



Der klassische Bergstreuer ist auf die Achse abgesetzt und hat stehende Streuwalzen. Bild: R. Hunger

# Technik verleiht dem Mist Flügel

Die Entwicklungen im Bereich der Mistzetter konzentrieren sich in erster Linie auf eine hohe Nährstoffeffizienz. Das gilt in erster Linie für die Streuwerke. Grundsätzlich gibt es keine neue Streutechnik, dafür steht bei den Herstellern viel Modellpflege im Vordergrund.

**Ruedi Hunger**

Für das Wachstum der Pflanzen und die Zusammensetzung der Wiesenbestände spielt der Stickstoff eine entscheidende Rolle. Insbesondere bezüglich rasch wirkenden Stickstoffs sind die Hofdünger unterschiedlich zusammengesetzt. Auf vielen Futterbaubetrieben decken die betriebseigenen Hofdünger den gesamten Nährstoffbedarf der Wiesen und Weiden. Der volle Wert der Hofdünger kommt aber nur zum Tragen, wenn sie in der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt und richtig dosiert werden. Gerade weil der optimale Einsatz der Hofdünger hohe Anforderungen an das Management

stellt, spielt auch die richtige Technik eine grosse Rolle. Nachfolgend ist die Ausbring- und Verteiltechnik für Mist thematisiert.

## Verteilgenauigkeit

Mistzetter sind Schwerarbeiter. Sie müssen in der Lage sein, Streugüter von unterschiedlichen Qualitäten und Beschaffenheit zu verarbeiten. Dies reicht von trockenen, feinen Feststoffen aus separierter Gülle bis hin zu schwerem und verdichtetem Tiefstreumist. Das Ziel ist immer eine breite und präzise Verteilung. Dazu sind die Fräs- oder Streuaggregate

mit Zinken oder Messern bestückt. Mit einem Mistzetter können Feststoffdünger in Mengen von 2 bis 50 t/ha ausgebracht werden.

## Quer- vor Längsverteilung

«Gut in der Breite, aber weniger in der Länge», fasste die DLG schon vor mehr als zwanzig Jahren ihre umfassenden Untersuchungen zur Verteilqualität der Mistzetter zusammen. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Längsverteilung etwas zurückhängt, denn für die Qualität der Längsverteilung ist die Dosierung und die Gleichmässigkeit des Streugutstroms

aus der Ladefläche zum Streuaggregat, bezogen auf die zurückgelegte Fahrstrecke, verantwortlich. Da bereits das Beladen grossen Einfluss auf die nachfolgende Verteilgenauigkeit hat, ist ein Grossteil der Ungenauigkeiten auch «hausgemacht». Diesem Aspekt wird in der Praxis oft zu wenig Beachtung geschenkt. Stallmist hat keinen Schüttwinkel von 90°, daher bricht das Streugut bei unsorgfältig beladenen Mistzettern schubweise ab und wird entsprechend ungenau verteilt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es besser, wenn das Verteilen nicht von den Fräsrollen, sondern in einem zweiten Schritt von Streutellern übernommen wird (Universalstreuerwerk).

Für eine optimale Querverteilung müssten eigentlich je nach «Streugutkonsistenz» und gewünschter Arbeitsbreite unterschiedliche Wirkelemente in Form von Reiss- oder Fräsmessern verwendet werden. Das ist in der Praxis wohl in den wenigsten Fällen der Fall, deshalb ist die Querverteilung nicht mit jedem Streugut gleich gut. Wurfweite, Wurfbahn und Wurfriechung werden beeinflusst durch: Teilchengrösse und -form, Teilchendichte und Feuchtegehalt, Reibkräfte und Abwurfgeschwindigkeit sowie den aktuellen Durchsatz und die herrschende Windgeschwindigkeit. Das tönt nach sehr viel Theorie, allerdings können diese physikalischen Grössen nicht einfach ignoriert werden. Komposte und Fermentationsprodukte aus Hühnergülle sind besonders problematisch, da sie einen hohen TS-Gehalt aufweisen und die Teilchengrösse sehr unterschiedlich (klein) ist.

### Wenig Neues, dafür viel Modellpflege

Mistzetter gibt es in unterschiedlichen Bauarten und Grössen. Weit verbreitet ist der «normale» Plattformstreuer mit Einachs- oder Tandemfahrwerk und einem stehenden 4-Walzen-Streuerwerk. Im Berggebiet sind es die kleinen, aufgebauten oder gezogenen Seitenstreuer. Für den groben Tiefstreumist werden oft Tieflader oder Wannenstreuer eingesetzt. Schliesslich gibt es für Lohnunternehmer, Grossbetriebe und den gemeinschaftlichen Einsatz die grossen Tandemstreuer mit Universalstreuerwerk.

- «Normale» Plattformstreuer

Verfügen vielfach über einen geschlossenen, verzinkten Grundrahmen. Vielfach sind die Hydraulik-, Druckluft- und elektrischen Leitungen in einem geschlossenen



**Traktorgezogene Seitenstreuer erfreuen sich auf Futterbaubetrieben zunehmenden Interesses.** Bild: A. Egger

Rohr oder im Chassisrahmen untergebracht. Das schützt die Leitungen und erleichtert die Reinigung. Das Streuaggregat ist in der Regel schräggestellt und damit dem Böschungswinkel des Streugutes etwas angepasst.

- «Kleine» Bergstreuer

Traktorgezogene Bergstreuer haben einen extrem tiefen Schwerpunkt, da der Grundrahmen zwischen den Rädern auf die Einzelachse abgesenkt ist. Üblicherweise verfügen die Bergstreuer über ein Heck-Streuerwerk mit vier stehenden Walzen.

- «Bergtaugliche» Seitenstreuer

Die Seitenstreuer sind eine Spezialbauform. Sie wurden anfänglich als Aufbaustreuer für Transporter konstruiert.

Schon länger gibt es sie auch in traktorgezogener Bauart. Die Aufbau-Variante hat das Streuerwerk hinten, folglich läuft der Kratzboden ebenfalls nach hinten. Heute erfreuen sich Seitenstreuer zunehmender Beliebtheit als traktorgezogene Mistzetter nicht nur für das Berggebiet. Bei der gezogenen Variante ist das Seitenstreuer-Aggregat vorne platziert, entsprechend läuft der Kratzboden auch nach vorne. Die mit dem Kratzboden mitlaufende Schubwand transportiert das Ladegut in jedem Fall zuverlässig zum Streuaggregat.

- «Robuste» Wannenstreuer

Tieflader-, Tiefbett-, Mulden- oder Wannenstreuer, jeder Hersteller gibt ihm einen anderen Namen. Allen gemeinsam sind der schmale Aufbau und die seitlich

### Verfügbare Stickstoff in Hofdüngern

Hofdüngerart	N-Verfügbarkeit in % des Gesamt-N-Gehalts	N-Verfügbarkeit im Anwendungsjahr in % N <sub>tot</sub>	
		Futterbau	Ackerbau
Vollgülle, Rindvieh	50–70	55	45
Gülle kotarm	65–85	70	60
Stapelmist	20–30	20	15
Laufstallmist	25–50	25	20
Pferdemist	10–25	15	10
Schaf- und Ziegenmist	40–60	40	30
Schweinegülle	50–70	60	50
Schweinemist	40–60	(nicht empfohlen)	35
Hennenkot (Kotband)	40–60	(nicht empfohlen)	40
Hennenmist (Kotgrube)	40–60	(nicht empfohlen)	35
Geflügelmist (Mast)	40–60	(nicht empfohlen)	35

Anteil des mittelfristig und im Anwendungsjahr verfügbaren Stickstoffs in verschiedenen Hofdüngern. Quelle: Grudaf 2017

grossen Räder. Strautmann liefert Reifen-Grössen bis 710/70R42, Bergmann bis 480/95R50. Auch unter den Wannensstreuern gibt es ganz grosse Modelle mit Tandemachse, beispielsweise von Joskin und Tebbe.

Tellerstreuerwerke können bei allen Herstellern optional mit einem Streubegrenzer ausgestattet werden. Sie erleichtern ein genaues Feldrandstreuen.

• «Grosse» Universalstreuer

Sie sind gross, haben ein entsprechendes Ladevolumen und ein hohes Leergewicht. Auch stellen sie hohe Ansprüche an die Zapfwellenleistung des Traktors, im Gegezug sind sie aber sehr leistungsfähig. Im Prinzip sind die grossen Tandem- und Tridem-Zetter die XXL-Ausgabe der «normalen» Plattformzetter. In der Regel sind sie mit einem robusten Breitstreuerwerk ausgestattet. Wegen ihrer Gesamthöhe stellen sie nicht zu unterschätzende Anforderungen an die Ladehöhe und die Reichweite des Ladefahrzeugs.

**Laderaum**

Damit der Laderaum optimal ausgenutzt werden kann und gleichzeitig die Streuwalzen nicht blockiert werden, sind viele Mistzetter mit einem Stauschieber ausgerüstet. Dieser Stauschieber verhindert auch das Ausfliessen von Streugut beim Transport auf der Strasse.

Zum Teil sind das Chassis und die profilierten Bordwände serienmässig verzinkt (Agrar). Das ist zwar teurer, bietet aber einen optimalen Korrosionsschutz. Alternativ gibt es das verzinkte Chassis und eine Spritzlackierung oder Spezialbeschichtung für die Bordwände. Auf die Bordwände gibt es verschiedene Aufsätze, zum Teil sind diese schräggestellt. Als La-



Im Berggebiet weit verbreitet sind die Aufbau-Seitenstreuer. Bild: R. Hunger

deschutz sind Abschlussleisten aus Holz oder Kunststoff vorgesehen.

Ein in Längsrichtung konischer Laderaum (im Bereich von wenigen Zentimetern) reduziert die Reibkräfte und trägt dazu bei, dass ein einheitliches Streubild erzielt wird. Die Heckklappen sind vielfach so konstruiert, dass das Streuerwerk bei Strassenfahrt sauber abgeschlossen und damit das Herabfallen von Streugut verhindert wird. Heckklappen werden hydraulisch nach oben geklappt. Für Bergmiststreuer gibt es vereinzelt eine mechanische Bedienung.

**Kratzenboden- oder ...**

Der Klinken-Vorschub als Kratzbodenantrieb ist längst Nostalgie. Heute übernehmen hydraulische Antriebe diese Aufgabe. Die Kratzbodenketten sind für die hohen Belastungen ausgelegt. Damit sie immer die richtige Spannung aufweisen, werden sie bei Zettern im unteren Preissegment nach wie vor manuell mit Spannschraube und Schlüssel nachgespannt. Eine Alternative sind federbelastete Kettenspanner, die bei Bedarf zusätzlich mit einer Stellschraube vorgespannt werden. Automatische Spannsysteme sorgen dafür, dass die Ketten permanent die richtige Spannung aufweisen. Der Kratzboden wird je nach Hersteller mit zwei (einteilig) oder vier (zweiteilig) Bodenketten ausgerüstet. Anstelle von Rundstahlketten kommen teilweise auch die sog. «Rübig»-Flachketten zum Zug. Zum Teil wur-

den Kratzbodenleisten verstärkt bzw. 80 x 40 mm Leisten statt 60 x 40 mm.

**... (Ab)schiebetechnik?**

Ein Kratzboden ist immer reparaturanfällig, insbesondere wenn er mangelhaft gespannt und gewartet wird. Zudem ist das Reinigen aufwendig. Daher bietet die Abschiebetechnik, wie sie Fliegl in einer Baureihe anbietet, gewisse Vorteile. Das hydraulische Schiebesystem garantiert eine gleichmässige Zuführung von Streugut zu den Fräswalzen, und dies bei kompletter Entleerung. Im Gegensatz zum Kratzboden bleibt der Unterboden sauber. Die Abschiebegeschwindigkeit wird über die automatische Vorschubregelung angepasst.

**Streuerwerk/Streuaggregat**

Das Streuerwerk oder Streuaggregat leistet harte Arbeit. Es übernimmt das Zerkleinern und Verteilen des Ladeguts. Die Streuerwerke können grob in vier Gruppen eingeteilt werden. Dabei gibt es vereinzelt Überschneidungen und fliessende Übergänge zwischen den einzelnen Bauarten. Nachfolgend eine grobe Einteilung in:

• 4 stehende Streuwalzen

Das Streuaggregat mit vier stehenden Streuwalzen ist der Inbegriff eines «Standard-Mistzeters». Seine geschraubten, aggressiven Streuzinken oder auswechselbaren Fräsegmente verarbeiten nahezu alle Mistarten und hinterlassen ein

**Allgemeine «Mist-Regeln»**

- Mist enthält langsam wirkenden Stickstoff. Begründung: die im Mist vorhandenen Stickstoffverbindungen müssen vorerst von Mikroorganismen im Boden abgebaut werden, bevor sie für Pflanzen verfügbar sind.
- Aufgrund der langsamen Wirkung zeigt eine Mistdüngung im Ausbringjahr wenig Effekt, dafür wirken Mistgaben in den Folgejahren noch nach.
- Mist ist humusmehrend und daher wichtig für die Bodenfruchtbarkeit.
- Mist eignet sich für wenig intensiv und mittel intensiv genutzte Wiesen.

## Unterschiedliche Wirkung von Mist und Gülle

Eigenschaften von Gülle	Eigenschaften von Mist	Anwendung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enthält viel schnell wirksamen Stickstoff (Ammonium)</li> <li>• Kann bei heissem, trockenem Wetter ätzend wirken</li> <li>• Beeinflusst den Pflanzenbestand rasch und stark</li> <li>• Eignet sich für Wiesen mit intensiv nutzbaren Gräsern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enthält vor allem langsam wirksamen Stickstoff (die organischen N-Verbindungen werden zuerst im Boden von Mikroorganismen abgebaut, bevor sie für die Pflanzen verfügbar sind)</li> <li>• Mist ist wichtig für die Bodenfruchtbarkeit und ist humusmehrend</li> <li>• Mist hat im Ausbringjahr weniger Effekt, wirkt jedoch in den Folgejahren nach</li> <li>• Eignet sich für wenig intensiv und mittelintensiv genutzte Wiesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anhaltspunkte für die richtige Menge und Verteilung von Mist und Gülle auf unterschiedlichen Wiesen gibt es im AGFF-Merkblatt 10 «Hofdünger im Futterbau» und den GRUD 2017.</li> <li>• Mist für wenig intensiv genutzte Wiesen</li> <li>• Mist und Gülle kombiniert, für mittelintensive Wiesen</li> <li>• Gülle (und Mist) für intensiv genutzte Wiesen</li> </ul>

Quelle: R. Elmer, Plantahof

gleichmässig feines Streubild. Für einen problemlosen Anlauf empfiehlt sich ein Stauschieber. Mit diesem Streuaggregat werden beispielsweise Mistzetter von Agrar, Bergmann, Brantner, Farmtech, Kirchner, Strautmann und vielen anderen ausgerüstet.

### • 2 stehende Streuwalzen

Streuaggregate mit lediglich zwei stehenden Streuwalzen, die einen grossen Durchmesser aufweisen, sind hart im Nehmen und aber eher grob im Geben. Im Klartext: für Laufstallmist auf den Acker. In der Grundausrüstung haben Tieflader zwei stehende Streuwalzen mit entsprechend grossem Durchmesser. Das Aggregat ist leicht nach vorn geneigt und damit dem Böschungswinkel des Streuguts angepasst, was gleichzeitig eine gute Streubreite ermöglicht. Streuaggregate mit lediglich zwei grossen stehenden Walzen gibt es aber auch unter den grossen Plattformstreuern (Joskin).

### • 2-Teller-Streuwerk

Bergmann, Fliegl, Jeantil, Joskin, Miro, Samson, Strautmann und Tebbe u. a. liefern neben den grossen Maschinen optional auch Tieflader mit einem Universal-Streuwerk. Die Bezeichnung «Universal» zeigt, dass diese Streuwerke nicht wählerisch sind, sie können für alle Mistarten eingesetzt werden. Die Arbeitsteilung «Fräsen» und «Verteilen» übernehmen zwei oder drei liegende Fräsrollen in Verbindung mit zwei (vier) Streutellern. Der Vorteil liegt in einer besseren Krümelung des Streuguts. Eine weitere Stärke liegt in der grossen Arbeitsbreite. Die Streuteller haben einen Durchmesser um 90 cm. Die Streuteller werden unterschiedlich, mit drei bis sechs verschraub-

ten und verstellbaren Wurfschaufeln (analog zu den Streuscheiben am Düngerstreuer) oder mit einem dreiarmigen Wurfstern und als dritte Möglichkeit mit Wurfpendel ausgerüstet. Die Wurfpendel sind nach Meinung des Herstellers unempfindlicher gegen Fremdkörper wie

Steine und sollen damit auch getriebechonender sein.

- Seitenstreuer mit Sternrotor und Auswurfrotor

Das Streuaggregat ist aufgeteilt in einen Sternrotor mit Fräsplanet und den Aus-



Weit verbreitet sind Miststreuer mit vier stehenden Streuwalzen. Bild: R. Hunger

## Emissionen im Fokus

Emissionen von Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) aus Hofdünger sind eine Folge der mikrobiellen Umsetzungsprozesse von Kohlenstoff und Stickstoff. Methan wird ausschliesslich von anaeroben Organismen gebildet und tritt daher vorwiegend bei Gülle auf. Für die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Mist sind zwei Gruppen von Mikroorganismen verantwortlich, nämlich nitrifizierende und denitrifizierende Bakterien. In

beiden Fällen entsteht N<sub>2</sub>O in einer sauerstoffarmen Umgebung. Die Lachgasbildung erfolgt unter zahlreichen Wechselwirkungen, da die Umsetzungsprozesse aufgrund des unterschiedlichen Ausgangsmaterials und der unterschiedlichen Lagerung sehr komplex sind. Vorhersagen der N<sub>2</sub>O-Emissionen sind daher laut Fachexperten sehr unsicher und nicht selten widersprüchlich.



**Für gehobene Ansprüche, der Universalstreuer mit Tandemachse.**

Bild: Strautmänn



**Tieflader mit grosser Bereifung und zwei Streuwalzen mit grossem Durchmesser.** Bild: Joskin

wurfrotor. Das Rotorgehäuse kann drehbar sein, damit ist ein beidseitiger Auswurf möglich. Gafner hat neu ein, mittels Scharnier, wegschwenkbares Streuaggregat im Programm. Die Bezeichnung «easy clean» sagt es schon, in erster Linie wird die Reinigung erleichtert.

#### Oben- oder Untenanhängung

Viele Mistzetter können wahlweise mit Oben- oder Untenanhängung gekauft werden. Grundsätzlich ist der Untenanhängung der Vorzug zu geben. Wenn Untenanhängung, dann nur die Kugelkopfkupplung K80. Das setzt allerdings voraus, dass der oder die Traktoren entsprechend ausgerüstet sind. Bei überbetrieblichem Maschineneinsatz ist diese Voraussetzung nicht immer problemlos erfüllbar.

Zum Teil gibt es auch für Mistzetter eine Knickdeichsel. Dabei muss beachtet werden, dass sich durch deren Anwendung

das Streubild verändert, ein Heben oder Senken beeinflusst sowohl die Längs- als auch die Querverteilung.

Mittlere und grössere Zetter werden gerne mit einer Deichselfederung gekauft. Es gibt Gummipuffer, die dämpfend wirken. Weiter kommen Blattfederelemente zum Einsatz und es gibt optional auch eine ölpneumatische Federung (z.B. Joskin). Bergmann setzt beim Tieflader auf eine hydropneumatische Deichselfederung.

#### Fahrwerk-Varianten

Ein Blickfang ist das Bogie-Fahrwerk am Samson-Tiefbettstreuer. Die Bogie-Konstruktion mit einem grossen und einem kleinen Rad ist ein Alleinstellungsmerkmal. Das kleine Rad soll nach Angaben von Samson die Lenkkräfte bei Kurvenfahrt erheblich reduzieren. Im Übrigen gibt es alle Varianten von Fahrwerken. Die Schweizer Hersteller Agrar und Gafner rüsten ihre Mistzetter je nach Grösse

mit einer Einzelachse oder mit einem Tandemfahrwerk aus. Mit Ausnahme der tiefgelegten Bergmistzetter sind Mistzetter auch mit einem Federsystem ausgestattet. Je nach Grösse und Bauraum kann das ein einfaches Blattfedersystem, eine hydropneumatische Federung oder gar eine komfortable Luftfederung sein.

#### Fazit

Es gibt eine Handvoll unterschiedliche Streuwerke für Miststreuer. Jede Art hat ihre Vor- und Nachteile. Richtig eingesetzt leisten sie gute Arbeit. Für Mängel bei der Längs- und Querverteilung ist nicht nur (aber auch) die eingesetzte Streutechnik verantwortlich. Ungenauigkeit ist zum Teil hausgemacht, indem einem gleichmässigen Beladen der Miststreuer oft zu wenig Beachtung geschenkt wird. Eine Marktübersicht ist auf der Homepage [www.agrartechnik.ch/](http://www.agrartechnik.ch/) download zu finden. ■



[www.arnold-partner.ch](http://www.arnold-partner.ch)  
041 499 60 00

[www.agrartechnik.ch](http://www.agrartechnik.ch)