer Flurkarte mit dem Maßstab 1 : 5.000

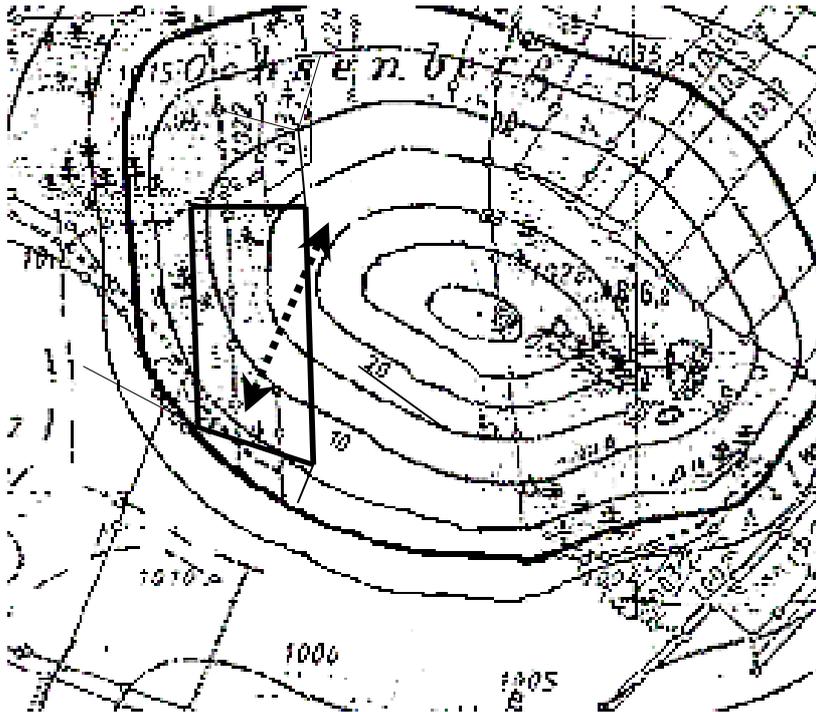


Abbildung 1: Bestimmung der erosionswirksamen Hangneigung und Hanglänge

- Wesentlich für das Ausmaß des Bodenabtrags ist die **Hangneigung** des Schlages, die über den größeren Teil des Hanges vorliegt.
- Aus einer Flurkarte mit Höhenlinien ergibt sich die Hangneigung aus dem senkrechten Abstand der Höhenlinien zueinander. Aus der Beschriftung der Höhenlinien ist der Höhenunterschied zwischen den Höhenlinien abzulesen, im gekennzeichneten Flurstück (Abbildung 1) ist die Beschriftung z. B. „10“ und „20“ (Höhenmeter). Damit ergibt sich, dass zwischen zwei dieser Höhenlinien das Gelände um 5 m nach Nordosten ansteigt (in der Regel bezeichnen die **durchgezogenen** Höhenlinien 5 m - Stufen).
- Der Abstand dieser Höhenlinien ist im oberen Hauptbereich dieses Hanges etwa 3,5 mm.
- Auf einer Karte mit dem Maßstab 1 : 5.000 entspricht 1 mm einer waagrechten Strecke von 5 m; 3,5 mm entsprechen 17,5 m.

- Demnach steigt das Gelände hier auf einer Strecke von 17,5 m um 5 m an. 5 m sind rund 29% von 17,5 m, es handelt sich hier also um einen Hang mit 29 % Hangneigung. Weitere Werte sind der Tabelle 1 zu entnehmen.
- Bei unterschiedlich ausgeprägter Hangneigung bestimmt man die **durchschnittliche** Hangneigung, indem man den Abstand über mehrere 5 m - Höhenlinien hinweg misst und diesen Abstand durch die Zahl der 5 m - Stufen teilt. In unserem Beispiel ergibt sich entlang der gestrichelten Linie zwischen den äußeren Höhenlinien ein Abstand von ca. 24,5 mm. Er umfasst sieben 5 m - Höhenstufen. Der durchschnittliche Abstand wäre demnach 3,5 mm, was wie oben einer durchschnittlichen Hangneigung von 29 % entspricht. Bei weniger steilen Hängen, wie sie bei Acker- nutzung meist vorliegen, nimmt die Genauigkeit dieser Bestimmung der Hangneigung zu.
- Mit Hilfe der Skala am den seitlichen Rändern des Hangneigungsmessers (Anhang 3) lässt sich das Gefälle direkt aus dem gemessenen Abstand der **5 m** - Höhenlinien ablesen.
- Die erosionswirksame **Hanglänge** wird so gemessen, wie das Wasser abfließt, also senkrecht zu den Höhenlinien. Im Beispiel des in der Abbildung dargestellten Schlags stellt die gestrichelte Linie die erosionswirksame Hanglänge dar, also etwa 28 mm in der Karte oder 140 m in der Natur.
- Die erosionswirksame Hanglänge wird im Allgemeinen oben begrenzt von einer Verebnung des Hanges (hier die Bergkuppe), unten von einem Auslaufen des Gefälles. Im Hang kann sie unterbrochen werden von Landschaftsstrukturen, die das Oberflächenwasser ableiten oder deutlich bremsen, also z. B. von einem Graben, von einem wasserableitenden Weg, von einer Hecke mit Randfurche, von Grünland oder Wald. Eine Schlag- oder Flurstücksgrenze alleine (ohne deutlichen Rain o. ä.) stellt keine Begrenzung dar.

Tabelle 1: Abstand der 5 m - Höhenlinien und Hangneigung (Maßstab 1 : 5.000)

Abstand der 5 m - Höhenlinien mm	Hang- neigung %	Abstand der 5 m - Höhenlinien mm	Hang- neigung %	Abstand der 5 m - Höhenlinien mm	Hang- neigung %
3,0	33	6,5	15	12 - 13	8
3,5	29	7,0	14	14 - 15	7
4,0	25	8,0	13	16 - 18	6
4,5	22	8,5	12	19 - 22	5
5,0	20	9,0	11	23 - 28	4
5,5	18	10	10	29 - 40	3
6,0	17	11	9	über 40	≤ 2

Anhang 3: Hangneigungsmesser

Visierkante

Loch bohren für 30 cm langen Faden mit Gewicht (z.B. Taschenmesser)

Visierkante

Hangneigungsmesser zur Bestimmung des Bodenabtrages

Die Hangneigung wird für den Bereich des Hauptgefälles bestimmt, der für das Erosionsgeschehen der Fläche ausschlaggebend ist.

Die Hangneigung wird von unten oder von oben senkrecht zum Hang (zu den Höhenlinien) gemessen.

Am besten visiert man von oben entlang der Bodenoberfläche oder entlang eines gleichmäßig gewachsenen Pflanzenbestandes (Abb.1). Ist dies nicht möglich, muss die eigene Körpergröße beim Visieren so berücksichtigt werden, dass die Visierlinie parallel zu dem zu messenden Hangabschnitt verläuft.

Zum Visieren hält man den Neigungsmesser etwa 30 – 40 cm vom Auge entfernt und peilt entlang der Visierkante (Abb.2).

Nach dem Auspendeln des Gewichtes hält man den Faden mit dem Daumen fest und liest die Hangneigung auf der Skala ab (Abb.3).

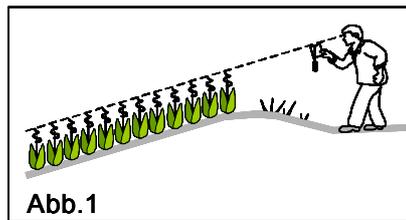


Abb.1

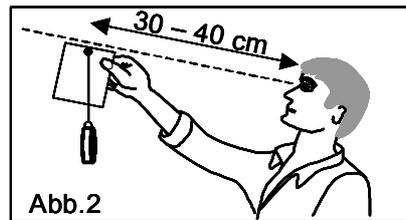


Abb.2

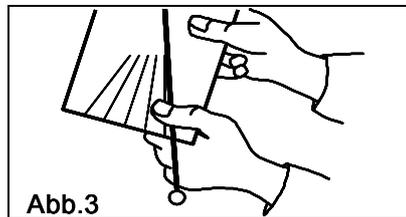


Abb.3

Zur genauen Bestimmung wird die Messung drei Mal durchgeführt und der Mittelwert bestimmt.

Abstand der 5m-Höhenlinien (M: 1:5.000) = Hangneigung in %

25
23
21
19
17
15
13
11

Abstand...
...der 5m - Höhenlinien (M: 1:5.000) = Hangneigung in %

10 %
9 %
8 %
7 %
6 %
5 %
4 %
3 %
2 %



Vorlage oberhalb der Visierkante, entlang der seitlichen Skalen und unten ausschneiden und auf einen starken Karton oder eine dünne Sperrholzplatte kleben oder heften. Wichtig ist, dass die Visierkante gut mit einer Seite der Platte übereinstimmt.

Nach Mosimann 1999, Terragon Ecoexperts AG, verändert