

Quetschen, knicken oder reiben

Die mechanische Aufbereitung der Futterbestände während des Mähens hat arbeitswirtschaftliche Vorteile und erhöht die Nährstoffkonzentration im Zellsaft. Auch deswegen sind Aufbereiter in der Schweiz weit verbreitet.

Ruedi Hunger



Die Schweiz ist ein eigentliches «Aufbereiter-Land». Bild: R. Hunger

Pflanzen besitzen zum Schutz vor Austrocknung auf der Haut eine Wachsschicht. Zudem sind in der Pflanzenhaut Spaltöffnungen vorhanden, über die Pflanzen kontrolliert Wasserdampf abgeben. Durch das Schliessen der Spaltöffnungen unmittelbar nach dem Mähen schützen sich die Pflanzen vor dem Austrocknen. Der Wasserverlust während des natürlichen Trocknens ist daher nur noch über die wenig durchlässige Wachsschicht möglich.

Um das Trocknen zu beschleunigen, ist eine Technik gefragt, welche die Wachsschicht so beschädigt, dass Wasser erleichtert austreten kann, aber keine grossen Pflanzenverluste entstehen. Richtig eingestellte Aufbereiter erfüllen diese Forderungen, indem sie durch Quetschen, Knicken oder Reiben die Wachsschicht beschädigen und damit die Wasserabgabe beschleunigen. Dieser Vorgang wird durch das Sättigungsdefizit der Umgebungsluft mitbestimmt.

Aufbereiter-Bauarten

Zinken-Aufbereiter: Beim Zinken-Aufbereiter wird das Mähgut durch Kunststoff- oder Stahlzinken erfasst und an einer Reibplatte oder Zinkenleiste vorbeigeführt. Die Aggressivität ist einstellbar. Kunststoff-, aber auch Stahl-V-Zinken sind fest auf der Rotorwelle montiert. Gummielemente wirken dämpfend und verleihen festen Stahlfingern eine gewisse Elastizität. Alternativ gibt es Pendel-

Stahlfinger (z. B. Kuhn). Die Aufbereitungsintensität wird durch die Rotordrehzahl und den Abstand zwischen Zinken und Reibplatte bzw. Zinkenkamm bestimmt. Zinken-Aufbereiter werden vorzugsweise in gräserdominierten Grasbeständen eingesetzt.

Walzen-Aufbereiter gibt es in der Paarung Stahl/Stahl, Stahl/Gummi und Gummi/Gummi. Das Mähgut wird zwischen den Walzen mit einstellbarem Druck gequetscht. Es können eine oder beide Walzen profiliert sein. Bei Walzen mit unterschiedlichem Durchmesser und/

oder Drehzahl entsteht ein zusätzlicher Reibeffekt. Die Drehzahl bewegt sich zwischen 700 und 1300 Umdrehungen. Sie ist meistens in zwei Stufen wählbar. Die Aufbereitungsintensität wird durch den Zwischenwalzenspalt und die Walzendrehzahl bestimmt. Walzen-Aufbereiter eignen sich speziell für Klee-Gras- und Luzerne-Kunstpflanzen sowie leguminosenreiche Naturwiesen.

Intensiv-Aufbereiter: Während herkömmliche Aufbereiter üblicherweise über einen Rotor mit Zinken und einen Aufbereiterkamm bzw. zusätzliche Schikanen verfügen, sind Intensiv-Aufbereiter mit einer zusätzlichen Bürstenwalze mit Nylonborsten ausgerüstet. Durch die zusätzliche Reibung wird der Aufbereiter-effekt verstärkt und die Trocknung noch beschleunigt. Dank geringem Schlupf im Futterstrom werden Bröckelverluste tief gehalten.

Integrierte Aufbereiter: Aufbereiter, die im Front- oder Seiten-Mähwerk eingebaut sind. Es können sowohl Zinken- wie auch Walzen-Aufbereiter sein. Vereinzelt kann die Rotorwelle aus-

Blick in die Vergangenheit

Die «Entdeckung» der trockenungsfördernden Wirkung durch maschinelle Einwirkung ist einem Zufall zu verdanken. Dabei wurde in den USA beim Unkrautzupfen mit zwei gegenläufigen, gezackten Walzen entdeckt, dass die gequetschten Pflanzen rascher abtrocknen. 1913 meldete der deutsche Landwirt Hermann Bartsch eine Maschine zum Patent an, bei der die Klee-stängel unmittelbar nach dem Mähen durch ein Walzenpaar zerquetscht werden. Mit zunehmender Mechanisierung der Landwirtschaft begannen nach dem Zweiten Weltkrieg systematische Untersuchungen zu «Quetsch- und Knickzettern». In der Folge entstanden bis 1960 zahlreiche weitere Patentschriften verfasst durch IHC, Case, Deere und New Holland.

Was in den USA begann, setzte sich dann vorerst in England und Frankreich durch. Aufgrund der klimatischen Bedingungen und der hohen Qualitätsanforderungen an Grundfutter entwickelte sich die Schweiz zu einem eigentlichen «Aufbereiter-Land». Anfang der siebziger Jahre untersuchte die frühere Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik FAT in Tänikon (Bergmann; Höhn) den Einfluss der Aufbereitung auf die Trocknung. Mitte der siebziger Jahre wurden von verschiedenen Importeuren sieben Aufbereiter (Fahr, John Deere, Krone, Taarup, PZ, Vicon, Kuhn) zum Test angemeldet. Die Vergleichsprüfung wurde damals in den FAT-Mitteilungen und der «Schweizer Landtechnik» 2/76 publiziert.

Übersicht Heckanbau-Aufbereiter

	<p>Agrar-Landtechnik www.agrar-landtechnik.ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sprinter • Alpin • IC 20 (neu) 	<p>Vorne mähen – hinten aufbereiten. Das Trennen der Arbeitsgänge erlaubt die Verwendung eines leichteren Traktors. Die Kopflastigkeit wird reduziert und das Gewicht gleichmässig auf die Front/Heck-Partie verteilt. Das Futter wird über einen 160/180/200 cm breiten Pick-up aufgenommen. Der Rotor ist mit 90/192/126 pendelnden V-Zinken ausgestattet. Die Blechschikane ist in 5 Stufen verstellbar. 4/8, 6/10 oder 8/10 Leitbleche vorne/hinten sorgen für eine gleichmässige und lockere Futterablage.</p>
	<p>Kurmann Technik AG CH-6017 Ruswil www.kurmann-technik.ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • K 818X • K 818X Eco • K 617X 	<p>Kurmann baut schon seit über 35 Jahren verschiedene Heck-Aufbereiter. Für die alpinen Einsatzgebiete gibt's den kleinsten Aufbereiter mit gerade mal 320 kg Eigengewicht. Die Zinkenwellen sind nicht linear durchgehend, sondern in einzelne Segmente aufgeteilt. Dank der bewährten X-Zinken weist das Futter in der Maschine keinen Schlupf auf, sondern wird gleichmässig und zuverlässig transportiert. Das Fahrwerk hat auf jeder Seite zwei Räder. Der Radstand der vorderen und hinteren Räder ist unterschiedlich</p>
	<p>Fella GVS-Agrar 8207 Schaffhausen www.gvs-agrar.ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taurus 275 D • Taurus 285 D 	<p>Fella ist ein weiterer Anbieter von Zinkenaufbereitern für den Dreipunktanbau. Den «Taurus» gibt's mit Arbeitsbreiten von 173 cm und 182 cm. Das kleinere Modell – der 275D mit 398 kg – eignet sich speziell für Zweiachsmäher und den Hang-/Bergeinsatz. Die Ablagebreite ist variierbar. Die Bearbeitungsintensität ist mit einem Gegenkamm einstellbar. Das grössere Modell ist 548 kg schwer und hat einen Leistungsbedarf von 25 kW. Beide Modelle sind für Zapfwellengeschwindigkeiten von 540/1000 U/min lieferbar.</p>
	<p>Kuhn Kuhn Center Schweiz 8166 Niederweningen www.kuhncenterschweiz.ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kuhn TC 320 	<p>Der Heck-Aufbereiter «TC 320» von Kuhn legt das aufbereitete Futter über die ganze Mähbreite wieder ab. Aufbereitungsgrad und Streubreite können jederzeit den entsprechenden Anforderungen angepasst werden. Die Aufbereiter-Drehzahl ist wählbar zwischen 815 U/min und 650 U/min. Die Eingangsdrehzahl ist 540 U/min, durch Drehen des Getriebes wird es möglich, mit 1000 U/min zu fahren. Zwei grosse pendelnde Räder sind mit dem Anbaubock verbunden.</p>
	<p>Kurmann Technik AG CH-6017 Ruswil www.kurmann-technik.ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurmann K 818X Twin 	<p>Der Aufbereiter «K 818X Twin» von Kurmann hat ein patentiertes Aufbereitungssystem. Zentrales Bauteil ist die «Twin»-Bürste, welche maximale Aufbereitungsintensität bei gleichzeitig minimalen Bröckelverlusten erlaubt. Der Hersteller verspricht bis zu 30 % bessere Abtrocknung des Futters und damit bessere Raufutterqualität. Die Aufnahmebreite misst 182 cm. Das Gerät ist serienmässig mit einer Breitstreuvorrichtung ausgerüstet. Der Kraftbedarf wird mit 8,8 bis 15 kW (12–20 PS) angegeben. Der Antrieb erfolgt mit einer Zapfwellendrehzahl von 540 U/min, auf Wunsch ist auch die Variante 1000 U/min möglich.</p>

Blick in die Zukunft

Der Aufbereitungsgrad ist unter anderem von der Rotor-Drehzahl abhängig. Ein mechanischer Antrieb lässt diesbezüglich wenig Flexibilität zu. Bei kleiner Drehzahl ist die Wirkung kaum oder gar nicht vorhanden und mit hoher Drehzahl steigen neben dem Leistungsbedarf auch die unerwünschten Bröckelverluste. Alternativ wurde daher in einem Forschungsprojekt bereits vor einigen Jahren ein stufenloser, elektrischer Antrieb getestet. Dazu haben die Entwickler einen als Aussenläufer konzipierten E-Motor direkt im Aufbereiterrohr (Aufbereiterwelle) integriert. Es ist kein Getriebe notwendig. Der direkte Kundennutzen eines elektrischen Antriebes besteht darin, dass die Aufbereiter-Drehzahl in Abhängigkeit

von Bestandesdichte und Art des Pflanzenbestandes reguliert werden kann. Zudem kann die Aufbereiter-Drehzahl stufenlos an die Fahrgeschwindigkeit bzw. den (Futter-)Massenstrom im Aufbereiter gekoppelt werden. Offen ist noch die Frage, wie der Motor wirkungsvoll gekühlt werden soll – auf dem Prüfstand erfolgt dies durch Wasser – was wohl nicht praxistauglich ist. Zudem muss der Traktor die erforderliche elektrische Leistung bereitstellen. Das Forschungsprojekt «FFT – Future Farm Technology» wurde von der Technischen Universität Wien in Zusammenarbeit mit dem BLT Wieselburg, sowie den Firmen Pöttinger Maschinenfabrik, High Tech Drives und Egston, ins Leben gerufen.

gebaut werden, um ohne Aufbereiter zu mähen.

Heck-Aufbereiter werden in Kombination mit einem Frontmäherwerk eingesetzt. In der Regel sind es Zinken- oder Intensiv-Aufbereiter. Der Heck-Aufbereiter verbessert die Gewichtsverteilung und ersetzt ein Heckgewicht.

Zeit ist Geld

Versuche haben schon vor Jahren ergeben, dass aufbereitetes Futter bei günstigen Bedingungen rund vier Stunde früher eingeführt werden kann. Das mag zwar ein theoretischer Wert sein. Bei der Annahme, dass am Morgen gemäht wird – notabene bei ungünstigen Bedingungen, weil das Gras noch nass ist und daher stärker verschmutzt –, kann dies zutref-

Variante I: Verfahrensvergleich Front-Mähwerk-Aufbereiter/Front-Mähwerk + Heck-Aufbereiter						
Maschine	Anschaffungskosten (Fr.)	Agroscope-Richtwert		Anschaffungskosten (Fr.)	Agroscope-Richtwert	
		Stunde	Hektar		Stunde	Hektar
Traktor 75–89 kW (102–121 PS)	110 000	44,39	22,20	110 000	44,39	22,20
Front-Mäh-Aufbereiter 2,5–3 m	24 000	85,67	42,83			
Front-Mähwerk 2,5–3 m				16 000	60,79	30,40
Heck-Aufbereiter, Dreipunktanbau				8 400	43,26	21,26
Arbeitskraft Landwirtschaft		28,00	7,37		28,00	7,37
Total Maschinenkombination inkl.	(134 000)	158,06	79,03	(134 400)	176,45	88,22
Mehrkosten				(+ 400)	+18,39	+9,19

Variante II: Verfahrensvergleich Front-Mähwerk-Aufbereiter/Front-Mähwerk + 2. Traktor + Kreiselheuer						
Maschine	Anschaffungskosten (Fr.)	Agroscope-Richtwert		Anschaffungskosten (Fr.)	Agroscope-Richtwert	
		Stunde	Hektar		Stunde	Hektar
Traktor 75–89 kW (102–121 PS)	110 000	44,39	22,20			
Front-Mäh-Aufbereiter 2,5–3 m	24 000	85,67	42,83			
Traktor 75–89 kW (102–121 PS)				110 000	44,39	22,20
Front-Mähwerk 2,5–3 m				16 000	60,79	30,40
Traktor 55–65 kW (74–87 PS)				74 000	36,60	9,73
Kreiselheuer 4,6–6 m				11 000	49,28	13,11
Arbeitskraft Landwirtschaft		28,00	7,37		28,00	7,37
Total Maschinenkombination inkl.	(134 000)	158,06	79,03	(211 000)	219,06	82,81
Mehrkosten	(+77 000)				+61,00	+3,78

fen, weil am späteren Nachmittag/Abend das Gras siliert werden kann. Beim Mähen nach dem Mittag ist die eingesparte Zeit erst am folgenden Tag wirksam. Selbst das kann aber entscheidend sein, denn Gewitter ziehen gerne am späteren Nachmittag auf.

Unterschiede beim Verfahren

Bei tiefen Temperaturen, hoher Luftfeuchtigkeit und Windstille wird die Abtrocknung durch den Aufbereiter nur unwesentlich beschleunigt. Dennoch, in aufbereiteter Anwelksilage sinkt der pH-Wert rascher und tiefer ab. Das begünstigt die Milchsäuregärung und hemmt Fehlgärungen. Insgesamt wird die Silage stabiler. Deutlicher als bei der Silagebereitung wirken sich die positiven Aspekte bei der Konservierung über die Heubelüftung aus. Das Wetterisiko wird gesenkt, weil für Belüftungsheu maximal zwei statt, wie bei Bodenheu, drei Tage erforderlich sind. Schönwettertage können folglich effizienter genutzt werden. Mit zunehmendem Abtrocknungsgrad steigen aber die Bröckelverluste bei «angeschlagenen» Pflanzenteilen.

Was spricht gegen den Aufbereiter?

Von Verlusten spricht niemand gerne. Es gibt sie aber, wenn auch erst durch den nachfolgenden Kreiselheuer. Auf die

Mähwerk/Aufbereiter-Verluste bezogen bedeutet dies, dass Grünfutter unter grösstmöglicher Schonung der Grasnarbe gemäht werden soll. Der Aufbereiter muss die verdunstungshemmende Wachsschicht durch Knicken oder Quetschen aufbrechen. Die Aggressivität und damit der Wirkungsgrad eines Zinken-Aufbereiters wird durch die Aufbereiter-Einstellung (Klappe, Rechen) und die Aufbereiterdrehzahl bestimmt. Zu oft werden diese Einstellungen nicht dem Grasbestand angepasst, was sich in höheren Bröckelverlusten zeigt. Wird zusätzlich ein Kreiselheuer eingesetzt, muss dieser ebenfalls sorgfältig eingestellt werden.

Berechnung von Varianten

Variante I: Alternativ zum Frontmäherwerk mit Aufbereiter bieten sich ein Frontmäherwerk und ein Heck-Aufbereiter an. Zwar sind die Anschaffungskosten praktisch gleich hoch, dennoch ist bei aufgelöster Bauweise sowohl pro Zeiteinheit als auch je Flächeneinheit mit höheren Kosten zu rechnen. Die Variante mit Heck-Aufbereiter hat Vorteile, die hier nicht berücksichtigt sind (Gewichtsverteilung, bessere Fahreigenschaften).

Variante II: Ohne Aufbereiter ist es wichtig, dass das gemähte Gras möglichst

schnell gegettet wird. Bei dieser Annahme wird neben dem Kreiselheuer ein zusätzlicher Traktor inkl. Fahrer benötigt. Entsprechend sind die Kosten mit dem Kreiselheuer sowohl nach Zeiteinheit als auch nach Flächeneinheit höher. Ebenfalls höher sind die Anschaffungskosten (der zweite Traktor ist eventuell schon vorhanden).

Maximal-Variante: Wird sowohl ein Mähwerk mit Aufbereiter als auch ein Traktor mit Kreiselheuer eingesetzt, ergeben sich gegenüber der reinen Mähwerk-Aufbereiter-Variante (3-m-Frontmäherwerk) um rund 40% höhere Kosten je Stunde und 25% je Hektar.

Fazit

Aufbereiter verkürzen die Abtrocknung des Mähgutes und reduzieren damit die Feldliegezeiten des Futters. Gleichzeitig können ein bis zwei Arbeitsgänge mit dem Kreiselheuer eingespart werden. Was wiederum zur Folge hat, dass die Feldverluste insgesamt tief gehalten werden. Dem gegenüber stehen höhere Anschaffungskosten und ein grösserer Leistungsbedarf. Insbesondere wenn ein Mähauflbereiter und zusätzlich der Kreiselheuer in mehreren Durchgängen eingesetzt werden, sind die Verfahrenskosten entsprechend hoch. ■