

# GRUNDBODENBEARBEITUNG

Alle Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen haben das Ziel, eine optimale Bestandsgründung durch Schaffung günstiger Keim-, Feldaufgangs- und Wachstumsbedingungen für die Wurzeln und den Spross zu ermöglichen. Das Bodengefüge soll zudem stabilisiert werden, um Verschlammung und Erosion zu vermeiden.

## 1 Tiefgründige Grundbodenbearbeitung

### 1.1 Vor- und Nachteile der wendenden tiefgründigen Grundbodenbearbeitung (Pflug)

Herkömmlich erfolgt die krumentiefe Bodenbearbeitung wendend mit dem Pflug. Dies hat besonders Vorteile aus der Sicht der Unkrautbekämpfung, der Unterbrechung von Infektionskrankheitsketten für Schaderreger sowie der Minderung des Befalls mit Mäusen und Schnecken. Mit der Lockerung des Bodens wird zudem die Sauerstoffversorgung verbessert, was die schnellere Umsetzung der organischen Substanz fördert. Weiterhin wird die Oberfläche eingeebnet und es kommt zu einer sauberen Einarbeitung von Pflanzenresten, wie Unkraut und Ernteresten, sowie von organischen Düngern wie Festmist oder Gülle. Somit wird ein „reiner Tisch“ für die Saat geschaffen. Zudem ist bei einem Feldfutter- oder Wiesenumbruch eine Neuansaat unproblematischer als bei einer nichtwendenden, und/oder nur oberflächigen Bodenbearbeitung.

Mit dem Pflugeinsatz sind aber auch eine Reihe von Risiken und Nachteile verbunden denn durch das Pflügen wird massiv in das Bodengefüge und das Bodenleben eingegriffen. Das Gefüge des Bodens wird durch die Lockerung und Wendung stark verändert. Durch die eingeebnete und unbedeckte Bodenoberfläche ist eine Verschlammung und Winderosion leichter möglich. Grobporen wie Regenwurmgänge werden abgeschnitten und das Wasseraufnahmevermögen bei starken Niederschlägen herabgesetzt. Das Bodenleben, insbesondere die Regenwürmer, werden vor allem durch das Vergraben der Nahrung geschädigt. Die Bodenstruktur wird durch das fehlende Verkleben der mineralischen Bodenbestandteile, die sich aus der Verdauungstätigkeit des Regenwurms ergibt, zunächst geschädigt. Bei feuchten Bodenverhältnissen besteht zudem die Gefahr den Boden durch die Pflugschare und durch den Schlupf des Traktorrades zu verschmieren. Es kommt dann zur Bildung von Pflugsohlen. Diese stören die Wasserführung und das Pflanzenwachstum spürbar und sind nur schwer zu beseitigen. Weiterhin wird durch das Fahren mit dem Traktorrad in der Pflugfurche eine hohe Druckbelastung auf den Unterboden ausgeübt. Diese kann zu kaum reparablen Unterbodenverdichtungen führen. Der hohe Kraftaufwand für das Pflügen bedingt vergleichsweise geringe Arbeitsbreiten mit einem großen Anteil an Fahrspuren auf der Fläche. Damit sind auch ein hoher Verbrauch an Dieselmotorkraftstoff und ein hoher Arbeitsaufwand verbunden.

Aus der Sicht des Bodentyps ist vor allem auf schweren und staunassen Böden eine regelmäßige wendende Bodenbearbeitung sinnvoll. Auf solchen Böden ist das Pflügen im Winter mit der darauffolgenden Frostgare wichtig für ein ausreichend krümeliges und abgesetztes Saatbett. Auf Flächen die aufgrund langjähriger Mulchsaattechnik einen hohen Unkrautdruck aufgebaut haben, ermöglicht der Pflug eine schnelle und unkomplizierte Lösung für dieses Problem. Oftmals ist der

Pflug in Kombination mit einer tieferen Bodenlockerung die letzte und effektivste Lösung bei Fahrschäden und Bodenverdichtungen.

## 1.2 Vor und Nachteile der nicht wendenden tiefgründigen Grundbodenbearbeitung

Mit der Mulchsaat besteht heute die Tendenz zur flacheren Bodenbearbeitung. Unter günstigen Bodenstruktur- und Vorfruchtbedingungen kann auf ein tieferes Lockern gänzlich verzichtet werden. Dies trifft dann aber sicherlich nur in Einzelfällen zu, denn auch bei der konservierenden Bodenbearbeitung sind je nach Bedingungen von Zeit zu Zeit tiefgründige Maßnahmen der Grundbodenbearbeitung von Nöten. Denn gefügestabile, gut durchlüftete Böden mit hoher Nährstoffverfügbarkeit bzw. Nährstofffreisetzung sind unter anderem die Voraussetzung für konservierende Bearbeitungsverfahren.

Durch das Anheben und Aufbrechen des Unterbodens bleibt die natürliche Bodenstruktur erhalten und damit vor allem auch die Regenwurmgänge, die den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens verbessern. Zudem verbleiben die Ernterückstände auf der Bodenoberfläche wobei die oberste Bodenschicht kaum zerstört wird. Dies mindert die Erosionsgefahr, die eingeschränkte Lockerung verbessert zudem die Gefügestabilität sowie die Befahrbarkeit des Bodens und begrenzt damit die Verdichtungsgefahr. Weitere günstige Wirkungen auf bodenphysikalische Eigenschaften sind die geringere Verschlammungsneigung, die reduzierte Stickstoffmobilisation und eine geringere Störung des Bodenlebens.

Von Nachteil sind die nicht wendenden Verfahren jedoch bei der Einarbeitung von Ernterückständen, so dass der Zerkleinerung und gleichmäßigen Verteilung von Ernterückständen, vor allem bei der nachfolgenden flachgründigen Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung (siehe unten), eine große Bedeutung zukommt. Besonders das Auftreten von Wurzelunkräutern gefährdet Systeme einer nicht wendenden Bodenbearbeitung. Zudem sind Fahrschäden und Schadverdichtungen auch mit Tiefenlockerungsgeräten nur schwer wieder zu beseitigen.

## 1.3 Geräte für die tiefgründige Bodenbearbeitung

Im konventionellen Anbausystem erfolgt die krumentiefe Bodenbearbeitung nach der Stoppelbearbeitung als wendende Bearbeitung mit dem Pflug. Mit ihm wird die obere Bodenschicht bis in ca. 25 cm Tiefe gewendet und gelockert. Es gibt ihn als Beet- oder Drehpflug in angebauter oder aufgesattelter Ausführung. Der klassische Streichblechpflug ist in unterschiedlichen Arbeitsbreiten mit verschiedenen geformten Pflugkörpern und Scharen erhältlich.



**Abbildung 1:** Onland-Pflug. (Quelle: [landwirtschaft.sachsen.de](http://landwirtschaft.sachsen.de))

Durch die Auswahl von Körper- und Scharform und die Wahl der Verfahrensparameter, wie z. B. Arbeitstiefe, Schnittbreite und Fahrgeschwindigkeit, kann eine für die jeweilige Bodenart und den vorliegenden –zustand optimierte Bearbeitung erreicht werden. Allen Bauarten herkömmlicher Pflüge ist gemeinsam, dass der Schlepper mit den Rädern einer Seite in der Furche

fährt. Durch die mechanische Belastung des Furchengrundes, besonders in Verbindung von Druck und Schlupf, kann es zu Furchenrad- und Unterbodenschadverdichtungen kommen (siehe Nachteile wendender tiefgründiger Grundbodenbearbeitung). Beim **Onland-Pflug** (Abbildung 1) fahren alle Räder des Schleppers auf dem ungepflügten Boden und eine Belastung des Furchengrundes durch Radlast und Schlupf wird vermieden. Nachteilig ist die schlechtere Zugkraftübertragung bei schmieriger oder gelockerter Bodenoberfläche.

Eine maximal krumentiefe Lockerung erfolgt bei der konservierenden Bodenbearbeitung bei Bedarf mit **Grubbern**, häufig ausgerüstet mit speziellen **nichtwendenden Werkzeugen**. Im Hinblick auf die Bearbeitungswirkung unterscheiden sich Grubber hauptsächlich in ihrem Strich- und Balkenabstand, der Zinken- und Scharform, sowie den eingesetzten Nachläufern (Nachläufer: siehe Stoppelbearbeitung). Herkömmliche Grubber mit mischenden Scharen in leichter Bauweise die eher flachgründig arbeiten sind für diese Arbeit nicht geeignet. **Tiefengrubber** oder **Tiefenlockerer** für krumentiefes Lockern müssen über ausreichend Rahmenhöhe und Werkzeugabstände verfügen um auch in größeren Arbeitstiefen und großen Massen von Ernterückständen störungsfrei arbeiten zu können. Die etwa 50 cm breiten Schare ermöglichen ein ganzflächiges Durchscheiden des Bodens und hinterlassen eine mehr oder weniger ebene und kaum zerstörte Oberfläche, ohne Pflanzen- und Stoppelreste einzuarbeiten. Entscheidend für eine gute und nachhaltige Lockerung- und Bruchwirkung ist ein ausreichender Anstellwinkel der Schare



**Abbildung 2:** Kombination aus Tiefenlockerer und Kreiselegge. (Quelle: gujerland.com)

schweren Böden und tiefer Lockerung eine hohe Schlepperleistung.

von mindestens etwa 35°. Dies gilt besonders wenn derartige Werkzeuge auf feuchten Böden eingesetzt werden. Will man auf einen weiteren Arbeitsgang zur flachgründigen Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung verzichten, lassen Kombinationen aus Tiefengrubber und zapfwellenbetriebenen Geräten (z.B. Kreiselgrubber) eine tiefere Lockerung und Saatbettbereitung in einem Arbeitsgang erledigen (siehe Abbildung 2). Dies erfordert jedoch vor allem bei

Eine spezielle Entwicklung ist zudem der sogenannte **Parapflug**. Die seitlich eingestellten Lockerungswerkzeuge können auch Verdichtungszone bis in 50 cm Tiefe aufbrechen.

## 2 Flachgründige Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Das Ziel der flachgründigen Grundbodenbearbeitung zur Saatbettbereitung ist es, den Boden so herzurichten, dass alle Saatkörner zügig keimen und dass die Krume bis zur Ernte ihre optimale Struktur beibehält. Ein keimendes Korn braucht Wasser, Wärme und Sauerstoff, der Keimling zusätzlich eine lockere Krume beim Durchstoßen der Oberfläche. Eine ideale Bodenbearbeitung hinterlässt unter dem Saatkorn einen leicht verfestigten Boden, in dem das Wasser kapillar nach oben steigt und ein lockeres Krümelgemisch oberhalb des Saatkorns, damit Wärme und Sauerstoff rasch in den Boden eindringen können. Von diesen pflanzenbaulichen Vorstellungen lassen sich für die Saatbettbereitung folgenden Aufgaben ableiten:

- Einebnen der Oberflächen,
- Zerkleinern und Krümeln von Kluten und Schollen,
- Gleichmäßig tiefe Bearbeitung,
- Rückverdichten des Bodens unterhalb der Saatkornablage (Bodenschluss) und
- Aufbrechen von Krusten.

Die Keimung ist umso rascher je feiner das Saatbett ist. Kurzfristig mag ein feiner Boden von Vorteil sein, langfristig kann es zum Nachteil umschlagen, denn mit zunehmender Feinheit neigt ein Boden zum Verschlämmen und zur Dichtlagerung. Sehr feine Krümel in der Ablagetiefe des Korns und gröbere an der Oberfläche würden diesen allgemeinen Vorstellungen entsprechen. Bei instabilen Böden, meist mit hohem Schluffanteil, sind Maßnahmen zur Stabilisierung, wie das Kalken von Vorteil. Das Krümeln der groben Bodenaggregate wird einmal durch die Zerkleinerungsintensität der Geräte, die Häufigkeit der Arbeitsgänge und schließlich durch die Bearbeitbarkeit des Bodens bestimmt. Letzteres wird durch den Wassergehalt und die Konsistenz (Festigkeit und Dichtlagerung) bestimmt. In der Praxis bedeutet dies, dass sich ein Boden im Frühjahr, nachdem ihn der Frost aufgefroren hat, bei gleichem Wasserhaushalt leichter krümeln lässt, als direkt nach dem Pflügen vor dem Winter.

Wird die Folgefrucht ohne vorheriges Pflügen (d.h. Mulchsaat) eingesät, sorgt die flachgründige Bodenbearbeitung neben der Saatbettbereitung zudem für eine saubere Durchmischung der Ernterückstände mit dem Boden. Dies stellt bei genügend Feuchtigkeit optimale Bedingungen für Bakterien und Bodenlebewesen her, die die Zersetzung des organischen Materials übernehmen und für eine optimale Rotte sorgen. Wird das Stroh geerntet beschränkt sich die verbleibende organische Masse auf die Stoppel, die sich durch entsprechende Technik wirkungsvoll im flachen Bereich einmischen lässt.

Nach jeder Bodenbearbeitung wird die Mineralisation im Boden angeregt, so dass Stickstoff (N) freigesetzt wird (ca. 30-50 kg N/ha). Desweiteren ist nach jeder Ernte Reststickstoff im Boden vorhanden. Ist keine Pflanzendecke vorhanden die diesen N aufnehmen kann, ist der Verlust durch Auswaschung unaufhaltsam. Aus diesem Grund und durch die Tatsache dass Winterkulturen wenig N im Herbst aufnehmen, sollte die flachgründige Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung erst kurz (paar Tage) vor der Saat erfolgen. Parzellen mit folgender Sommerkultur sollten nach dem Stoppelsturz (und der Zwischenfruchtsaat) nicht mehr bis zum Frühjahr bearbeitet werden.

## 2.1 Geräte für die flachgründige Bearbeitung und Saatbettbereitung

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen und der sehr vielseitigen Einsatzbedingungen ist das Angebot an Oberflächen-Nachbearbeitungsgeräten außerordentlich vielfältig. Ganz allgemein können diese unterteilt werden in gezogene Geräte und solche mit Zapfwellenantrieb. Einzelgeräte sind jedoch meist nicht in der Lage, alle gewünschten Effekte zufriedenstellend zu erfüllen. Dies



**Abbildung 3:** Schartypen, von links nach rechts: Gänsefuß-, Flügel- und Doppelherzschar. (Quelle: vogel-noot.info)

gilt vor allem für die gezogenen Nachbearbeitungsgeräte, deren Arbeitseffekt nicht so „gezielt“ an unterschiedliche Bodenverhältnisse und Anforderungen der jeweiligen Fruchtart angepasst werden können wie z. B. bei Eggen mit Zapfwellenantrieb. Ob nun gezogene oder zapfwellengetriebene Geräte eingesetzt werden muss in Abhängigkeit von Bodenart (Zerfallsneigung) und Primärbodenbearbeitung entschieden

werden. Gezogene Geräte eignen sich allgemein eher auf leichten bis mittelschweren Böden, bei wenigen Pflanzenrückständen auf der Bodenoberfläche. Zapfwellengetriebene Geräte spielen ihre Vorteile eher auf schweren Böden und/oder bei vielen Ernterückständen aus.



**Abbildung 4:** Kreiselegge. (Quelle: amazone.de)

Für eine flache, mulchende Oberflächenbearbeitung werden überwiegend gezogene Geräte wie Scheibeneggen oder Grubber eingesetzt. Grubber eignen sich wegen ihrer vielfältigen Bauform sowohl zur flachgründigen Grundbodenbearbeitung wie auch zur Saatbettbereitung; sie haben somit einen breiteren Einsatzbereich. Sie lockern, mischen, krümeln und ebenen den Boden und können je nach Bearbeitungstiefe verkrustete Bodenschichten aufbrechen. Die Grubber

unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Schartypen und -geometrie, der Werkzeuganordnung und Werkzeugabstände sowie der Aufhängung. Bei der **federnden Aufhängung** wird der Zerkleinerungseffekt durch die ständige Vibration der Schare gegenüber dem **starrten Werkzeugträger** mit Scherbolzen erhöht, jedoch ermöglichen erstere keinen gleichmäßigen Tiefgang. Bei den **Grubberschartypen** (siehe Abbildung 3) ist allgemein zwischen Doppelherz-, Flügel-, Gänsefuß- und Meißelscharen zu unterscheiden. Dabei gilt allgemein, dass tieferes Lockern eher mit schmalen Scharen und flaches Mischen mit breiten Scharen zu bewerkstelligen ist. **Doppelherzschare** hinterlassen eine grobe Struktur an der Oberfläche bei einer starken Durchmischung und einer rillenförmigen Sohle. **Flügelschare** hinterlassen eine feinklutige Oberfläche bei starker Durchmischung mit einer eher flacheren Rillenstruktur an der Sohle. In 2-balkiger Anordnung sind sie meist mit Hohlscheiben zur Einebnung ausgerüstet. Ihre kurze Bauform erlaubt zusätzlich das Tragen eines Nachläufers. Ein sicheres Arbeiten der

Flügelschare, insbesondere bei harten Bodenverhältnissen, ist bei einer flachen Bearbeitung allerdings nicht möglich, da diese erst bei einer Tiefe von ca. 10 cm sauber arbeiten. Bei der Grundbodenbearbeitung von bis zu 20 cm Tiefe ist der Flügelschargrubber jedoch bedenkenlos einsetzbar. **Gänsefußschare** sorgen für wenig Bodenbewegung an der Oberfläche bei geringer Mischwirkung. Es kommt zu einem flächigen Anheben wobei ein gleichmäßiges Arbeitsbild zurückbleibt. Die Sohle ist nahezu eben. Gänsefußschare sind aus den oben genannten Gründen eher in der Stoppelbearbeitung einsetzbar. **Grubberkombinationen** weisen in der Regel eine aufgesattelte Bauform auf und können mehrere Werkzeuggruppen hintereinander mit sich führen. Vor- und nachlaufende Walzen bzw. Gummiräder übernehmen die Tiefenführung. Die Grubberzinken sind an mindestens 4 Balken aufgehängt und weisen einen Strichabstand von 20 cm wie die herkömmlichen Grubber auf. Zum Zerkleinern, Einmischen und Einebnen folgen dem Grubber dann Scheiben oder Scheibenegge, kleine Federzinken in engem Strichabstand oder Striegel. Letztlich angebaute schwere Packerwalzen sind für die nötige Rückverfestigung



Abbildung 5: Bodenfräse (Quelle: mlt.co.at)

verantwortlich. Bei diesen Grubbern sind die Schare auswechselbar, d.h. je nach Bearbeitungsform können sie mit entsprechenden Scharen ausgerüstet werden und auch zur tiefen Grundbodenbearbeitung eingesetzt werden. Für den schnelleren Austausch bieten verschiedene Hersteller Schnellwechselsysteme an. Dieses vielseitig einsetzbare Gerät eignet sich

hervorragend für Landwirte die auf den Pflug verzichten und mit nur einem

Bodenbearbeitungsgerät auskommen wollen. Allerdings sind diese Geräte eher für Großbetriebe geeignet.

Geräte mit Zapfwellenantrieb sorgen für eine verlustarme Übertragung der Traktor-Motorleistung und eine maßgerechte Einstellung des Zerkleinerungseffekts welcher über die Werkzeugform, die Umdrehungsgeschwindigkeit sowie die Fahrgeschwindigkeit geregelt wird. Hier genügt, durch ihr sehr aggressives Arbeiten, meist auch auf harten, trockenen und schweren Böden, ein einmaliger Bearbeitungsgang, was für weniger Bodenbelastung durch mechanische Auflast aber größere Gefügedestabilisierung sorgt. Nachteilig sind jedoch die, relativ zu den gezogenen Geräten, teuren Anschaffungs- und Verschleißkosten, die beschränkte Arbeitsbreite und die geringere



Abbildung 6: Zinkenrotor. (Quelle: tortella.it)

Flächenleistung. Zudem werden diese Geräte oft in Kombination zur Aussaat eingesetzt, was einen weiteren Arbeitsgang einspart. Zapfwellengetriebene Geräte gibt es in vielen Variationen, sei es als horizontal rotierende **Kreiseleggen** (Abbildung 4)

oder **Kreiselgrubber** und vertikal rotierende **Bodenfräsen** (Abbildung 5) und **Zinkenrotoren** (Abbildung 6). Kreiseleggen haben den Vorteil dass es zu einer gleichmäßigen Einebnung kommt. Zinkenrotoren überzeugen dabei durch ihre intensive Zerkleinerung und die relativ gute Einarbeitung von Pflanzenresten. Es kommt jedoch nur zu einem mäßigen Einebnen. Die Fräse ist

dem Zinkenrotor ähnlich, arbeitet jedoch durch eine andere Werkzeuganordnung tiefer als der Zinkenrotor.

### **3 Fazit**

Neben der konventionellen Bodenbearbeitung, wo die krumentiefe Grundbodenbearbeitung Standard ist, wird je nach vorliegenden Standortverhältnissen auch im konservierenden Anbauverfahren eine nichtwendende tiefgründige Bodenbearbeitung notwendig. Die flachgründige Bearbeitung dient dabei vor allem der Saatbettbereitung. Das Angebot an Bodenbearbeitungsgeräten ist groß und lässt sich so an die unterschiedlichen Anforderungen anpassen. Kombinationen ermöglichen die Durchführung mehrerer Arbeitsgänge wie eine tiefe Lockerung, eine intensive Einarbeitung der Ernterückstände oder eine Einebnung der Bodenoberfläche in einem, so dass die Zahl der Überfahrten und somit die Arbeitserledigungskosten reduziert werden können.