△ 1) Eine Kontrolle der Ist-Situation mit dem Spaten vor der Bodenbearbeitung ist notwendig: 2) Im Vorjahr eingepflügte Strohmatten müssen vor der nächsten Saat tief genug bearbeitet und beseitigt werden.

top agrar-Serie
AUSSAAT OPTIMIEREN

- Richtig dreschen
- ► **Besser stoppeln**
- Gut bearbeiten & säen

So nutzen Sie Stroh und Co. effektiv

Ernterückstände erhalten die Bodenfruchtbarkeit, stören aber durch falsche Nachbearbeitung oft die Folgekultur. Situativ ausgerichtetes Ernterückstandsmanagement kann Ertragsverluste verhindern.

UNSERE AUTORIN
Dr. Ute Kropf, Fachhochschule Kiel

Kaum ist die Ernte vom Feld, steht der Stoppelsturz an – häufig hat sich dafür ein Standard auf den Betrieben etabliert. Doch wer einfach die Scheibenegge anhängt, um den Acker damit schwarz zu machen, denkt zu kurz. Die Ernterückstände brauchen mindestens die gleiche Aufmerksamkeit wie die Ernte selbst. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, sind Stroh, Stoppel, Wurzeln und Co. wichtige Komponenten. Die Ernterückstände

- sind die wichtigste Kohlenstoffquelle für den Erhalt und Aufbau von Humus (siehe „Humus“ auf Seite 59),
- liefern Nährstoffe,
- mindern die Bodenerosion (bessere Wasserinfiltration, stabile Ton-Humus-Komplexe, Mulchdecke),
- regulieren den Bodenwasserhaushalt durch eine bessere Drainung (Regenwurmröhren) und verlängern die Wasserversorgung bei Trockenheit und
- stabilisieren das Bodengefüge.

BODENFRUCHTBARKEIT ERHALTEN

Fehlen Ernterückstände, sind die Folgen gravierend: Flächen, auf denen zwanzig Jahre lang GPS-Kulturen stehen und von denen das Stroh ohne angemessenen Ausgleich abgefahren wird, verlieren 20 bis 30 % ihrer Ertragsfähigkeit. Strukturschäden, die sich dadurch unweigerlich einstellen, lassen die Erträge bei Frühjahrstrockenheit oder Nässe im Winter noch stärker abfallen. Nutzen Sie Ernterückstände wie Stroh, Stoppeln und Wurzeln gezielt, damit der Boden fruchtbar bleibt.

Schlechtes Ernterückstandsmanagement hat aber auch zeitnahe phytosanitäre Konsequenzen: Laufen verstärkt Ausfallsamen der Kulturen auf, sind diese nach der Ernte und in den Folgejahren Wirtspflanzen für Krankheiten, Virosen und Schädlinge. Zudem kann der Fremdaufwuchs eine Folgekultur

auch ganz unterdrücken, wie z. B. Getreidestreifen im Raps. Noch stehen selektive Herbizide und Glyphosat zur Verfügung. Doch zumindest das Ende von Glyphosat ist absehbar. Danach gilt es, die chemische Kontrolle von Altverunkrautung nach der Ernte und von nicht abgefrorenen oder verunkrauteten Zwischenfruchtbeständen durch ein angepasstes Ernterückstandsmanagement zu ersetzen.

REGENWÜRMER NUTZEN STROH

Ziel ist, dass der Boden bzw. die Bodenbewohner die Rückstände nach der Ernte schnell umsetzen. Dafür ist das C : N-Verhältnis maßgeblich. Wie zügig sich grüne Pflanzenteile und reife, lignifizierte Rückstände, z. B. Stroh, umsetzen lassen, lesen Sie unter „C : N-Verhältnis“ auf Seite 59.

Die langlebigen, lignifizierten Ernterückstände sind ein gutes Regenwurmfutter. Die Würmer tragen wesentlich dazu bei, die Rückstände zu zersetzen. Tiefgräber wie der Tauwurm *(Lumbricus terrestris)* ziehen mundgerechte Stücke senkrecht in ihre Röhren, die weit über 1 m in den Untergrund reichen können. Sie durchdringen auch Lehmschichten und Fahrspuren, in die man selbst mit einem guten Spaten nicht hineinkommt. Ihre Röhren kleiden die Würmer mit ihrem nährstoffreichen und phytohormonhaltigen Kot aus. Darin können Wurzeln zügig in die Tiefe dem Wasser hinterherwachsen. Zudem kann Überschusswasser in den Röhren drainieren. Die Arbeit der tiefgrabenden Regenwürmer ist an zwei Bedingungen geknüpft: Sie holen sich aufliegende Ernterückstände nur, wenn

1. der Boden fest ist und

2. die Stroh- und Stoppelstücke Bleistiftdicke haben oder flach genug sind, damit der Mundmuskel diese erfassen kann (z. B. tote Blätter, längsgespleißte Maisstängelstücke).

Fotos: Privat

△ Ernterückstände können Überträger von Krankheiten sein.

△ Kaff- und Strohhaufen sind ein gefundenes Fressen für Mäuse.

△ Fahrspuren und festgefahrene Fahrtrassen in Erosionsrichtung haben oft Feinerdeverluste und Verschlämmungen zur Folge.

Selbst Unkraut- und Kultursamen bis zur Größe eines Senfkornes nehmen die Würmer auf. Je nach Gräserart sterben 30 bis 100 % der Samen ab. Weitere Fakten und Fotos zu Regenwürmern finden Sie im Beitrag „Würmer wollen wühlen“ in der top agrar 8/2019. Machen Sie sich die Regenwurmtätigkeit zunutze! Liegen direkt nach der Ernte gut verteilte (Striegel) und evtl. zusätzlich zerkleinerte (gemulchte) Stoppeln auf festem Boden, werden die Würmer tätig. Ist der Boden hingegen erst einmal bearbeitet, dauert es nach der Saat

SCHNELL GELESEN

Richtig zersetzt, werten Ernterückstände den Boden auf – sie erhöhen die Bodenfruchtbarkeit und mindern Erosion.

Fremdaufwuchs ist eine Kulturkonkurrenz und überträgt Krankheiten.

Regenwürmer und Bakterien zersetzen Ernterückstände, wenn diese optimal zerkleinert und gut verteilt sind.

Zum Zerkleinern von Ernteresten sind Mulcher geeignet.

Zum Nachverteilen von Stroh eignen sich Striegel und Stoppelgrubber.

Bei extremen Verhältnissen, wie z. B. zu trockenen oder zu nassen Böden, empfiehlt es sich, die Arbeitsweise daran anzupassen.

△ Eingearbeitete Stoppeln bilden eine Sperrschicht. Abhilfe: kürzer dreschen oder mulchen.

Foto: Kropf

△ Die Wurzelballen von Mais stören Bodenbearbeitung und Saat. Mulchen alleine reicht nicht. Ein- bis zweimal vor der weiteren Bearbeitung scheiben, kann das Problem verringern.

wenigstens acht Wochen, bis sich der Boden soweit gesetzt hat und die Wurzeln eine Struktur geschaffen haben, durch die die Tiefgräber wieder an die Oberfläche kommen. Steht nicht genug Zeit für die Arbeit der Regenwürmer zur Verfügung oder sind sie – wie auf trockenen, sandigen Standorten oder Schwarzerden – gar nicht erst vorhanden, muss die maschinelle Arbeit die Zerkleinerung, Verteilung und Einarbeitung der Ernterückstände noch präziser erledigen.

BAKTERIEN: FEINARBEIT IM BODEN

Bereits eingearbeitetes Stroh verarbeiten die Tiefgräber nicht. Um die im Boden liegenden Erntereste kümmern sich stattdessen Bakterien. Die Geschwindigkeit der Zersetzung hängt dabei von der bakteriellen Vermehrung ab, die an der Kontaktfläche zwischen Boden und Stroh stattfindet: Je größer die Oberfläche der Rückstände, desto schneller und stickstoffneutraler greift die wachsende Bakterienpopulation diese an. Voraussetzung für die bakterielle Umsetzung sind demnach ein guter Bodenkontakt durch eine Zerkleinerung (Oberflächenvergrößerung), gleichmäßige Verteilung und Einarbeitung. Für einen guten Stroh-Boden-Kontakt ist die 1 : 2-Regel ein Anhaltspunkt: Je 1 t Stroh sind 2 cm Einarbeitungstiefe notwendig, unter trockenen Bedingungen bis 3 cm. Wer nach einer guten Getreideernte 8 t Stroh vollständig einmischen will, muss demnach wenigstens 16 cm tief arbeiten.

Zwischenfazit: Die Ernterückstände müssen klein genug sein, um sie gut mischen und verteilen zu können. Eine Matten- und Haufenbildung gilt es unbedingt zu vermeiden, um Wurzelbarrieren und eine Mäusevermehrung zu verhindern.

GUT GEPLANT IST HALB GESTOPPELT

Wie kann die Praxis nun diese wissenschaftlichen Erkenntnisse in acker- und maschinentaugliches Handeln umsetzen? Zunächst gilt es zu klären, wie effektiv und zielgerichtet die Bodenbearbeitung in der Vergangenheit war bzw. ob Arbeitsabläufe oder die Bewirtschaftung korrigiert und verändert werden müssen. Jeder, der Verantwortung trägt, sollte sich folgende Fragen stellen:

- Wo haben sich in den letzten Jahren Flächen oder Teilflächen in ihrem Zustand und ihrer Ertragsfähigkeit positiv oder negativ entwickelt?
- Welchen Anteil an den Veränderungen hat die bisherige Bewirtschaftung und die Arbeitsweise?
- Wie kann man Veränderungen in der Teilfläche erkennen?

Die wichtigen Werkzeuge zur Beantwortung dieser Fragen sind aussagekräftige auswertbare betriebliche Aufzeichnungen, georeferenzierte Fotos, Luftbilder, Ertragskarten und die Entwicklung der Bodenuntersuchungsergebnisse. Nur wenn die betrieblichen Aufzeichnungen mit vertretbarem Aufwand auffindbar, verknüpfbar und noch lesbar sind, lassen sich daraus Schlüsse und Erkenntnisse über vergangene Entwicklungen ziehen.

Die wichtigsten Grundregeln einer jeden Feldarbeit sind in der Checkliste auf Seite 57 zusammengefasst. Vor Saisonbeginn sind diese mit den Mitarbeitern zu besprechen und in Erinnerung zu rufen. Berücksichtigen Sie bei der Arbeitsplanung die Zeit, die zur Umsetzung der Regeln benötigt wird.

Die allererste Maßnahme nach dem Drusch kann, wenn sie falsch angegangen wird, die Etablierung der Folgekultur unkorrigierbar erschweren oder begrenzen. Klären Sie Folgendes:

- Wie gut ist die Verteilung der Ernterückstände, wie war der Reifezustand der Kultur zur Ernte, der Krankheitsbefall und die Länge bzw. Dicke (Mais) von Stroh und Stoppeln?
- Sollen Anteile davon als Mulchschicht zur Erosionsminderung (Hanglagen, Verschlämmungsgefahr, Winderosion) auf dem Boden oder in der obersten Bodenschicht verbleiben?
- Müssen Ausfallsamen zum Auflaufen gebracht werden (Hagel, Starknieder-

Fotos: Privat

△ Beim Überladen übergelaufene Gerste hat den Raps verdrängt. Die Überreste von Verladestellen sind daher unbedingt zu beseitigen.

△ Kein Ziel erreicht: viel zu lange Stoppeln, schlecht gehäckseltes Stroh und rustikal bearbeiteter Boden ohne Rückverfestigung.

schläge, Notreife, krankhafte Abreife)?
• Muss eine Altverunkrautung mechanisch beseitigt werden?

Die Antworten auf diese Fragen hängen von weiteren Umständen ab:
• In welchem Zustand ist der Boden: zu nass oder zu trocken?
• Zwingen tiefe Spuren zu größeren Arbeitstiefen?
• Welche Geräte stehen zur Verfügung – nicht nur zur Bodenbearbeitung, sondern auch für eine Mulchsaat?
• Wie viel Zeit steht zwischen Ernte und Aussaat zur Verfügung?

SITUATIV STOPPELN

Außer bei Direktsaatbetrieben wird eine Bearbeitung nach der Ernte bei allen anderen Bewirtschaftungsformen notwendig sein. Bei der Gerätewahl kommt es vor allem auf die vorliegende Situation und die Ziele an, die man mit der ersten Bearbeitung nach der Ernte erreichen will.

Welche Herausforderungen beim Stoppeln wie angegangen werden können, zeigen folgende vier Beispiele.

Beispiel 1: Hohe Stoppeln, viele und schlecht verteilte Ernterückstände.

Wegen schwieriger Ernteverhältnisse werden hohe Stoppeln gedroschen, das etwas zu lang gehäckselte Stroh liegt oben auf den langen Stoppeln, teilweise ist das Getreide ins Lager gegangen. In dieser Situation ist jedes Gerät außer dem Mulcher fehl am Platz.

Müssen Stroh oder Erntereste nachverteilt werden, verbietet sich eine tiefe Einarbeitung. Alle Geräte, die nicht nachverteilen können, sind für diesen Arbeitsgang absolut ungeeignet. Alle Scheibeneggen können generell keine Erntereste nachverteilen. Greifen Sie aus anderen Gründen beim ersten Arbeitsgang auf die Scheibenegge zurück, z. B. um Mist, Gärreste oder Gülle einzuarbeiten, müssen Sie für den nächsten Arbeitsgang ein Zinkengerät einsetzen, das die nicht erfolgte Nachverteilung mit der Scheibenegge ausgleichen kann. Auch manche Zinkengeräte mit großem Strichabstand, kurzer Bauform und wenigen Zinkenreihen eignen sich schlecht, um Erntereste nachzuverteilen.

Erreicht man durch eine schlechte Arbeitsabfolge oder Gerätewahl kein gutes Arbeitsergebnis, muss man vor der abschließenden Bearbeitung zur Aussaat die Arbeit korrigieren. Ermöglichen Witterung, Arbeitszeit oder die Maschinenausstattung keine Korrektur mehr, ist eine andere Kultur auf der betroffenen Fläche die bessere Alternative als die Bestellung in ein schlecht vorbereitetes Saatbeet. Lässt die Witterung und die Arbeitskapazität eine Korrektur zu, sind manchmal auch unkonventionelle Arbeitsabfolgen richtig. Besonders wichtig ist dabei die Erfolgskontrolle zu Beginn der Reparaturmaßnahmen.

Beispiel 2: Reparatur eingearbeiteter Strohmatten.

In einem größeren Betrieb wird zu Raps nach Getreide gepflügt. Leider wird aus Zeitmangel vor der Pflugarbeit das Stroh nicht ausreichend zerkleinert, verteilt und eingemischt. Bei der Kontrolle werden eingepflügte Strohmatten festgestellt.

Der Betriebsleiter entschied in diesem Fall, eine krumentiefe Nacharbeit mit einem Grubber mit engem Strichabstand durchzuführen. Nach sorgfältiger Geräteeinstellung waren die Strohmatten weitgehend zerstört bzw. auseinandergezogen. Dieser Arbeitsgang beseitigte zudem weitestgehend Kluten und Hohlräume. Für die Rapssaat spielte das teilweise nach oben geholte Stroh keine Rolle. Das gut abgesetzte Saatbeet führte zudem zu einem guten, zügigen Auflaufergebnis auf der nachbearbeiteten Fläche.

WIE GEHT RICHTIGES STOPPELN?

Vor allem bei der ersten Stoppel- oder Nacherntebearbeitung gilt: „Es gibt nichts Gutes, außer man tut es.“ Nicht nur nach dem Rapsdrusch hat eine zügige erste Nacharbeit (mulchen oder stoppeln) eine hohe Priorität. Selbst bei sehr trockenen oder sehr feuchten Bedingungen wirken sich solche sehr flachen Nacharbeitsgänge positiv auf den Zerfall und die Verrottung von Ernte-

CHECKLISTE

Grundregeln der Feldbearbeitung

- ☐ Erosionen vorbeugen: z. B. durch das Vermeiden von unnötigen Fahrten, Bearbeitungen und mehrfach festgefahrenen Fahrtrassen in Erosionsrichtung.
- ☐ Ernteverluste durch eine geeignete Maschineneinstellung und Fahrerschulung minimieren.
- ☐ Strohmatten und Strohhaufen unter allen Umständen vermeiden bzw. beseitigen.
- ☐ Mietenreste oder beim Überladen entstandene Haufen zeitnah beseitigen.
- ☐ Feldgrenzen bei allen Arbeiten genau einhalten. Es dürfen keine unbearbeiteten runden Ecken zur Unkrautvermehrung stehen bleiben. Bei Arbeiten über die Feldgrenze in den Feldrain, wird der Bewuchs von dort mit ins Feld gezogen. Oftmals beginnt so eine Verungrasung mit Trespe. Zudem gelangen Pflanzenschutz, Dünger und Gülle, vor allem bei Innenkurven, außerhalb der Schlaggrenzen.
- ☐ Unnötiges Fahren auf dem Feld und den Vorgewenden durch geschickte Einsatzplanung und befahrbare Feldwege vermeiden.
- ☐ Lasten reduzieren, wo immer es möglich ist: So lassen sich Schadverdichtungen mindern oder sogar ganz vermeiden. Eine Lastreduzierung, z. B. durch den Abbau unnötiger Ballastierung und durch den Abtransport der Ernte in den alten Fahrgassen, vermeidet tiefe Spuren. So kann die nachfolgende Bearbeitung flacher erfolgen. Soll noch gekalkt oder organischer Dünger ausgebracht werden, muss das vor einer tieferen Lockerung erfolgen!
- ☐ Diagonal zur Bestellrichtung bearbeiten, sofern es die Schlagform zulässt.
- ☐ Stumpfe, abgenutzte Werkzeuge vor der Bearbeitung rechtzeitig austauschen. Nur scharfe Werkzeuge verhindern, dass sich Bearbeitungshorizonte bilden.
- ☐ Die Fahrgeschwindigkeit an die Arbeitsqualität anpassen – nicht an die Zugkraft des Schleppers.
- ☐ Während und nach jedem Arbeitsschritt die erzielte Arbeitsqualität prüfen und beurteilen.

△ Durchwuchs, Lager und zu lange Stoppeln müssen zuerst gemulcht werden.

△ Auf dem flachgründigen Boden hing der Zustreicher des Grubbers zu hoch. Die offenen Rillen forcieren die Erosion. Ein zweiter Arbeitsgang wie im Vordergrund, wäre sinnvoll gewesen.

resten aus und sind besser, als gar nichts zu tun.

Der erste Arbeitsgang zur neuen Ernte ist ein perfekt eingestellter Mähdrescher (siehe auch „Qualitätsgetreide richtig dreschen“ in der top agrar 7/2020, ab Seite 59).

Die Arbeitstiefe des ersten Stoppelbearbeitungsganges hängt von der Witterung, dem Bodenzustand, der Bodenart, der Kultur, den Ernteverlusten und der Tiefe der Fahrspuren ab. Können nicht alle Umstände berücksichtigt werden, muss nach Prioritäten gearbeitet werden. Diese sind je nach Jahr und Kultur unterschiedlich. Bei Lagergetreide, langen Stoppeln, grünen oder dicken Stängeln (Raps, Mais) ist eine Nachzerkleinerung erforderlich.

Ob der eigene Gerätepark diesen Aufgaben gewachsen ist, lässt sich durch die kritische Beurteilung der Arbeitsqualität während des Einsatzes erkennen. Kurzstroh- und Ausfallgetreidestreifen, die bei der Schwadablage des Strohs entstehen, haben wesentlich höhere Ansprüche an die Nachverteilung als durch Mähdrescher oder Mulcher gut zerkleinertes und verteiltes Stroh. Hierzu sind Geräte mit einem engen Strichabstand und vielen Zinkenreihen erforderlich.

WELCHER NACHLÄUFER PASST?

Ob bei der Stoppelbearbeitung ein Striegel ohne Walze oder der zwingende Einsatz einer Nachlaufwalze zur Rückverfestigung notwendig ist, hängt von nachfolgenden Faktoren ab:

- Der Nachlaufstriegel (statt der nachlaufenden Walze) ist angeraten, wenn der Boden sehr feucht ist, unerwünschter Aufwuchs herausgekämmt wurde, der nicht wieder anwachsen soll und bei sehr bindigen feuchten Böden. Ist eine rauere Bodenoberfläche wegen Verschlämmungsgefahr gewünscht, kann der Verzicht auf einen Walze ebenfalls Vorteile bringen.
- Die nachlaufende Walze mit einer guten Rückverfestigung ist für das zügige Auflaufen der Ausfallsamen bei frischen bis trockenen Böden notwendig. Wird eine tiefere Stoppelbearbeitung durchgeführt, ist eine ausreichende Rückverfestigung ebenfalls wichtig.

Beispiel 3: Ausfallsamen zum Auflaufen bringen.

Die Arbeitstiefe nach der Rapsernte ist immer wieder eine Streitfrage. Auf Böden, bei denen sich bei Trockenheit Risse bilden, spielt die Angst vor zu tiefer Einarbeitung keine Rolle. Das Hauptproblem ist hier vielmehr eine zu späte Bearbeitung – denn ein Teil der Rapssamen keimt nicht, weil die Rapskörner geschützt vor Regen und Feuchtigkeit in den Kaff- bzw. Schotenspreuhaufen liegen, die sich beim Dreschen an jedem Rapsstängel und in den Fahrspuren bilden. Bei der nachfolgenden tiefen Bearbeitung werden sie dann vergraben.

Nach Raps ist spätestens im zweiten Stoppelbearbeitungsgang eine ganzflächige Bearbeitung erforderlich, die alte Rapswurzel muss sicher abgeschnitten werden. Künftig wird die flachere ganzflächige Bearbeitung auf allen Flächen notwendig werden, um Durchwuchs und Unkräuter zu kontrollieren.

Beispiel 4: Mais vor Sommerung auf winternassem Standort.

Folgt nach Mais wieder eine Sommerkultur, bleibt genug Zeit, die Tätigkeit des Regenwurms zu nutzen. Bereits vor der Ernte sieht man die von den Tiefgräbern in den Boden gezogenen, abgestorbenen Blätter. Ein Abmulchen der Stoppeln und Zerspleißen der Ernterückstände produziert eine Mulchschicht (Körnermais, CCM), die die Wintererosion mindert. Das mundgerechte Wurmfutter ist länglich und flach genug, um von dem ringförmigen Muskel erfasst zu werden. Wird keine weitere Bodenbearbeitung durchgeführt, kommen die Würmer umgehend nach der Ernte, um innerhalb von sechs Wochen die Ernterückstände an und in ihre Röhren zu ziehen. Bei Körnermais dauert es etwas länger. Je nach Wetterlage und Folgefrucht kann auch noch zu Jahresbeginn gemulcht werden, um die Wurmtätigkeit zum Drainieren und Belüften der Krume zu nutzen.

ZU NASS ODER ZU TROCKEN?

Wie stark man den Boden bearbeitet, hängt auch von der Bodenstruktur und der Erosionsgefahr ab. Bedenken Sie, dass bei intensiverer Arbeit auch mehr Fehlerquellen entstehen: Zu hohe Fahrgeschwindigkeiten, Überlappungen bei der Arbeit sowie Geräte, die viele Werkzeuge kombinieren, überbeanspruchen den Boden – er verliert sein Krümelgefüge. Die Gefahr nimmt zu, wenn die Böden ausgetrocknet sind, es entsteht Mehl. Bei nachfolgenden Niederschlägen verschlämmen diese Böden dann.

Steht vor dem Bodenzustand die Silbe „zu“, erfordert jede Bearbeitung Fingerspitzengefühl und eine Erfolgskontrolle zu Beginn des Arbeitsganges. Ist der Boden für eine Bearbeitung eigentlich „zu trocken“, sind die Geschwindigkeit bei der Arbeit zu verringern und die Geräte so wählen, dass

keine unstrukturierte Feinerde entsteht. Ist das nicht möglich, muss der Arbeitsgang, wenn möglich, unterbleiben. Andernfalls entsteht auf zu trockenen Böden bei schneller Fahrt, flach eingestelltem Gerät sowie Geräten, die verschiedene Werkzeuge hintereinander kombinieren, sehr schnell die unerwünschte strukturlose Feinerde. Alternativ ist ein Striegel für den ersten Arbeitsgang zu wählen. Auf die Einmischung von Ernterückständen muss dann verzichtet werden.

Dasselbe gilt für „zu nass" – hier ist weniger ebenfalls meistens mehr. Um die Befahrbarkeit sicherzustellen, darf die Grundbodenbearbeitung bei nassen Böden erst kurz vor oder in Kombination mit der Bestellung durchgeführt werden. Für die Zukunft, bei einem zu erwartenden verringerten Herbizideinsatz, ist nicht nur bei zu trockenen und zu nassen Böden der Einsatz eines Flachgrubbers mit scharfen Gänsefußscharen erforderlich.

Für die Arbeitsgeschwindigkeit gilt eine einfache Regel: wenn es trocken ist, muss langsamer gefahren werden! Zudem gilt Folgendes: Ist es nach der Ernte trocken und heiß, kann man das Stroh (nach guter Zerkleinerung) und die Ausfallsamen tiefer einmischen. In tieferen Bodenschichten ist es kühler und meist auch noch feuchter. Bei trockenem Boden haben breitere Schare den besseren Mischeffekt. Ist es nach der Ernte feucht oder nass, muss bzw. kann man flacher arbeiten.

@ *friederike.mund@topagrar.com*

Fotos: Privat

△ Der Kontakt des Ausfallrapses zum feuchten Kaff reicht zum Keimen nicht aus.

HUMUS

Der Ertragsstabilisator

Humus speichert Wasser und Nährstoffe. 1 % Humus speichert so viele Nährstoffe wie 5 % Ton und das Zwei- bis Dreifache seines Eigengewichtes an Wasser (10 bis 15 l Wasser/m² in der Krume). Alleine aus dem Wasserspeichervermögen über Winter können 5 dt/ha Wintergetreide je Prozent Humus generiert werden. Stark humuszehrende Fruchtfolgen, die innerhalb von 20 Jahren 1 % Humus entziehen, verlieren jedes Jahr 1 dt/ha Getreideertrag.

Humus reguliert die Bodenstruktur durch Quellung und Schrumpfung. Bei fehlender Frostgare fällt diese Eigenschaft besonders ins Gewicht. Dauerhumus entsteht aus dem Wechselspiel zwischen N-Mineralisation von leicht zersetzbaren Ernterückständen, die die Nährstoffe für den bakteriellen Abbau schwer zersetzbarer Anteile liefern. Die Nährstoffe aus Gülle, Gründüngung und Zwischenfrüchten können nur konserviert werden, wenn auch ligninreiches Stroh und Stoppeln vorhanden sind.

C:N-VERHÄLTNIS

Nur im richtigen Verhältnis rottet es sich gut

Wie schnell Ernterückstände oder organische Dünger abgebaut werden können, hängt vor allem von ihrem Stickstoffgehalt ab. Dieser wird als Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis (C:N) ausgedrückt. Da der C-Gehalt abgereifter Pflanzensubstanz über die Kulturen hinweg bei etwa 45 % liegt, der N-Gehalt aber schwankt, ist das C:N-Verhältnis ein gutes Maß für die Mineralisierbarkeit. Um Humus aufzubauen, braucht man Erntereste mit weiten und engen C:N-Verhältnissen.

LIGNIN – EINE LANGSAME NÄHRSTOFFQUELLE

Reife, lignifizierte Ernterückstände wie Stroh und Stoppeln enthalten weniger als 2 % N und haben ein weites C:N-Verhältnis von über 25:1. Stroh enthält nur 0,5 % N und liegt bei einem C:N von 80:1. Sie liefern zunächst keine Nährstoffe, ganz im Gegenteil, ihr Abbau benötigt Stickstoff: Die abbauenden Mikroorganismen (Nitrosomonas, Nitrobacter) haben selbst ein C:N-Verhältnis von 5:1 bis 8:1. Für ihre Vermehrung benötigen sie zusätzlich Stickstoff, um verholzte Ernterückstände zu zersetzen. Dazu nutzen sie das im Boden vorhandene Nitrat, welches dann der Folgekultur zunächst nicht zur Verfügung steht (N-Sperre).

Mittelfristig ist der Stickstoff nicht verloren, sondern in Form von bakterieller Körpersubstanz gespeichert. Er wird wieder freigesetzt, wenn die Bakterien durch Frost, Hitze oder Trockenheit absterben. Daher kann jede Bodenerwärmung nach Winter oder Regen nach einer Trockenphase einen Mineralisationsschub in Gang setzen. Je nach Zerkleinerungsgrad dauert die Zersetzung lignifizierter Pflanzenteile Monate bis Jahre und stellt eine langsam fließende Nährstoffquelle dar.

GRÜNE PFLANZEN, SCHNELLER STICKSTOFF

Schnell fließende Nährstoffquellen sind die grünen Pflanzenteile: Sie haben ein enges C:N-Verhältnis zwischen 10:1 und 20:1 (>2,3 % N in der Trockenmasse). Sie sind schnell mineralisierbar und beginnen damit schon in den ersten Wochen nach der Einarbeitung. Im Rübenblatt (mit einem C:N von 12:1) sind je nach Ertrag 70 bis 100 kg N/ha gebunden. In einem feuchtwarmen Boden können nach vier Wochen bereits 20 % des Stickstoffs wieder verfügbar sein. Vergleichbar hohe Werte sind von sehr wüchsigen Zwischenfruchtbeständen zu erwarten. Je höher der Leguminosenanteil, desto enger ist das C:N-Verhältnis und desto schneller werden die Nährstoffe freigesetzt und stehen der Folgekultur direkt zur Verfügung.

Frost und Trockenheit unterbrechen die Mineralisierung. Sauerstoffmangel (anaerobe Bedingungen) durch das Einpflügen von Matten und Haufen führen wie bei Silage zu einer Milchsäuregärung. Diese hemmt die Wurzelbildung der Folgekultur. Freigesetztes Nitrat, das nicht aufgenommen wird, unterliegt in einem nassen Winter Verlusten. Zum einen als Auswaschungsverlust, zum anderen aber auch durch Denitrifikation (gasförmiger N-Verlust bei Sauerstoffmangel). Unter trockenen Bedingungen hingegen wird der Stickstoff in der grünen Pflanzenmasse und den Bakterien konserviert.