



## 5/ Ausbringtechnik bei Hof-, Recycling- und Mineraldüngern

Annett Latsch<sup>1</sup>, Walter Richner<sup>2</sup>, Thomas Anken<sup>1</sup> und Joachim Sauter<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, 8356 Ettenhausen, Schweiz

<sup>2</sup> Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

<sup>3</sup> 3077 Enggistein, Schweiz

Auskünfte: [annett.latsch@agroscope.ch](mailto:annett.latsch@agroscope.ch)

## Inhalt

1. Einleitung.....	5/3
2. Ausbringung von Gülle und flüssigen Recyclingdüngern.....	5/3
3. Ausbringung von Mist und festen Recyclingdüngern.....	5/4
4. Mineraldünger ausbringung .....	5/5
5. Literatur .....	5/6

## 1. Einleitung

Für die Ausbringung von Hof-, Recycling- und Mineraldüngern stehen zahlreiche technische Möglichkeiten zur Verfügung. Diese haben sich bezüglich der Dosier- und Verteilgenauigkeit stark entwickelt, um den Pflanzen die Düngermengen bedarfsgerecht verabreichen zu können. Neben der Dosierung und Verteilgenauigkeit wird auch dem Bodenschutz Rechnung getragen, indem schwere Transportfahrzeuge mit Breitreifen angeboten werden. Bei der Gülleausbringung haben neben dem Verteilsystem die Witterung und Verdünnung erheblichen Einfluss auf die Höhe der Stickstoffverluste durch Ammoniakverflüchtigung.

Nachfolgend werden die wichtigsten Verteilsysteme für die Ausbringung von Hof-, Recycling- und Mineraldüngern vorgestellt.

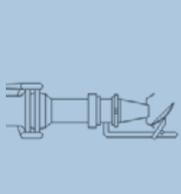
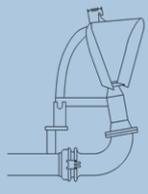
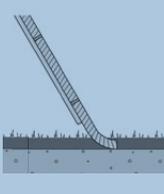
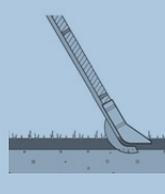
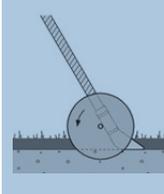
## 2. Ausbringung von Gülle und flüssigen Recyclingdüngern

Die Breitverteilung mittels Prallteller, Pendelverteiler oder Schwenkdüsen (Tabelle 1) ist die in der Landwirtschaft gängigste Methode der **Gülleausbringung**. Die Gülle prallt dabei gegen einen Verteilkopf und wird grossflächig auf

dem Pflanzenbestand verteilt. Dank Ressourcenschutz-Projekten und den neuen Ressourceneffizienz-Beiträgen in der Agrarpolitik 2014–2017 werden heute aber auch Schleppschauch- und Schleppschuhverteiler (Tabelle 1) vermehrt angewendet. Im Vergleich zur Ausbringung mit dem Breitverteiler sind die Ammoniakverluste aufgrund der bodennahen, streifenförmigen Ablage der Gülle mit diesen Verteilern (Abbildung 1) im Durchschnitt um 40 % reduziert. Für Gülleschlitzgeräte (Gülledrill) liegt die Emissionsreduktion sogar bei 70 % (Kupper und Menzi 2013), sie sind jedoch aufgrund der hohen Anschaffungskosten weniger verbreitet. Die Verteilgenauigkeit emissionsmindernder Ausbringensysteme ist sehr gut. Da der Güllestickstoff besser ausgenutzt wird, ist eine Einsparung von mineralischem Stickstoffdünger möglich. Auch die Geruchsbelastung während und nach der Ausbringung nimmt ab. Diesen Vorteilen stehen allerdings im Vergleich zur Breitverteilung deutlich höhere Kosten gegenüber, die eine optimale Auslastung der Maschinen – beispielsweise durch überbetrieblichen Einsatz – erforderlich machen.

Schleppschauch- und Schleppschuhverteiler mit Güllefass lassen sich bei bis zu 15 % Hangneigung einsetzen. Bei einer Verschlauchung ist sogar eine Hangneigung bis 25 % möglich. Damit haben beide Techniken auch in hügeligen Regionen ein grosses Einsatzpotenzial. Gülleschlitzgeräte sind eher für leichte Böden geeignet und bis 10 % Hang-

Tabelle 1 | Merkmale verschiedener Gülleverteiler (modifiziert aus Frick 1999).

	Prallteller	Pendelverteiler	Schwenkdüsen	Schleppschauchverteiler	Schleppschuhverteiler	Gülledrill
						
Bauart	einfach	einfach/aufwendig	aufwendig	aufwendig	aufwendig	aufwendig
Effektive Arbeitsbreiten	5–13 m; je nach Fabrikat/ Typ	11–16 m; je nach Einstellung	bis 20 m; je nach Druck und Einstellung	6–36 m	3–18 m	6–9 m
Verteilgenauigkeit	mehrheitlich befriedigend bis mangelhaft	gut bis sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Windempfindlichkeit	hoch	mittel	hoch	gering	gering	gering
Erforderliche Überlappungsbreite	0,5–2 m	1,5–2 m	3 m	keine	keine	keine
Überlappungstoleranz	gering	gut	sehr gut	gering	gering	gering
Einstellung Arbeitsbreite	mehrheitlich begrenzt möglich	begrenzt möglich	problemlos möglich	fix vorgegeben	fix vorgegeben	fix vorgegeben
Exaktes Güllen am Feldanfang bzw. Feldende	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich	sehr gut möglich	sehr gut möglich	sehr gut möglich
Weitere Merkmale			halbseitiges Verteilen möglich; nicht geeignet für Vakuumfass	30 % Emissionsminderung im Vergleich zur Breitverteilung	50 % Emissionsminderung im Vergleich zur Breitverteilung	70 % Emissionsminderung im Vergleich zur Breitverteilung

neigung anwendbar (Sauter *et al.* 2004; Lorenz 2010; Sauter *et al.* 2010; BAFU und BLW 2012).

Für die **Ausbringung von flüssigen Recyclingdüngern** sind emissionsmindernde Techniken besonders vorteilhaft. Da die Dünger oft einen hohen Gehalt an pflanzenverfügbarem Stickstoff aufweisen, ist eine exakte Dosierung besonders wichtig. Für flüssiges Gärgut, das aufgrund seiner meist hohen Nährstofffracht hochpräzise verteilt werden muss, sind in der Praxis Durchlaufmessgeräte mit einer hohen Dosiergenauigkeit im Einsatz, damit die kulturspezifischen Düngeempfehlungen eingehalten werden können.



Abbildung 1 | Streifenförmige Ausbringung von Gülle mit einem Schleppschlauchverteiler in einen Wiesenbestand (Foto: Agroscope).

Die Ausbringung von Gülle und flüssigen Recyclingdüngern sollte bei kühlen und feuchten Bedingungen erfolgen, um die Ammoniakverluste weiter zu vermindern. Ebenso ist eine Verdünnung mit Wasser bezüglich der Verluste vorteilhaft (Frick und Menzi 1997).

Bei Verwendung von Güllefässern muss dem Bodendruck Rechnung getragen werden. Einfachachsen mit Breitreifen sind vor allem für den Boden und die Grasnarbe günstiger. Tandemachsen zeichnen sich durch eine höhere Laufruhe während der Strassenfahrt aus. Die bodenschonenden Verschlauchungsanlagen weisen gegenüber dem Fass eine geringere Flexibilität auf. Das Überfahren des Güllefuhrschlauches mit Schleppschuhen ist nur bedingt möglich.

### 3. Ausbringung von Mist und festen Recyclingdüngern

Auch bei der **Mistausbringung** gilt es, die gewünschte Menge mittels unterschiedlicher Applikationstechniken (Tabelle 2) möglichst genau über das ganze Feld ausbrin-

gen zu können. Auf Wiesen und Weiden sollten die fein verteilten Gaben unter 15 t pro ha liegen, um eine Schädigung der Grasnarbe durch eine zu starke Abdeckung zu vermeiden. Beim Einsatz im Ackerbau ist es wichtig, den Mist innerhalb weniger Stunden nach dem Ausbringen einzuarbeiten, damit Stickstoffverluste infolge Ammoniakverflüchtigung möglichst gering ausfallen.

Die Verteilgenauigkeit bei der Mistausbringung wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Neben der Beschaffenheit des Ausgangsmaterials spielen das sorgfältige Beladen des Streuers und die eingesetzte Technik eine wichtige Rolle (Tabelle 2). Für Stallmist werden primär Streuer mit horizontal (Abbildung 2) oder vertikal angebrachten Walzen eingesetzt. Zur Ausbringung von Geflügelmist sind diese Streuwerke nur bedingt geeignet, da der lockere Mist am Ende des Kratzbodens unzerteilt direkt auf den Boden fallen kann (Moser 2007). Hier empfehlen sich Tellerstreuer, bei denen Streuteller unterhalb der Walzen eine gute Querverteilung gewährleisten.



Abbildung 2 | Miststreuer mit zwei liegenden Walzen (Foto: Agroscope).

Zur Überwachung der Streumenge können Wiegeeinrichtungen installiert werden. Auch eine geschwindigkeitsabhängige Regulierung des Kratzbodenvorschubs ist möglich. Grenzstreueinrichtungen gewährleisten eine kontrollierte grenznahe Verteilung. Im Berggebiet haben sich Seitenstreuer bewährt. Sie haben ein sehr feines Streubild und dank Schiebewand eine gute Längsverteilung. Bei Bedarf können sie mit einem verstellbaren Streukopf zur Regulierung der Streuweite ausgestattet werden (Hunger 2013a und 2013b).

Für die **Ausbringung von festen Recyclingdüngern** (Kompost, Häckselgut) kommen vor allem spezielle Kompost- und Grossflächenstreuer zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch eine stabile Bauweise (Streuwanne, Chassis, Achse), hohes Fassungsvermögen und Tellerstreuwerk aus. Ein hydraulisch verstellbarer Stauschieber vor dem Streuwerk verbessert die Dosiergenauigkeit.

Tabelle 2 | Merkmale verschiedener Ausbringtechniken für Mist und stichfeste Recyclingdünger (modifiziert aus Hunger 2013a).

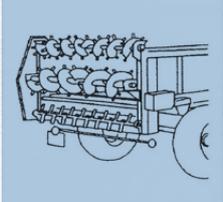
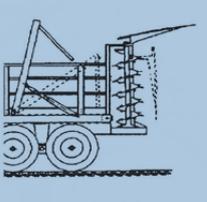
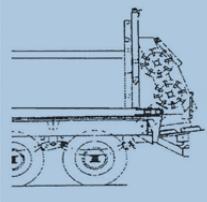
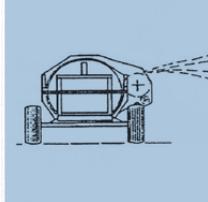
	Miststreuer	Universalstreuer	Muldenstreuer	Tellerstreuer	Seitenstreuer
					
Streuwerk	2/3 liegende Walzen	4 stehende Walzen	2 grosse, stehende Walzen	2/3 liegende bzw. stehende Walzen und 2 Streuteller	Streu rotor Sternrotor
Dosierung	Kratzboden (mechanisch/hydraulisch oder hydraulische Abschiebetechnik)				Kratzboden, Schnecken
Arbeitsbreite	3–4 m	6–7 m	6 m	11–15 m	10–15 m
Streuqualität quer	befriedigend	gut bis sehr gut	gut	gut	befriedigend
Streuqualität längs	ungenügend	mit Stauschieber befriedigend	mit Stauschieber befriedigend	mit Stauschieber befriedigend	gut
Eignung für	Stallmist Kompost	Stallmist Kompost Geflügelmist Dickstoff	Stallmist Kompost Geflügelmist Dickstoff	Stallmist Kompost Geflügelmist Dickstoff Feuchtkalk	Stallmist Kompost Geflügelmist Dickstoff Feuchtkalk

Tabelle 3 | Merkmale verschiedener Techniken für die breitflächige Ausbringung fester Mineraldünger (Angaben aus Frick 2002 und Nagl 2011).

	Schleuderstreuer		Auslegerstreuer	
	Scheibenstreuer	Pendelrohrstreuer	Schneckenstreuer	Pneumatikstreuer
Verteiltechnik	scheibenförmiges Schleuderwerk	hin- und herschwenkendes Rohr	Förderschnecke	Luftstrom
Arbeitsbreite	10–36(–50) m	12–18 m	gering bis mittel	
Querverteilung	gut	sehr gut	sehr gut	
Eignung für unterschiedliche Mineraldünger	hohe Ansprüche an die Düngerkörnung → weniger geeignet für leichte und pulverförmige Dünger und bei geringer Granulatfestigkeit	geringere Ansprüche an die Düngerkörnung als bei Scheibenstreuern	geringe Ansprüche an die Düngerkörnung → gleichmässige Verteilung auch von leichten und pulverförmigen Düngern	
Besonderheiten	–	für präzises Grenz- oder Randstreuen ist gegebenenfalls das Pendelrohr auszutauschen	–	kleinräumige Anpassung der Ausbringmenge möglich (Teilbreitenschaltung; Mengenregelung innerhalb der Teilbreite)

#### 4. Mineraldüngerausbringung

Die **Ausbringung fester Mineraldünger** erfolgt mit Schleuder- oder Auslegerstreuern (Tabelle 3). In der Schweiz weit verbreitet sind Zweisheibenstreuer mit Arbeitsbreiten bis 36 m (Frick 2002). Sie besitzen gegenüber Einscheibenstreuern eine exaktere Querverteilung, da Asymmetrien im Streubild durch die gegenläufige Drehrichtung der beiden Wurfscheiben abgeschwächt werden. Noch besser ist die Streubildsymmetrie bei Pendelrohrstreuern, deren Arbeitsbreite jedoch begrenzt ist (Nagl 2011). Eine gleichmässige Düngung der Gesamtfläche wird bei Schleuderstreuern durch überlappende Anschlussfahrten gewährleistet. Für präzises Grenz- oder Randstreuen sind Rand-

streueinrichtungen einzusetzen. Zur Ausbringung von leichten und pulverförmigen Düngern empfehlen sich Auslegerstreuer. Diese sind gegenüber den Düngereigenschaften relativ unempfindlich und erreichen auch bei Kalk oder Harnstoff eine sehr gute Querverteilung (Nagl 2011). Sie erfordern jedoch genaues Anschlussfahren und sind in der Anschaffung zum Teil deutlich teurer als Schleuderstreuer.

Ein exaktes Streuen mit Mineraldüngerstreuern bedingt das Einstellen mittels Streutabelle und die Durchführung einer Abdrehrprobe, da sich die physikalischen Eigenschaften der Dünger aufgrund der Luftfeuchtigkeit bei unterschiedlichen Ausbringterminen verändern können.

In Ergänzung zur breitflächigen Ausbringung können bei Hackfrüchten Mineraldünger mit Hilfe von Reihenstreugeräten oberflächlich (Frick 1995; Abbildung 3) oder mittels Düngerscharen als Unterfussdüngung (Zihlmann *et al.* 2002) in oder nahe bei den Pflanzenreihen abgelegt werden. Durch eine solche Platzierung von meistens Stickstoff und/oder Phosphor in der Nähe der Pflanzenwurzeln können Erträge und Ausnutzung der gedüngten Nährstoffe gesteigert werden; unter anderen zeigte dies Frick (1995) für die Reihendüngung von Stickstoff bei Mais.

Die **Applikation von flüssigen Mineraldüngern** mittels Pflanzenschutzspritze hat sich besonders für Spurenelemente bewährt. Zur Anwendung gelangen auch Stickstoff- und Stickstoff-Phosphor-Dünger sowie magnesium- und schwefelhaltige Verbindungen. Die gelösten Nährstoffe werden direkt auf die Blätter der Kulturpflanzen appliziert und von diesen durch Diffusion aufgenommen. Eine feuchte Blattoberfläche begünstigt die Aufnahme, daher ist die Ausbringung in den Abendstunden zu empfehlen (Müller 2008).

Bei der CULTAN-Düngung werden ammoniumreiche Düngergelösungen durch Injektion nahe der Pflanzenwurzeln im Boden platziert. Die Ammoniumdepots sollen eine kontrollierte Langzeiternährung der Pflanzen ermöglichen (Spiess *et al.* 2006; Flisch *et al.* 2013).



Abbildung 3 | Pflanzennahe oberflächliche Ausbringung eines Mineraldüngers mit Hilfe eines Reihenstreugeräts (Foto: Agroscope).

## 5. Literatur

- BAFU & BLW, 2012. Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 1225, 62 S.
- Flisch R., Zihlmann U., Briner P. & Richner W., 2013. Das CULTAN-Verfahren im Eignungstest für den schweizerischen Ackerbau. *Agrarforschung* 4 (1), 40–47.
- Frick R., 1995. Reihendüngung im Mais. Pflanzenbaulich sinnvoll und technisch möglich. *FAT-Berichte* 466, Agroscope, Ettenhausen, 7 S.
- Frick R., 1999. Verteilgeräte an Güllefässern. Grosse Unterschiede bezüglich Arbeitsbreite und Verteilgenauigkeit. *FAT-Berichte* 531, Agroscope, Ettenhausen, 37 S.
- Frick R. & Menzi H., 1997. Hofdüngeranwendung: Wie Ammoniakverluste vermindern? *FAT-Berichte* 496, Agroscope, Ettenhausen, 12 S.
- Frick R., 2002. Schleuderdüngerstreuer auf dem Prüfstand. Moderne Zweischiebenstreuer mit grossen Arbeitsbreiten und hoher Streugenauigkeit. *FAT-Berichte* 580, Agroscope, Ettenhausen, 28 S.
- Hunger R., 2013a. Mistzetter: System- und Produktübersicht. *Schweizer Landtechnik* 2, 9–11.
- Hunger R., 2013b. Aus der Seite – in die Weite. *Schweizer Landtechnik* 12, 7–9.
- Kupper T. & Menzi H., 2013. Technische Parameter Modell Agrammon. Tierkategorien, Stickstoffausscheidungen der Tiere, Emissionsraten, Korrekturfaktoren. Version 30.05.2013. Zugang: <http://www.agrammon.ch/assets/Downloads/Technische-Parameter-20130814.pdf> [13.9.2016].
- Lorenz F., 2010. Techniken der Gülleausbringung. Einfluss auf Ertrag, Futterqualität und Nährstoffeffizienz. *Milchpraxis* 4, 176–179.
- Moser A., 2007. Mist- und Kompoststreuer. *Schweizer Landtechnik* 3, 9–11.
- Müller E., 2008. Blattdüngung – Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen. 52. Kreuznacher Wintertagung 29.01.2008, Bad Kreuznach. Zugang: [http://www.dlr-rnh.de/Internet/global/themen.nsf/0/67ff3dfa65e88849c125742e0029f43c/\\$FILE/2008-04%20Blattd%C3%BCngung%20-%20bebilderte%20Version.pdf](http://www.dlr-rnh.de/Internet/global/themen.nsf/0/67ff3dfa65e88849c125742e0029f43c/$FILE/2008-04%20Blattd%C3%BCngung%20-%20bebilderte%20Version.pdf) [13.9.2016].
- Nagl T., 2011. Schleuder- und Auslegerstreuer im Überblick – Die Stärken und Schwächen. *Die Landwirtschaft* 4, 3–4.
- Sauter J., Dux D. & Ammann H., 2004. Verteilgenauigkeit von Schleppschlauchverteilern. In der Ebene gut, im Hang unterschiedlich. *FAT-Berichte* 617, Agroscope, Ettenhausen, 12 S.
- Sauter J., Moriz C., Honegger S., Anken T. & Albisser Vögeli G., 2010. Schleppschlauch- und Breitverteiler im Vergleich: Den Vorteilen des Schleppschlauchverteilers stehen höhere Kosten gegenüber. *ART-Berichte* 739, Agroscope, Ettenhausen, 8 S.
- Spiess E., Irla E., Heusser J., Meier U., Ballmer T., Gut F., Richner W., Scherrer C., Wüthrich R. & Hebeisen T., 2006. Depot-Injektion von ammoniumhaltigen Düngern nach dem CULTAN-System. *ART-Berichte* 657, Agroscope, Ettenhausen, 16 S.
- Zihlmann U., Weisskopf P., Bohren C. & Dubois D., 2002. Stickstoffdynamik im Boden beim Maisanbau. *Agrarforschung* 9 (9), 392–397.