

Einsatz von Intensivaufbereitern in der Futterwerbung

Arbeitswirtschaftliche und qualitative Vorteile, aber mehr Leistungsbedarf und höhere Kosten

Rainer Frick und Helmut Ammann, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon
Ueli Wyss und Roger Daccord, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1700 Posieux

Mit Intensivaufbereitern wird das Futter in einem Arbeitsgang gemäht, intensiv aufbereitet und auf der ganzen Mähbreite abgelegt. In einem Versuchsprogramm mit den Maschinen Krone ICS, Greenland HPC und Kurmann Twin untersuchten wir die Abtrocknung, Feldverluste, Futterqualität und den Leistungsbedarf ergänzt mit einer wirtschaftlichen Beurteilung des Verfahrens. Beim Einsatz des Intensivaufbereiters wird die Feldtrocknung im Vergleich zu konventionellen Mähauflbereitern deutlich beschleunigt. Dadurch kann beim Silieren auf den Kreiselheuer verzichtet werden; bei der Dürffut-

terbereitung lassen sich je nach Ertragshöhe und Witterung ein bis drei Arbeitsgänge einsparen. Als Folge der reduzierten Bearbeitung des Futters (Zetten und Wenden) fallen die Verluste tiefer als bei herkömmlicher Technik aus. Bei vollständigem Verzicht auf den Kreiselheuer und bei hohem Ertrag trocknet das Futter sehr ungleich ab. Dies wirkt sich bei der Dürffuttergewinnung auf die Qualität (Nährwert, Verdaulichkeit) nachteilig aus und birgt eine erhöhte Gefahr der Schimmelbildung am Stock. Bei Silage verbessert sich die Gärqualität (pH-Absenkung, Milchsäuregehalt), wodurch der Energie-

gehalt leicht erhöht wird. Für klee- und kräuterreiche Wiesen eignen sich Intensivaufbereiter (Gefahr hoher Bröckelverluste) weniger gut als in gräserreichen Beständen. Der Kurmann-Twin schneidet diesbezüglich deutlich besser ab als das Bürste-Riffelwalzen-System (Greenland HPC). Der Unterschied im Leistungsbedarf beträgt bei diesen beiden Fabrikaten gegenüber einem Normalaufbereiter rund 4 kW pro Meter Arbeitsbreite. Dies bedingt eine Traktorleistung von mindestens 65 kW. Der Kostenvergleich zeigt, dass die Anschaffung eines Intensivaufbereiters nur bei ausschliesslicher Silagekonservierung wirtschaftlich ist, wenn die Kosten für den Kreiselheuer wegfallen. Von Bedeutung ist zudem, ob der für den Intensivaufbereiter erforderliche Traktor auf dem Betrieb bereits vorhanden ist oder nicht.



Abb. 1: Der Intensivaufbereiter zeigt seine Vorteile hauptsächlich bei der Gewinnung von Anwelksilage. Das Verfahren empfiehlt sich auf grösseren Silobetrieben, die bestrebt sind, eine hohe Raufutterqualität zu erzeugen und die Futterwerbung zu vereinfachen.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Geräte	2
Versuchsdurchführung	4
Technische und pflanzenbauliche Aspekte	5
Wirtschaftlichkeit	14
Gesamtbeurteilung und Folgerungen	18
Empfehlungen	19

Problemstellung

Obwohl sich Mähaufbereiter für die Welk- und Dürrfütterernte in der Praxis etabliert haben, wurde deren Entwicklung weiter vorangetrieben mit dem Ziel, die Trocknung auf dem Feld verstärkt zu beschleunigen, die Futterwerbung zu vereinfachen und die Qualität des eingeführten Futters zu verbessern.

Nachdem die «Mattentechnologie» unter den klimatischen und futterbaulichen Verhältnissen Mitteleuropas den Schritt in die Praxis nicht schaffte, sind nun seit einigen Jahren die sogenannten Intensivaufbereiter im Gespräch, welche das Futter in einem Arbeitsgang mähen, intensiv aufbereiten und breit ablegen. Die neue Technik hat ihren Ursprung in den nördlichen Futterbaugebieten Europas (Holland, Norddeutschland), in denen es witterungsbedingt (hohe Niederschlagshäufigkeit) häufig nicht möglich ist, qualitativ gute Anwelksilage innert nützlicher Frist zu gewinnen. Auch bei uns stiess die Intensivaufbereitung rasch auf Interesse, doch stellte sich die Frage, ob sich das Verfahren auch im schweizerischen Futterbau eignet. Wie ist der Einfluss auf die Abtrocknung und die Futterqualität? Wie hoch fallen die Verluste bei der Futterwerbung aus? Wie eignet sich die Technik in verschiedenen Pflanzenbeständen und für die Dürrfütterbereitung? Wie hoch ist der Leistungsbedarf der Geräte? Ist der Einsatz von Intensivaufbereitern unter Berücksichtigung der verschiedenen Vor- und Nachteile wirtschaftlich? Ein mehrjähriges Versuchsprogramm diente der Klärung dieser Fragen.

Geräte

Was heisst Intensivaufbereitung?

Intensivaufbereiter verfügen im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbereitern über mindestens zwei Walzen, die mit unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit gegeneinander laufen. Durch den engen Walzenabstand von wenigen Millimetern und durch die Zwangsförderung

erfährt das zwischen den Walzen passierende Mähgut einen Reibeffekt, der einen intensiven Futteraufschluss bewirkt. Ein weiteres Merkmal ist die Breitstreu- vorrichtung in Form von Leitblechen oder einer Verteilerwalze, welche das intensiv aufbereitete Mähgut auf mindestens 80% der Mähbreite als lockere Matratze auf dem Boden ablegt.

Der intensive Aufbereitungseffekt zeigt sich darin, dass die Wachsschicht der Blätter verletzt und die Stengel geknickt sind und dies an mehr Stellen als bei herkömmlicher Aufbereitung. Die Struktur des Mähgutes muss aber erhalten bleiben, was heisst, dass die Pflanzenteile nicht zerquetscht oder gehäckselt sein dürfen (Abb. 2).



Abb. 2: Optimaler Aufbereitungseffekt bei Intensivaufbereitung (Greenland HPC).

Beschreibung der Maschinen

In den vergangenen Jahren kamen vier Fabrikate von Intensivaufbereitern auf den Markt (Abb. 3). Als erstes erschien der von Krone entwickelte **ICS («Intensive Conditioner System»)**, ein mit einer Hammer- und Ambosswalze bestückter, gezogener Aufbereiter, der sich in Kombination mit einem Frontscheibenmäher mit 2,8 m Arbeitsbreite verwendet. Krone hat die Produktion des ICS 1996 eingestellt, weshalb auf dieses System im Folgenden nicht näher eingegangen wird.

Als zweite Entwicklung folgte 1994 von Greenland der **HPC («High Performance Conditioner»)**, ein in einem Mähwerk integrierter Intensivaufbereiter

mit einer Bürstenwalze. Dieser lässt sich sowohl in Scheiben- als auch in Trommelmäher einbauen. Unsere Versuchsmaschine war ein heckseitig angebauter PZ-Trommelmäher mit einer Mähbreite von 2,6 m. Der Aufbereiter arbeitet mit zwei in Gegenrichtung drehenden Walzen (Abb. 4). Die obere Walze ist eine Riffelwalze mit schräg verlaufenden Stahlleisten, die untere eine mit Nylonborsten



Abb. 3: Vier Intensivaufbereiter in unterschiedlichster Ausführung und Grösse vom einfachen Heck-Aufbereiter bis zum aufwendigen Selbstfahrer, von oben nach unten: Kurmann K 618 Twin, Krone ICS, Greenland HPC und Deutz-Fahr Grasant.



Abb. 4: Bürste-/Riffelwalzen-System des Greenland HPC: Von den Mähscheiben gelangt das Mähgut direkt in die zwei gegenläufig drehenden Walzen.

versehene Bürstenwalze. Die Riffelwalze drückt das Mähgut in die Borsten der Bürstenwalze. Nach Passieren zwischen den beiden Walzen führen schräg gegen aussen angeordnete Leitbleche das aufbereitete Gut auf die vom Mähgutstrom angetriebene Verteilerwalze, welche das Futter auf der gesamten Mähbreite als lockere Matratze ablegt (Abb. 5). Das PZ-Mähwerk CM 260 HPC wiegt 1120 kg und kostet Fr. 27 800.-. Das HPC-System gibt es mittlerweile auch in Front-Mähwerken (PZ, Vicon) und in gezogener Ausführung (Vicon).

1998 erweiterte sich das Angebot um eine schweizerische Entwicklung, den **Kurmann «K 618 Twin»**. Dieser ist wie der ICS von Krone eine gezogene Maschine, die in Kombination mit einem Frontmähwerk (ohne Aufbereiter) eingesetzt wird. Das zwischen den Traktorrädern abgelegte Mähgut wird aber nicht von einem Pick-up, sondern von einem gegen die Fahrtrichtung drehenden Aufnahme-rotor aufgenommen. Das Herzstück bildet wie beim HPC eine durchgehende, mit Nylonborsten versehene Bürstenwalze. Das vom Rotor aufgenommene Futter

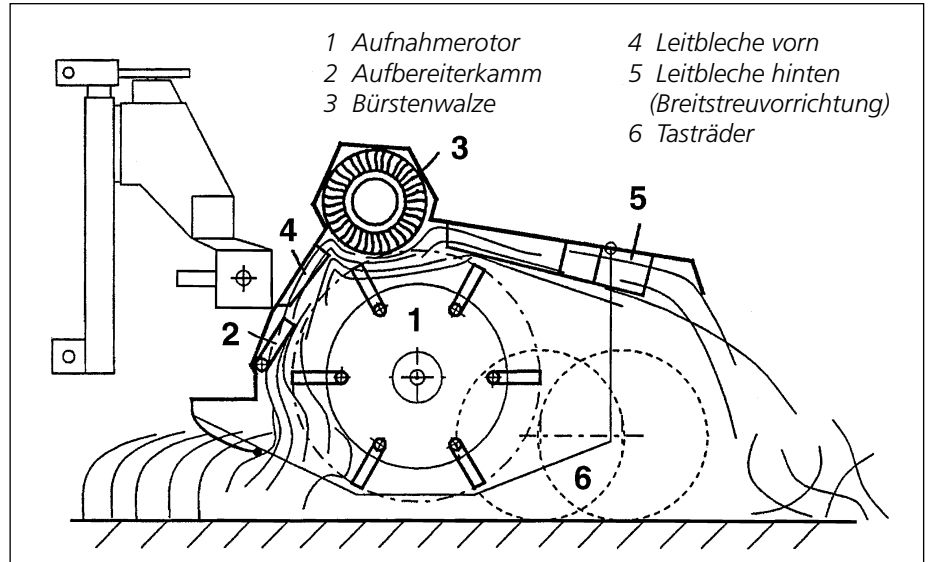


Abb. 7: Aufbau des Kurmann K 618 Twin (Quelle: Kurmann, Rüediswil).

wird am Kamm voraufbereitet und passiert dann zwischen den beweglichen Fingern des Rotors und der obenliegenden Bürstenwalze (Abb. 6). Die Innahaube ist vorne mit Leitblechen ausgestattet, welche das Mähgut gleichmässig auf die ganze Breite der Bürstenwalze verteilen. Die hinteren, verstellbaren Leitbleche sorgen für die Breitablage des aufbereiteten Futters. Zur Änderung des Aufbereitungsgrades lässt sich der Abstand der Bürstenwalze zum Aufnahme-rotor in drei Stufen verstellen. Zusätzlich kann die Neigung des Kammes (Voraufbereitung) in fünf Positionen verstellt werden (Abb. 7). Gewicht: 530 kg. Preis: Fr. 10 900.-.

Schliesslich ist noch der als Selbstfahrer gebaute **Grasant** von Deutz-Fahr zu erwähnen, eine Abänderung der ursprünglich geplanten Mattentrocknungsmaschi-

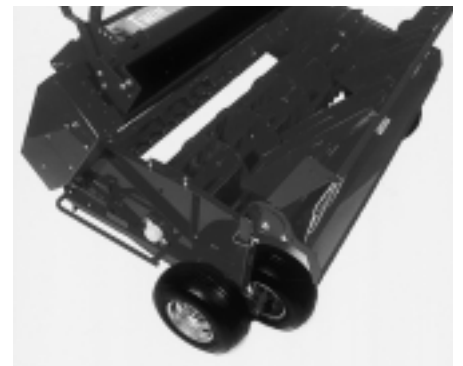


Abb. 6: Kurmann K 618 Twin: Die intensive Aufbereitung erfolgt zwischen den beweglichen Fingern des Aufnahme-rotors und der Bürstenwalze. Bei hochgeklappter Bürstenwalze kann auch normal aufbereitet werden.

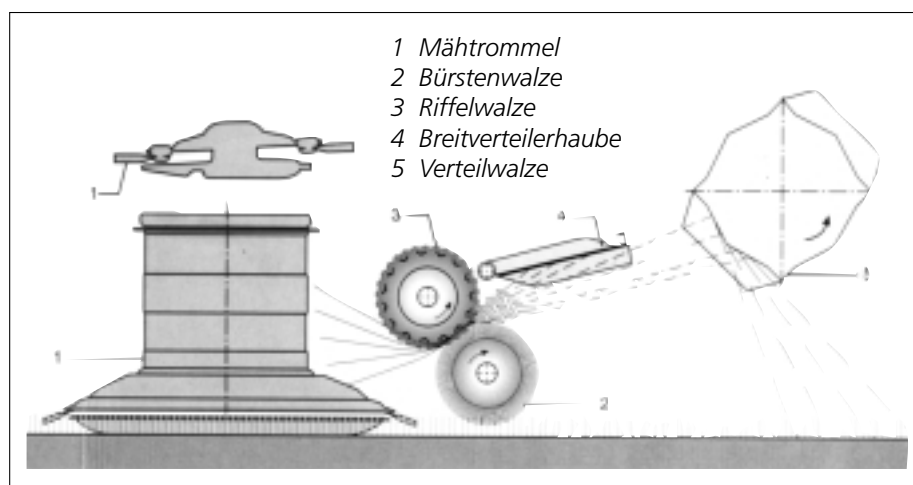


Abb. 5: Aufbau Intensivaufbereiter Greenland HPC (Quelle: Greenland, Geldrop NL).

ne. Der aus einer Zentralwalze und zwei Planetenwalzen bestehende Intensivaufbereiter reibt, fasert und spleisst das Mähgut in Quer- und Längsrichtung mit hohem Aufbereitungsgrad auf. Eine Breitstreuvorrichtung verteilt das aufbereitete Futter auf einer Breite von maximal 5 m auf dem Boden. Die Intensität der Aufbereitung kann über den Abstand (0 bis 30 mm) und die Drehzahl der Walzen (950 bis 3000 U/min) eingestellt werden. Frontseitig mäh ein 6 m breites Doppelscheibenmähwerk, welches sich für den Strassentransport hydraulisch hochklappen lässt. Für den Antrieb dient ein 190 kW starker Dieselmotor. Gewicht: 10 900 kg; Preis ca. Fr. 250 000.- (inkl. 6 Meter-Mähwerk). Der Grasant war in der Schweiz 1997 erstmals bei Lohnunternehmern versuchsweise im Einsatz.

Prinzip des Verfahrens

Die intensive Aufbereitung hat zum Ziel, dass die Pflanzen das Wasser leichter abgeben können. Durch die Ablage des Mähgutes auf der ganzen Mähbreite entsteht eine grosse Angriffsfläche zur Umgebungsluft. Dadurch soll die Trocknung unmittelbar nach dem Mähen ungehindert einsetzen können. Zumindest bei Anwelksilage wird auf den Einsatz des Kreiselheuers (Zetten und Wenden) gänzlich verzichtet. Ist das Futter an der Oberfläche genügend abgetrocknet, werden jeweils zwei Matratzen (Mähbreiten) zu einem Schwad zusammengelegt und vor dem Laden oder Pressen während ein bis zwei Stunden liegen gelassen, damit die noch feuchten Partien aus dem unteren Bereich der Matratzen am Schwad nachtrocknen können.

Das Verfahren der Intensivaufbereitung verspricht die folgenden Vorteile:

- Verkürzte Feldtrocknungszeit und dadurch geringeres Wetterrisiko;
- Einsparung von Arbeitsgängen mit dem Kreiselheuer und dadurch geringerer Aufwand und vereinfachte Organisation bei der Futterwerbung;
- Tiefere Bröckelverluste und geringere Futterverschmutzung dank reduzierter Bearbeitung mit dem Kreiselheuer und dadurch gehaltreicheres Futter;
- Bessere Gärqualität als Folge des intensiven Futteraufschlusses und der höheren Verdichtbarkeit der Silage.

Versuchsdurchführung

Was wurde untersucht?

In einem mehrjährigen Versuchsprogramm wurden die folgenden Kriterien untersucht:

- Abtrocknungsverhalten in verschiedenen Pflanzenbeständen und Aufwüchsen;
- Feldverluste in Abhängigkeit der Aufbereitungs- und Bearbeitungsintensität;
- Futterqualität (Futterverschmutzung, Silage- und Dürrfutterqualität, Verdaulichkeit);
- Beurteilung des Verfahrens hinsichtlich Leistungsbedarf, Arbeitsaufwand und Wirtschaftlichkeit.

In insgesamt zwölf praxisnahen Feldversuchen in Tänikon wurde das Verfahren

der Intensivaufbereitung mit herkömmlicher Technik (Normalaufbereiter, ein- bis mehrmals Wenden, Schwaden) verglichen. Als Normalaufbereiter kam entweder ein Heckaufbereiter (Kurmman K 600) hinter einem Front-Trommelmäher oder ein Heck-Trommelmäher mit integriertem Zinkenaufbereiter (Fahr KM 24 CR) zum Einsatz. Ermittelt wurden die *Trocknungsbeschleunigung*, die *Feldverluste* und die *Futterverschmutzung*. Die Versuche deckten unterschiedliche Bedingungen hinsichtlich Witterung, Pflanzenbestand (Natur- und Kunstwiesen) und Aufwuchs ab. Die TS-Erträge lagen in einem Bereich von 18 bis 51 dt TS pro ha. In fünf Versuchen wurde Anwelksilage, in sieben Versuchen Dürrfutter gewonnen. In drei weiteren Einsätzen, die in Kunstwiesen mit 42 bis 50 dt TS pro ha stattfanden, wurde der *Leistungsbedarf an der Zapfwelle* (ICS, HPC, Twin) gemessen.

Ein *Konservierungs- und Verdauungsversuch* diente dazu, die Einflüsse von intensiv aufbereitetem Futter auf die Gär- und Futterqualität (chemische Zusammensetzung, Verdaulichkeit) abzuklären. Diese Untersuchungen führte die RAP-Posieux durch.

Basierend auf den in den Feldversuchen gewonnenen Erkenntnissen ergänzen Berechnungen zur *Arbeits- und Betriebswirtschaft* die Beurteilung des Verfahrens.

Eingesetzte Maschinen

Aus Tabelle 1 ist zu ersehen, welche der beschriebenen Intensivaufbereiter in den einzelnen Versuchen zum Einsatz kamen. Gestartet wurden die Versuche 1994 mit dem HPC von Greenland. 1995 kam der Krone ICS dazu. Die Mehrzahl der Abtrocknungsversuche und der Konservierungsversuch an der RAP erfolgten mit diesen beiden Maschinen. Ab 1996 wurde hauptsächlich mit dem Kurmann-Twin gearbeitet. Mit dem Grasant von Deutz-Fahr fanden keine Versuchseinsätze statt.

Tab. 1: In den Versuchen eingesetzte Intensivaufbereiter

Jahr	1994		1995			1996		1997	
Versuch ¹⁾	A	L	A	L	K	A	L	A	L
Krone ICS			x	x	x				
Greenland HPC CM 260	x	x	x	x		x			x
Kurmman K 618 Twin						x		x	x

¹⁾ A = Abtrocknungsversuche: Trocknungsverlauf, Feldverluste, Verschmutzung

L = Leistungsmessungen an der Zapfwelle

K = Konservierungs- und Fütterungsversuch (RAP-Posieux)

Methodik

Die Messungen des *Leistungsbedarfes* erfolgten mit einer Drehmoment-Messnabe an der Zapfwelle. Die Fahrgeschwindigkeit betrug 10 km/h.

Zur Bestimmung der *Abtrocknungsgeschwindigkeit* wurden auf dem Feld vom Mähen bis zum Einführen in regelmässigen Abständen (zirka alle 2 bis 3 Stunden) Proben genommen, aus denen sich nach der Trocknung bei 105 °C im Wärmeluftofen die TS-Gehalte ermitteln liessen. Der Verlauf der Abtrocknung ist als Funktion der Sättigungsdefizitsumme dargestellt, die sich aus der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit errechnet.

Die Messungen der *Feldverluste* erfolgten mit der Staubsaugermethode. Die nach dem Laden verbliebenen Futterreste werden auf einer bestimmten Länge an verschiedenen Stellen zuerst mit einem Rechen und hernach an gleicher Stelle mit einem Laubsauger aufgesammelt. Die mit dem Rechen gesammelten Reste bezeichnet man als Aufnahmeverluste, die aufgesaugten als Bröckelverluste.

Für den *Konservierungs- und Fütterungsversuch* stammte das Futter von einer Kunstwiese (Standardmischung 440, 2. Schnitt, Ertrag 22 dt TS/ha). Dieses wurde in einem Tag je zur Hälfte als Silage (Ziel 35% TS) und als Dürrfutter (Ziel 60% TS) konserviert. Beim Intensivaufbereiter wurde nicht gezettet; beim Standardverfahren (Normalaufbereiter) wendete man das Futter für die Silage einmal und für das Dürrfutter zweimal. Im Konservierungsversuch wurde einerseits frisches (nicht angewelktes) Futter von den beiden Verfahren direkt nach dem Mähen in je drei Laborsilos (Inhalt 1,5 l) einsiliert. Andererseits füllte man das angewelkte Futter sowohl in Laborsilos als auch in zwei Versuchssilos (13 m³ Inhalt) ein. Die Bestimmung der Konservierungsverluste in den Versuchssilos erfolgte mit Bilanzsäcken. Das Dürrfutter wurde auf die Heubelüftung gebracht und mit einer Wärmepumpe getrocknet. Nach vier Tagen wurden Proben entnommen, und

das Futter nach zwei weiteren Tagen zu Kleinballen gepresst und so bis zur Verfütterung gelagert. Der Fütterungsversuch zur Bestimmung der Verdaulichkeit (in vivo) erfolgte nach RAP-üblicher Methodik mit Schafen.

Technische und pflanzenbauliche Aspekte

Höherer Leistungsbedarf

Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse zur Leistungsaufnahme an der Zapfwelle basieren auf Messungen in einer Kunstwiese mit einem Ertrag von 48 dt TS pro ha. Verglichen wurden ein Frontmäherwerk (Trommelmäher) Pöttinger CAT 310, ein gezogener Normalaufbereiter Kurmann K 618, ein gezogener Intensivaufbereiter Kurmann K 618 Twin und ein PZ-Trommelmäher mit integriertem Intensivaufbereiter Greenland CM 260 HPC. Die Arbeitsbreite des Frontmäherwerkes betrug 3,1 m, jene des Heckmäherwerkes (HPC) 2,6 m. Gefahren wurde bei allen Geräten mit 10 km/h.

Gemäss dieser Messung hat der K 618 Twin einen Leistungsbedarf von 17,5 kW. Der Mehrbedarf an Leistung gegenüber dem konventionellen Aufbereiter ohne Bürstenwalze (Kurmann K 618) beträgt demnach etwa 4 kW. Vergleicht man diesen Wert mit dem in früheren Messungen ermittelten Leistungsbedarf des Intensivaufbereiters ICS von Krone, benötigt der Twin je nach Ertragshöhe 10 bis 20 kW weniger Leistung. Die Kombination K 618 Twin plus Frontmäherwerk bedarf einer Antriebsleistung von 45 kW, benötigt also rund 10 kW mehr Leistung als das integrierte System HPC von Greenland.

Allerdings ist der Durchsatz beim HPC wegen der um 50 cm geringeren Schnittbreite einiges kleiner. Bezieht man die ermittelten Werte auf die gleiche Mähbreite, beträgt der Unterschied zwischen den beiden Systemen pro Meter Arbeitsbreite 1 kW zugunsten des HPC (Tab. 2).

Um den am Traktor erforderlichen Gesamtleistungsbedarf abschätzen zu können, sind für die Fortbewegung des Traktors und das Ziehen des Mähwerkes etwa 20 bis 25 kW (Erfahrungswert) zu der an der Zapfwelle gemessenen Antriebsleistung zu addieren. Demnach sind für den HPC bei 2,6 m Arbeitsbreite rund 60 kW, für die Kombination Twin plus Frontmäher (3,1 m Arbeitsbreite) etwa 65 kW erforderlich. Dies entspricht den Erfahrungswerten, die aus der Praxis vorliegen. Beim HPC hat sich allerdings gezeigt, dass 60 kW wegen des hohen Gewichtes im Normalfall nicht reichen, weil sich bei dieser Traktorgrosse Probleme mit dem Anheben des Mähwerkes ergeben.

Fazit: Die Intensivaufbereiter Greenland HPC und Kurmann Twin erfordern Traktorleistungen von mindestens 65 kW. Im Vergleich zu Front- oder Heckmäherwerken mit integriertem Normalaufbereiter, für die bei 3 m Arbeitsbreite Traktoren mit 55 kW genügen, liegt der Leistungsbedarf somit um rund 10 kW höher.

Schnellere Abtrocknung

Die Abtrocknungsversuche zeigen in ihrer Gesamtheit übereinstimmend, dass sich die Abtrocknung des Mähgutes mit intensiver im Vergleich zu herkömmlicher Aufbereitung deutlich beschleunigen lässt, sofern das Sättigungsdefizit der

Luft genügend hoch ist. Welcher Trocknungsvorsprung erzielt wird, hängt allerdings von der gewählten Bearbeitung (Anzahl Arbeitsgänge mit dem Kreiselheuer) nach dem Mähen ab. Bei der Dürrfutterbereitung fallen die Unterschiede der beim Einführen erzielten TS-Gehalte deutlicher als beim Silieren aus.

Silieren

In den Versuchen mit Silagegewinnung lag die Zielsetzung bei 35% Trockensubstanz (Anwelksilage). Die Einsätze erfolgten in Kunstwiesen (erstes Hauptnutzungsjahr) mit Kleeanteilen von 30 bis 50%. Die Erträge lagen in einem Bereich von 22 bis 40 dt TS pro ha. Folgende Verfahren wurden verglichen:

- Normalaufbereiter, 2x Wenden, Schwaden, Laden
- Intensivaufbereiter ohne Wenden, Laden
- Intensivaufbereiter, 1x Wenden, Laden

In allen fünf Versuchen zeigte die Abtrocknung in den Parzellen mit Intensivaufbereitung (ohne Wenden) etwa den gleichen Verlauf wie beim Standardverfahren (Normalaufbereiter mit 2x Wenden; Abb. 8). In drei Fällen war der TS-Gehalt beim Einführen etwas tiefer, in zwei Fällen leicht höher. In drei Versuchen baute man eine Variante mit einmaliger Bearbeitung des mit Intensivaufbereiter gemähten Futters ein. In diesem Verfahren resultierte stets ein recht deutlicher Trocknungsvorsprung, sofern die Trocknungsbedingungen gut waren. In einem Versuch fiel die Silage in diesem Verfahren mit 58% TS deutlich zu trocken aus.

Dürrfuttergewinnung

Die in Natur- und Kunstwiesen durchgeführten Versuche mit Dürrfutter hatten zum Ziel, das Futter mindestens mit 60% Trockensubstanz (belüftungstrocken) einzuführen. Die Erträge lagen zwischen 18 und 51 dt TS pro ha. Es wurden die folgenden Verfahren angelegt:

- Normalaufbereiter, 2 bis 5x Wenden, Schwaden, Laden
- Intensivaufbereiter ohne Wenden, Schwaden, Laden
- Intensivaufbereiter, 1x Wenden, Schwaden, Laden

Bei der Dürrfutterbereitung hängen die Ergebnisse beim Verfahren Intensivaufbereiter (ohne Wenden) stark von der Er-

Tab. 2: Leistungsbedarf an der Zapfwelle bei Mähwerken und Aufbereitern bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h. Messung in einer Kunstwiese mit 48 dt TS pro ha.

Mähwerk / Aufbereiter	Arbeitsbreite Mähwerk m	Leistungsbedarf an der Zapfwelle in kW		
		Einzelgerät	gesamt	pro m Arbeitsbreite
Frontmäherwerk Pöttinger CAT 310	3,1	26,8		
Heckaufbereiter Kurmann K 618		13,6	40,4	13,0
Frontmäherwerk Pöttinger CAT 310	3,1	26,8		
Heck-Intensivaufbereiter Kurmann K 618 Twin		17,5	44,3	14,3
Heckmäherwerk PZ CM 260 mit integr. Intensivaufbereiter HPC	2,6	34,5	34,5	13,3

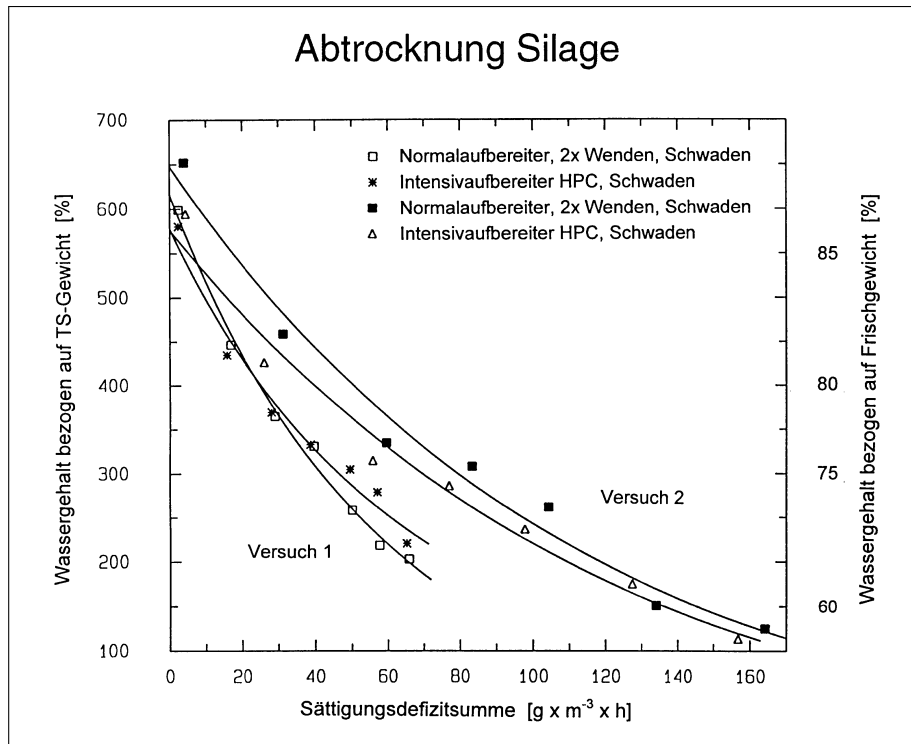


Abb. 8: Abtrocknungskurven bei Silagegewinnung (2-tägig). Vergleich zwischen Intensivaufbereitung ohne Wenden und konventioneller Technik (Normalaufbereiter mit zweimal Wenden). Beide Versuche in Kunstwiesen mit Kleeanteilen von 30–40%.

tragshöhe ab. Bei normalem Ertrag (maximal 40 dt TS pro ha) verläuft die Abtrocknung mit dem Intensivaufbereiter auch hier ähnlich wie im Standardverfahren (Normalaufbereiter, 3x Wenden), ohne dass gezettet werden muss (Abb. 9). Bei geringem Aufwuchs (unter 30 dt TS pro ha) erreichte der Intensivaufbereiter ohne Wenden den gewünschten TS-Gehalt sogar am ersten Tag. Optimale Trocknungsbedingungen sind allerdings die Voraussetzung. In den Parzellen mit Intensivaufbereitung, in denen das Futter zusätzlich einmal gezettet wurde, liess sich gegenüber dem Standardverfahren (Normalaufbereiter mit mehrmaligem Wenden) die Trocknung deutlich beschleunigen (Abb. 9).

Bei hohen Erträgen, wie sie vor allem im ersten Aufwuchs (Heuet) üblich sind, kommt man trotz Intensivaufbereitung nicht darum herum, das Futter zu bearbeiten, ansonsten die Abtrocknung stark verzögert wird. Dies illustriert der in Abbildung 10 dargestellte Versuch in einer mastigen Kunstwiese mit 51 dt TS pro ha. Im Standardverfahren musste das Futter fünfmal gewendet werden, um schliesslich nach zwei Tagen knapp 60% Trockensubstanz zu erreichen, während der Intensivaufbereiter ohne jegliche Bearbeitung in derselben Zeit nicht einmal

auf 40% TS kam. Auch mit einer zusätzlichen Bearbeitung erreichte der Intensivaufbereiter mit 56% TS noch nicht das Niveau des Standardverfahrens. Erst

bei zweimaligem Wenden resultierte ein befriedigender TS-Gehalt von 66%. Die Trocknungsbedingungen waren allerdings besonders am ersten Versuchstag mittelmässig. Doch auch bei guter Witterung hätte der Intensivaufbereiter ohne Wenden die gewünschten 60% TS in diesem Bestand nie erreicht.

Ungleichmässige Abtrocknung

Für das Verfahren charakteristisch ist, dass die Matratzen an der Oberfläche sehr rasch trocknen, während das Futter im unteren Bereich feucht oder gar nass bleibt. Die Unterschiede im TS-Gehalt «oben zu unten» können bis zu 15% betragen. Dieses ungleiche Abtrocknen ist auch die Ursache für das schlechte Abschneiden des Intensivaufbereiters bei hohem Futteraufwuchs. Die Matratzen fallen dann zu dick aus, wodurch der Anteil an schlecht getrocknetem Futter sehr hoch ist (Abb. 11). Bei geringer Ertragshöhe dagegen werden die Matratzen nur wenige Zentimeter dünn und können bei guter Witterung rasch durchtrocknen. Da bei Dürrfutter ein gleichmässiger TS-Gehalt wegen der Lagerung am Stock sehr wichtig ist, sollte das Mähgut ab einer Ertragshöhe von zirka 35 dt TS pro ha einmal gewendet werden.

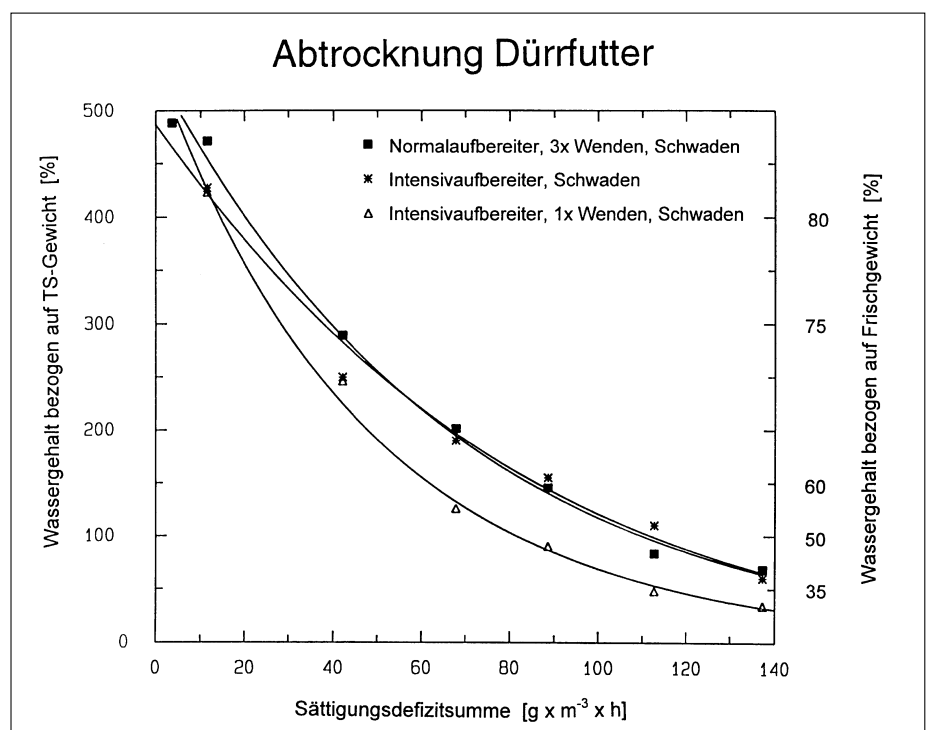


Abb. 9: Abtrocknungskurven bei Heugewinnung. Vergleich zwischen Intensivaufbereitung (ohne Wenden, einmal Wenden) und konventioneller Technik (Normalaufbereiter mit dreimal Wenden). Naturwiese im 1. Aufwuchs, Ertrag 38 dt TS/ha, Juni 1996.

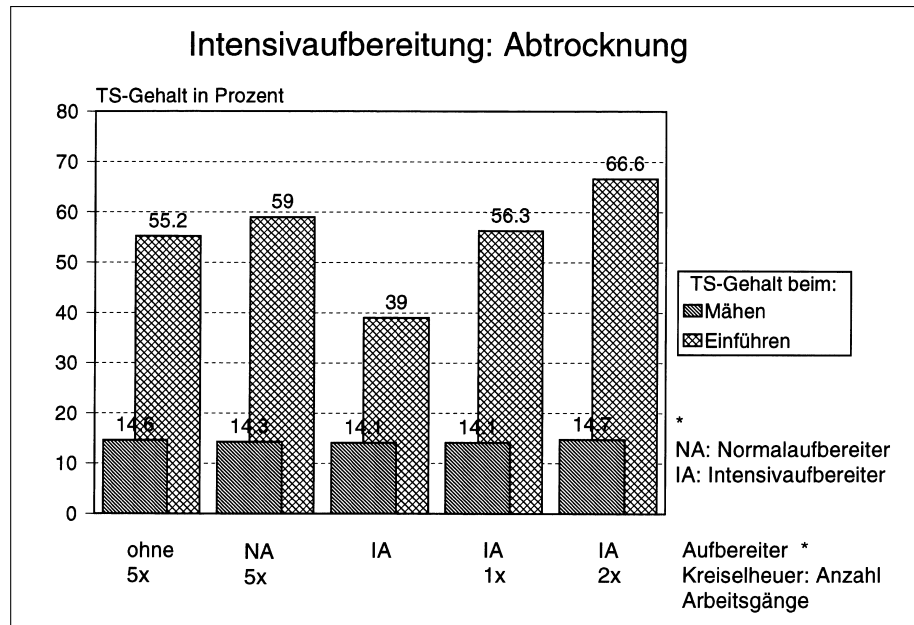


Abb. 10: Vergleich der Abtrocknung (TS-Gehalte beim Einführen) bei Gewinnung von zweitägigem Belüftungsfutter mit verschiedenen Aufbereiterverfahren in einer Kunstwiese im 2. Aufwuchs mit 30% Kleeanteil, Ertrag 51 dt TS/ha, Juni 1995.



Abb. 11: Die ungleiche Abtrocknung des Futters (oben dürr, unten feucht oder nass) gehört zur Intensivaufbereitung. Diese ist umso ausgeprägter, je dicker die Matratzen beim Mähen ausfallen. Bei hohen Aufwüchsen kann deshalb auf den Einsatz des Kreiselheuers nicht verzichtet werden, besonders bei Gewinnung von Belüftungsfutter.

Nachtrocknung am Schwad

Charakteristisch ist im weiteren die ausgeprägte Nachtrocknung des Futters am Schwad. In fast allen Versuchen nahmen die TS-Gehalte nach dem Schwaden im Verfahren «Intensivaufbereiter ohne

Wenden» nochmals deutlich zu (Abb. 12). Im Extremfall stieg der TS-Gehalt innerhalb von 1,5 Stunden von 55% (Schwaden) auf 75% (Einführen) an. Bedingung ist allerdings, dass das Schwaden zu einem Zeitpunkt erfolgt, in dem die Trocknungsbedingungen noch günstig sind. Erfolgt die Schwadformung zu spät, wie das in einem Versuch geschah, ist die Nachtrocknung kaum stärker als bei konventioneller Technik.

Gerätebedingte Unterschiede

Im Unterschied zum Twin legt der HPC das Mähgut auf der gesamten Mähbreite ab. Bedingt durch den Heckanbau des Mähwerkes wird dabei bei jeder Durchfahrt ein Teil des gemähten Futters von den linken Traktorrädern überfahren. In einem zweitägigen Emd-Versuch untersuchte man diesen Effekt auf die Abtrocknung (Abb. 12).

Wie das Ergebnis zeigt, ist der Trocknungsverlauf markant schlechter als beim Futter, das nicht überfahren wird. Weil der Anteil des überfahrenen Futters an der gesamten Futtermenge gering ist, sollte die Auswirkung des Überfahrens nicht überbewertet werden. Gravierender ist, dass bei feuchten Bedingungen die Traktorräder das Futter in den Boden drücken und folglich der Kreiselschwader tief eingestellt werden muss, um dieses Futter sauber aufnehmen zu können. Dadurch erhöht sich die Gefahr einer starken Verschmutzung.

Zweimal konnten verschiedene Intensivaufbereiter im gleichen Versuch eingesetzt werden. Ein eintägiger Emdversuch mit dem Krone ICS und dem Greenland HPC ergab bezüglich Trocknungsbeschleunigung keine nennenswerten Unterschiede. Der gleichzeitige Einsatz des HPC und des Kurmann Twin in einem eintägigen Silierversuch zeigte, dass die Abtrocknung mit dem Twin nur wenig schlechter ist als beim HPC.

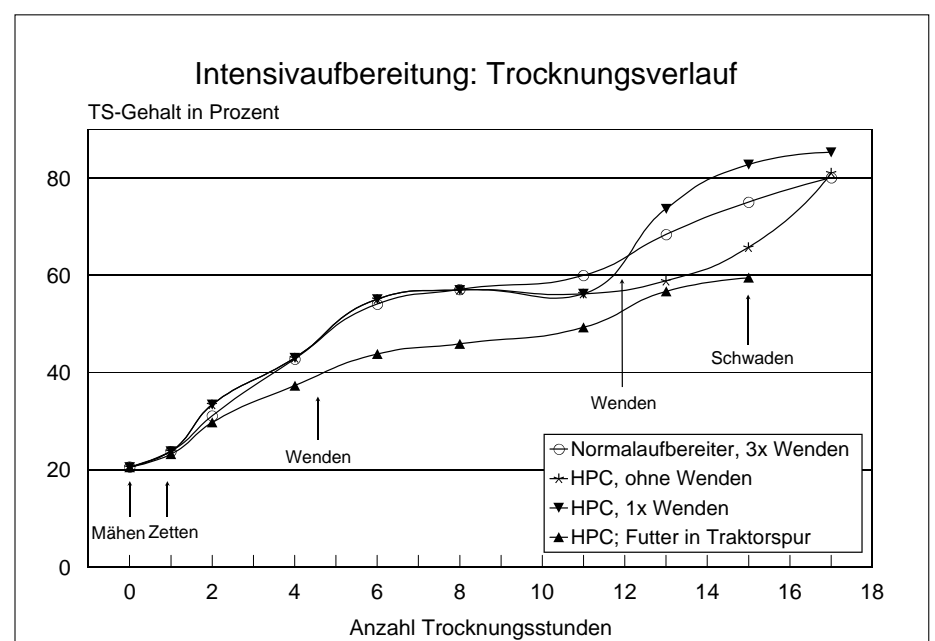


Abb. 12: Verlauf der Abtrocknung bei Emdgewinnung (zwei Tage). Vergleich: Intensivaufbereitung (ohne Wenden, einmal Wenden) und konventioneller Technik (Normalaufbereiter mit dreimal Wenden). Naturwiese im 2. Aufwuchs, 20 dt TS/ha, Juni 1994.

Fazit: Für Anwelksilage funktioniert das Verfahren der Intensivaufbereitung (Mähen, Schwaden) ohne Probleme und das Wenden mit dem Kreiselheuer erübrigt sich im Normalfall. Die Abtrocknung verläuft dabei gleich schnell wie bei herkömmlicher Technik (Normalaufbereiter, 2x Wenden). Für Dürrfutter ist der vollständige Verzicht auf den Kreiselheuer nur bei sehr guter Witterung und bei geringem Ertrag möglich. Mit einmal Wenden lässt sich die Trocknung gegenüber herkömmlicher Technik (Normalaufbereiter, 2-3x Wenden) deutlich beschleunigen, sofern der Ertrag zirka 40 dt TS pro ha nicht übersteigt.

Geringere Feldverluste

In neun Versuchen (drei mit Anwelksilage, sechs mit Dürrfutter) konnten die Feldverluste erhoben werden. Mit konventioneller Technik betrugen die mittleren TS-Verluste pro Hektare beim Silieren 174 kg bzw. 7% des eingeführten TS-Ertrages, bei Dürrfutterbereitung 274 kg bzw. 12% des TS-Ertrages. Beim Intensivaufbereiter ohne Wenden fielen die Verluste in allen Versuchen tiefer aus. Bei Silage betrug der Unterschied im Mittel 40%, bei Dürrfutter 30%. In den Einsätzen für Dürrfutter sind die Unterschiede allerdings nur in vier von sechs Versuchen statistisch signifikant tiefer. Wird das mit Intensivaufbereiter gemähte Futter einmal gewendet, fallen die Verluste gegenüber herkömmlicher Technik im Durchschnitt nur noch um 12% tiefer aus (Tab. 3).

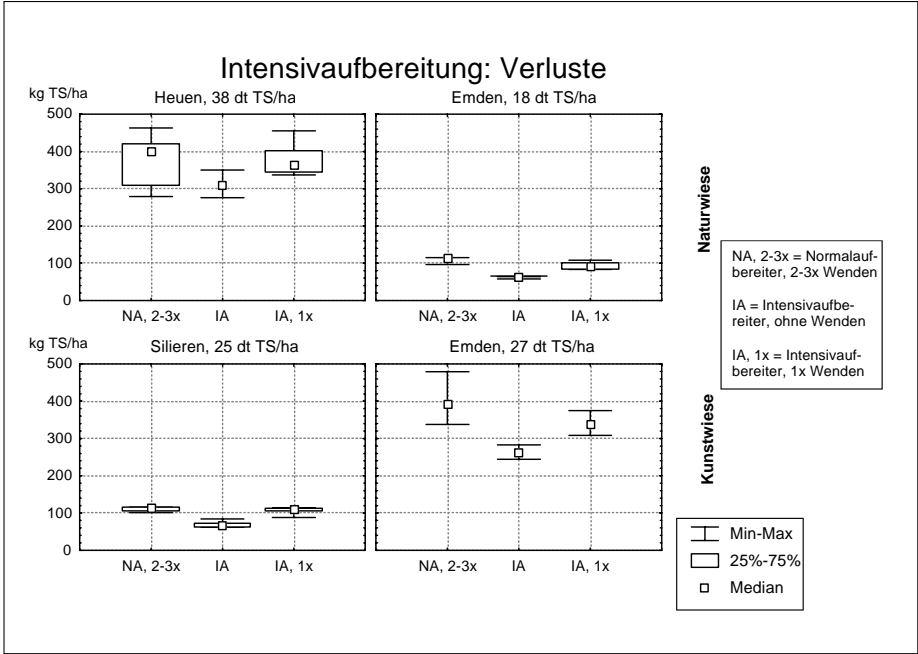


Abb. 13: Feldverluste bei der Futterwerbung in Abhängigkeit des Aufbereiterverfahrens, der Konservierungsart und des Wiesenbestandes.

Entscheidend: Bestand und Bearbeitung

Die tieferen Verluste bei Intensivaufbereitung erklären sich durch die unterschiedliche Bearbeitung mit dem Kreiselheuer. Sobald das Futter beim Intensivaufbereiter einmal gezettet werden muss, steigen die Verluste deutlich an und erreichen häufig das Niveau der herkömmlichen Technik (Abb. 13). Wie das Beispiel eines zweitägigen Emd-Versuches in einer Naturwiese zeigt (Abb. 15), sind es besonders die Bröckelverluste, die zunehmen.

Aufgrund des hohen Kräuteranteiles dieser Naturwiese verursachte das einmalige Wenden beim Intensivaufbereiter sogar leicht höhere Gesamtverluste als beim Standardverfahren. Dies lässt den Schluss

zu, dass ein allfälliges Wenden des Futters nur wenn notwendig und so schonend wie möglich erfolgen darf, ansonsten der qualitative Vorteil geringer Verluste verloren geht.

Zeitpunkt der Bearbeitung

Einen Einfluss beim Intensivaufbereiter hat auch der Zeitpunkt des Kreiselheuer-Einsatzes (Wenden am ersten oder am zweiten Tag). Verglichen mit der Bearbeitung am Nachmittag des ersten Tages bei knapp 30% TS resultierten bei der Bearbeitung am zweiten Tag, als bereits ein TS-Gehalt von über 40% erreicht war, geringfügig höhere Verluste (Abb. 15). Insbesondere beim Heuen und Emden kann es deshalb sinnvoll sein, eher im An-

Tab. 3: Mittlere Verluste bei verschiedenen Verfahren der Mähaufbereitung und mittlere Verlustminderung durch Intensivaufbereitung im Vergleich zu konventioneller Technik; Erhebungen aus neun Versuchen.

Verfahren	Mittlere Verluste		Mittlere Verlust- minderung	Gesicherter Unterschied p = 0,01 ²⁾
	kg TS/ha	%		
Silieren (30-50 % TS): 3 Versuche				
Normalaufbereiter, 2x Wenden	174	7 (4-8)	–	–
Intensivaufbereiter, ohne Wenden	105	4 (3-6)	40 %	A)
Heuen, Emden (60-75 % TS): 6 Versuche				
Normalaufbereiter, 2-4x Wenden	274	12 (7-15)	–	–
Intensivaufbereiter, 1x Wenden	240	10 (5-13)	12 %	B)
Intensivaufbereiter, ohne Wenden	193	8 (4-12)	30 %	C)

¹⁾ Im Vergleich zum Standardverfahren (Normalaufbereiter mit 2 bzw. 2-4x Wenden)
²⁾ Im Vergleich zum Standardverfahren (Normalaufbereiter mit 2 bzw. 2-4x Wenden):
A) in allen Versuchen B) in 16 % der Versuche C) in 66 % der Versuche



Abb. 14: Kann auf den Kreiselheuer nicht verzichtet werden, muss der Einsatz so schonend wie möglich erfolgen (tiefe Drehzahl, nicht zu tiefe Fahrgeschwindigkeit).

fangsstadium der Trocknung zu wenden, um keine hohen Bröckelverluste zu verursachen.

Beim Vergleich zwischen HPC und Twin in einer Kunstwiese fielen die gemessenen Gesamtverluste bei letzterem um knapp 20% tiefer aus. In beiden Verfahren wurde das Futter einmal gewendet. Darin bestätigt sich die im Vergleich zum Twin aggressivere Arbeitsweise des Bürsten-Riffelwalzen-Systems, das zwar eine etwas bessere Abtrocknung bewirkt, dadurch aber für Bröckelverluste anfälliger ist.

Fazit: Entgegen den Erwartungen seitens der Praxis verursachen Intensivaufbereiter (ICS, HPC, Twin) im Vergleich zu konventioneller Technik keine höheren, sondern tiefere Verluste, sofern auf das Wenden mit dem Kreiselheuer verzichtet werden kann. Damit bietet das Verfahren der Intensivaufbereitung nicht nur einen ertragsmässigen, sondern auch einen qualitativen Vorteil, da sich die Bröckelverluste hauptsächlich aus blatt- und damit gehaltreichem Futter zusammensetzen.

Futterqualität

Geringere Futterverschmutzung

Dadurch, dass bei der Intensivaufbereitung der Kreiselheuer nur noch reduziert zum Einsatz kommt, können Unterschiede im Verschmutzungsgrad des Futters angenommen werden. Der Grad der Verschmutzung lässt sich aus den Gehalten an Rohasche und an erdiger Verunreinigung des eingeführten Futters ableiten. Es gelten die Grenzwerte von 100 g pro kg TS bei der Rohasche und von 10 g pro kg TS bei der erdigen Verunreinigung. Futter mit Rohaschegehalten von unter 10% kann noch als sauberes Futter taxiert werden.

Abbildung 16 vermittelt die Gehalte an Rohasche und erdiger Verunreinigung beim Mähen und Einführen in einem zweitägigen Silierversuch im Herbst auf einer Kunstwiese. Die Bedingungen beim Mähen waren feucht, was sich in den relativ hohen Rohaschegehalten (ca. 11%) im Ausgangsfutter zeigt. Beim Einführen resultierten im Standardverfahren mit zweimal Zetten markant höhere Gehalte an Rohasche und erdiger Verunreinigung, wogegen beim Intensivaufbereiter ohne Wenden keine zusätzliche Verschmutzung eintrat. Solche Unterschiede liessen sich allerdings nur in jenen Versuchen feststellen, in denen feuchte bis nasse Bodenverhältnisse vorlagen.

Konservierungsqualität: bei Silage eher besser, bei Dürrfutter schlechter

Der an der RAP durchgeführte Versuch zur Bestimmung der Konservierungs- und Futterqualität war von idealen Witterungsbedingungen geprägt. Verbunden mit der geringen Ertragshöhe bewirkte dies, dass das Futter nach dem Mähen extrem schnell trocknete. Infolgedessen gelang es nicht, in den beiden Verfahren «Intensivaufbereiter» und «konventionelle Technik» einigermaßen übereinstimmende TS-Gehalte zu erzielen. Vor allem bei der Silage fielen die End-TS-Gehalte mit 46,8% (Normalaufbereiter, 1x Zetten) und mit 32,9% (Intensivaufbereiter) sehr unterschiedlich aus (Tab. 4). Beim Dürrfutter waren die TS-Gehalte zwar recht ausgeglichen, dafür stellte sich das Problem der hohen Heterogenität (feuchtes und sehr trockenes Emd). Aus diesen Gründen sind die Ergebnisse aus diesem Versuch teilweise schwierig zu interpretieren.

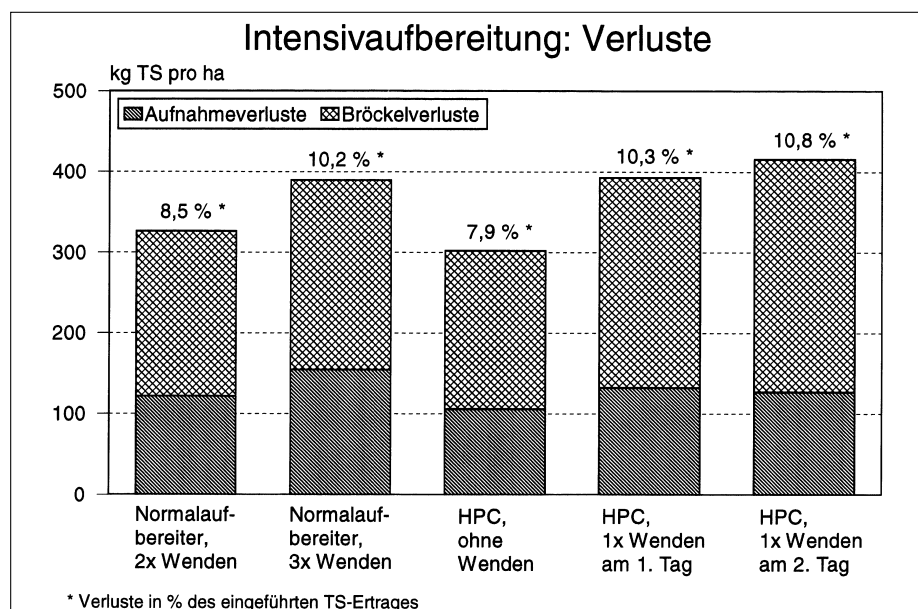


Abb. 15: Aufnahme- und Bröckelverluste bei verschiedenen Aufbereiterverfahren. Naturwiese im 1. Aufwuchs, 45% Kräuter, Ertrag 38 dt TS pro ha. TS-Gehalte beim Einführen zwischen 59 und 73%.

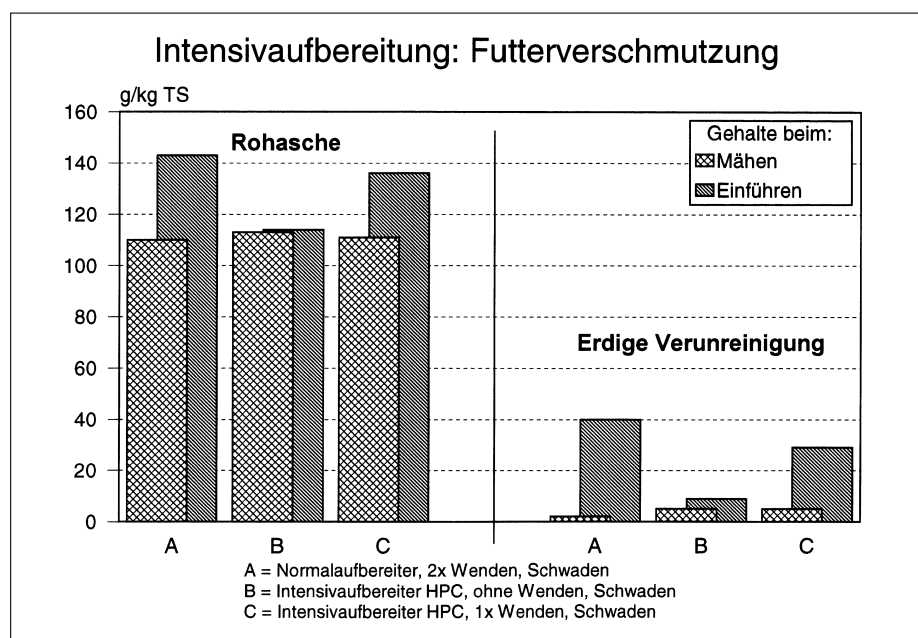


Abb. 16: Futterverschmutzung: Gehalte an Rohasche und erdiger Verunreinigung beim Mähen und Einführen. Versuch mit zweitägiger Herbstsilage bei feuchtem Boden.

Tab. 4: Gehalte des Ausgangsmaterials beim Einsilieren

Futter Aufbereitung		Frisch		Angewelkt	
		Normal	Intensiv	Normal	Intensiv
TS %	%	20,1	19,8	46,8	32,9
Rohasche	g/kg TS	90	93	92	99
Rohprotein	g/kg TS	154	148	148	158
Rohfaser	g/kg TS	220	222	217	210
Zucker	g/kg TS	100	101	108	111

Silagequalität: Aus Tabelle 4 gehen die Gehaltswerte des Ausgangsmaterials hervor. Aufgrund der relativ hohen Zuckergehalte liess sich das gemähete Futter als relativ leicht silierbar einstufen.

Zur Charakterisierung des Gärverlaufes wurden jeweils 1, 3, 7 und 152 Tage nach dem Einsilieren Laborsilos geöffnet und das Futter auf den Gehalt und die Gärqualität analysiert. Der Vergleich des frischen, nicht angewelkten Ausgangsmaterials zeigt, dass die pH-Absenkung bei dem mit dem Intensivaufbereiter hergestellten Siliergut schneller ablief als beim Standardverfahren. Zudem bildete sich mehr Milchsäure (Tab. 5). Die Silage des Normalaufbereiters wies nach rund vier Monaten Lagerung Buttersäure auf. Der Grund für die fehlerhafte Qualität dürfte auf die ungenügende pH-Absenkung als Folge des zu hohen TS-Gehaltes zurückzuführen sein. Auch beim angewelkten Futter, das in die Laborsilos eingefüllt wurde, zeigen sich die selben Zusammenhänge. Allerdings ist hier einzu-

schränken, dass die pH-Absenkung und Milchsäurebildung beim Standardverfahren wegen des hohen TS-Gehaltes vermutlich stark gehemmt wurde.

Abbildung 17 vermittelt den Verlauf der in den Laborsilos (Inhalt 1,5 l) ermittelten Gärgasverluste. Im nicht angewelkten Gut des Intensivaufbereiters fielen diese im Vergleich zum Normalaufbereiter tiefer aus. Bei der Anwelksilage waren die Gärgasverluste der beiden Verfahren nach 152 Tagen gleich hoch. Nach der Entnahme der Silagen durchgeführte Temperaturmessungen zeigten, dass sich beim frisch eingefüllten Material das Futter des Intensivaufbereiters verglichen mit dem Standardverfahren einiges

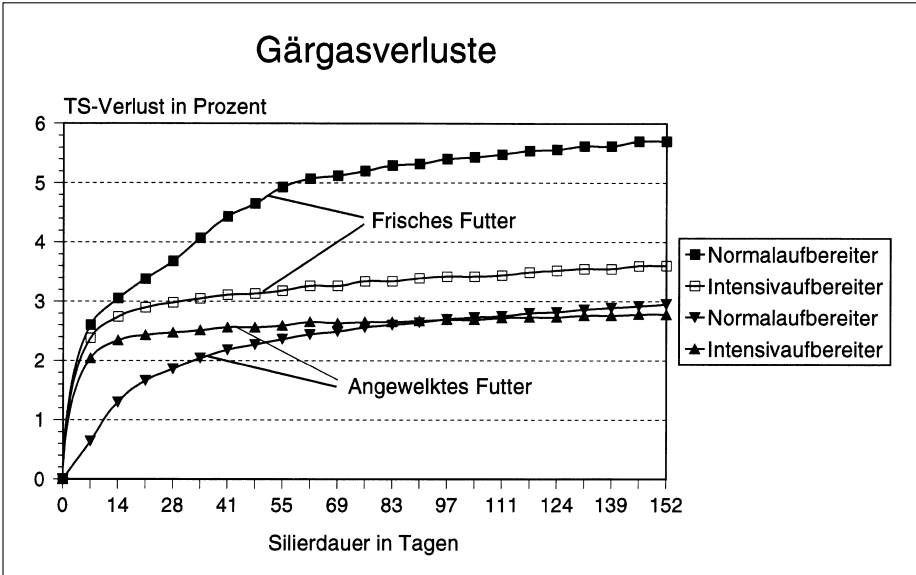


Abb. 17: Verlauf der Gärgasverluste bei nasser und angewelkter Silage, hergestellt mit Normal- und Intensivaufbereiter.

Tab. 5: Gehaltswerte und Gärparameter der Silagen aus den Laborsilos (frisches und angewelktes Ausgangsmaterial)

		Normalaufbereiter				Intensivaufbereiter			
		Tag 1	Tag 3	Tag 7	Tag 152	Tag 1	Tag 3	Tag 7	Tag 152
Frisches Ausgangsmaterial									
TS	%	19,4	19,6	19,8	19,4	19,9	19,4	19,8	19,5
Rohasche	g/kg TS	90	91	94	94	94	94	99	97
Rohprotein	g/kg TS	164	167	169	170	157	156	156	160
Rohfaser	g/kg TS	223	209	213	222	221	218	222	225
Zucker	g/kg TS	49	40	27	14	51	35	19	27
pH		5,02	4,80	4,60	4,22	4,85	4,51	4,23	3,94
Milchsäure	g/kg TS	16	26	44	95	20	43	79	117
Essigsäure	g/kg TS	6	9	11	25	8	13	16	22
Propionsäure	g/kg TS	0	0	0	0	0	0	0	0
Buttersäure	g/kg TS	2	1	0	14	2	1	0	0
Ethanol	g/kg TS	5	8	9	10	8	9	10	10
NH ₃ -N/N total	%	2,1	3,8	4,6	7,6	1,8	2,7	3,5	6,1
Gasverlust	%	0,8	2,0	2,6	5,7	1,1	2,0	2,4	3,6
DLG-Punkte		68	75	82	66	74	85	93	100
Angewelktes Ausgangsmaterial									
TS	%	47,9	48,5	48,4	46,7	33,7	32,9	32,9	32,0
Rohasche	g/kg TS	93	96	99	101	100	101	105	103
Rohprotein	g/kg TS	147	150	151	154	165	161	165	165
Rohfaser	g/kg TS	218	220	220	234	212	219	217	220
Zucker	g/kg TS	110	113	108	66	82	58	40	36
pH		5,88	5,83	5,67	4,51	4,85	4,83	4,43	4,05
Milchsäure	g/kg TS	0	0	1	0	7	21	28	91
Essigsäure	g/kg TS	0	0	0	2	4	8	10	17
Propionsäure	g/kg TS	0	0	0	0	0	0	0	0
Buttersäure	g/kg TS	0	0	0	0	1	1	0	0
Ethanol	g/kg TS	0	0	0	2	3	5	4	5
NH ₃ -N/N total	%	0,5	0,8	1,2	3,2	1,2	2,2	2,6	4,4
Gärgasverlust	%	0,2	0,4	0,6	2,9	0,6	1,6	2,0	2,8
DLG-Punkte		61	63	68	100	87	88	98	100

NH₃-N/N total: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

schneller erwärmte, was auf eine geringere aerobe Stabilität schliessen lässt. Beim angewelkten Futter erwärmten sich beide Silagen zur gleichen Zeit.

Die Gehaltswerte und Gärparameter der Silageproben aus den Versuchssilos (Inhalt 13 m³) ergaben ein ähnliches Bild wie bei den Laborsilos mit dem angewelkten Futter (Tab. 6). Bei den DLG-Punkten erreichte die Silage des Normalaufbereiters im Gegensatz zu der des Intensivaufbereiters die Maximalnote nicht. Verantwortlich dafür sind die hohen pH-Werte, die sich aufgrund des zu hohen TS-Gehaltes ergaben. Diese Silage war für Nachgärungen besonders anfällig.

Die Qualität des konservierten *Dürrfutters* geht aus Tabelle 7 hervor. Sie zeigt die Gehaltswerte des Futters beim Schnitt, beim Einführen auf die Belüftungsanlage und nach vier Tagen Belüftung. Das sehr ungleich abgetrocknete Futter des Intensivaufbereiters ergab bei der Nachtrocknung auf dem Stock Probleme. So trockneten die feuchten Partien nur sehr schlecht, und vereinzelt kamen beim nachträglichen Pressen verschimmelte Stellen zum Vorschein, obwohl das Emd nach vier Tagen Belüften nochmals mit dem Greifer gelockert und anschliessend weiter belüftet wurde.

Nährwert und Verdaulichkeit

Die Analyse der chemischen Zusammensetzung (Tab. 8) ergab vor allem beim Dürrfutter relativ deutliche Unterschiede zwischen den beiden Verfahren. Das Futter des Intensivaufbereiters weist höhere Gehalte an Rohprotein und tiefere Gehalte an Rohfaser und zellwandbildenden Inhaltsstoffen auf. Diese Unterschiede können durch die reduzierte Bearbeitung und die dadurch kleineren Bröckelverluste erklärt werden. Abgeschwächt lässt sich der gleiche qualitative Unterschied auch bei der Anwelksilage feststellen.

Beim Vergleich der Verdaulichkeit (Tab. 9) zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Silage und Dürrfutter. Während bei der Silage der Intensivaufbereiter die Verdaulichkeit vor allem bezüglich Rohprotein, Zellwände und Hemizellulose verbessern konnte, war es beim Dürrfutter gerade umgekehrt, was auf die heterogene Abtrocknung zurückzuführen ist.

Tab. 6: Gehaltswerte und Gärparameter der Silagen aus den Versuchssilos (angewelktes Ausgangsmaterial); Mittelwert aus zwei Schichten.

Verfahren		Normalaufbereiter	Intensivaufbereiter
TS	%	46,8	32,9
Rohasche	g/kg TS	94	100
Rohprotein	g/kg TS	153	164
Rohfaser	g/kg TS	228	217
Zucker	g/kg TS	62	31
pH		5,09	4,05
Milchsäure	g/kg TS	11	92
Essigsäure	g/kg TS	6	17
Propionsäure	g/kg TS	0	0
Buttersäure	g/kg TS	1	1
Ethanol	g/kg TS	2	6
NH ₃ -N/N total	%	3,5	5,4
Gärgasverlust	%	3,4	5,0
DLG-Punkte		87	100

NH₃-N/N total: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

DLG-Punkte: unter 70 Punkte = mässige, 71–90 Punkte = gute, 91–100 Punkte = sehr gute Silagequalität

Tab. 7: Gehaltswerte des Grün- und Dürrfutters

		Normalaufbereiter			Intensivaufbereiter		
		Nach dem Schnitt	Beim Einführen	Nach Belüftung	Nach dem Schnitt	Beim Einführen	Nach Belüftung
TS	%	20,1	59,2	92,4	19,8	55,3	83,9
Rohasche	g/kg TS	90	94	91	94	94	103
Rohprotein	g/kg TS	154	151	149	148	148	159
Rohfaser	g/kg TS	220	218	227	222	214	222
Zucker	g/kg TS	101	113	110	101	115	96

Tab. 8: Chem. Zusammensetzung/Nährwert der Silage und des Dürrfutters

Futterart		Silage		Dürrfutter	
Aufbereiter		Normal	Intensiv	Normal	Intensiv
TS	%	42,6	33,6	87,9	88,3
Rohasche	g/kg TS	96	104	88	100
Organische Substanz	g/kg TS	904	896	912	900
Rohprotein	g/kg TS	156	160	145	154
Rohfaser	g/kg TS	226	228	220	209
Lignozellulose	g/kg TS	263	264	259	248
Hemizellulose	g/kg TS	137	124	172	160
N-freie Extraktstoffe	g/kg TS	522	509	546	536
APD	g/kg TS	89	81	103	101
NEL	MJ/kg TS	6,4	6,5	6,8	6,4
NEV	MJ/kg TS	6,7	6,8	7,2	6,7

APD: Absorbierbares Protein Darm NEL: Nettoenergie Laktation NEV: Nettoenergie Wachstum

Tab. 9: In vivo-Verdaulichkeit (am Schaf gemessen) der Silage und des Dürrfutters in Prozent

Futterart		Silage		Dürrfutter	
Aufbereiter		Normal	Intensiv	Normal	Intensiv
Organische Substanz		79,5	80,6	83,1 ^a	79,6 ^b
Rohprotein		70,5 ^a	72,2 ^b	74,7	72,0
Rohfaser		84,0	86,0	85,4 ^a	81,2 ^b
Zellwände		83,3 ^a	85,7 ^b	86,8 ^a	83,0 ^b
Lignozellulose		81,8	82,3	83,4 ^a	79,5 ^b
Hemizellulose		86,1 ^a	93,0 ^b	91,9	88,5
N-freie Extraktstoffe		80,3	80,9	84,3 ^a	81,1 ^b

Werte der gleichen Zeile und der gleichen Futterart mit verschiedenen Indizes sind statistisch gesichert unterschiedlich (Irrtumswahrscheinlichkeit p = 0,05)

Tab. 10: Einfluss des Verregnens auf den Gehalt (NEL, APD) von unterschiedlich aufbereitetem Dürrfutter (Naturwiese, 2. Schnitt, Belüftungsfutter mit 65% TS beim Einführen)

Datum Probenahme	Regenmenge mm	Normalaufbereiter		Intensivaufbereiter HPC	
		NEL g/kg TS	APD g/kg TS	NEL g/kg TS	APD g/kg TS
19.6.	0	5,7	87	5,7	87
20.6.	6	5,7	89	5,7	88
23.6.	28	5,2	88	4,7	82

Als Folge der schlechteren Verdaulichkeit resultierten beim Dürrfutter des Intensivaufbereiters geringere Nährwerte in Bezug auf die Energie (NEL, NEV). Auch beim APD ist der Gehalt tendenzmässig tiefer. Bei der Silage dagegen änderte sich der Nährwert des Futters durch den Einsatz des Intensivaufbereiters nur geringfügig. Einzig bezüglich Energie (NEL, NEV) fiel der Gehalt gegenüber dem Normalaufbereiter um 0,1 MJ höher aus (Tab. 8).

Weiter stellt sich die Frage, wie sich die Intensität der Aufbereitung auf den Nährwert des Futters auswirkt, wenn dieses auf dem Feld vor dem Einführen verregnet wird. Hiezu liess man einen Teil

des in einem Abtrocknungsversuch hergestellten Dürrfutters, das beim Einführen einen TS-Gehalt von 65% aufwies, auf dem Feld liegen und verregnen (Tab 10). Dabei stellte man fest, dass die Gehalte an NEL und APD nach einem Gewitter mit 6 mm Niederschlag (erster Tag nach dem Einführen) unverändert blieben. Eine markante Gehaltsverminderung gegenüber den Ausgangsgehalten beim Einführen trat erst nach weiteren Regenfällen mit einer Menge von 28 mm ein, wobei die Abnahme sowohl bei der Energie wie auch beim Protein beim intensiv aufbereiteten Emd deutlicher ausfiel als beim Normalaufbereiter.

Einsatzzeichnung des Intensivaufbereiters

Die in den Abtrocknungsversuchen gemachten Erfahrungen zeigten deutlich, dass sich Intensivaufbereiter für die Futternte und -konservierung nicht in jedem Fall problemlos eignen. Tabelle 11 gibt eine Übersicht der Einschränkungen, die sich hinsichtlich der Pflanzenbestände (botanische Zusammensetzung, Ertrag, physiologisches Alter), der Mähbedingungen (Boden- und Grasnarbenzustand) und der Konservierungsart ergeben können.

Pflanzenbestand

Am besten eignet sich der Intensivaufbereiter in reinen Grasbeständen (Kunstwiesen) oder in gräserreichen Naturwiesen. Bei richtiger Einstellung ertragen diese den intensiven Futteraufschluss problemlos. Schwieriger ist die Verwendung in ausgewogenen Beständen, da die optimale Einstellung der Aufbereitungsintensität recht heikel ist. In Wiesen mit hohem Anteil an Leguminosen oder Kräutern können Intensivaufbereiter nur bedingt empfohlen werden, da hohe Bröckelverluste kaum vermeidbar sind.

Bei geringem und mittlerem Futterertrag eignet sich das Verfahren der Intensivaufbereitung besser als bei sehr hohem Aufwuchs. Je höher der Futteraufwuchs, desto schlechter können die Matratzen nach dem Mähen durchtrocknen und desto unausgeglichener sind die erzielten TS-Gehalte. Die kritische Grenze liegt je nach Bestand bei etwa 35 bis 40 dt TS/ha. Da im ersten Aufwuchs häufig höhere Erträge vorliegen und insbesondere beim Dürrfutter eine gleichmässige Trocknung sehr wichtig ist, eignen sich Intensivaufbereiter beim Heuen nur bedingt.

Einschränkungen ergeben sich auch bei physiologisch jungem Futter (Stadium 1–2), da sich die Aufbereitung auch bei sanfter Einstellung als zu aggressiv erwies.

Konservierung

Für Anwelksilage eignen sich Intensivaufbereiter allgemein wesentlich besser als für Dürrfutterbereitung. Einerseits kann beim Silieren auf den Kreiselheuer fast ausnahmslos (ausgenommen bei sehr hohem Ertrag) verzichtet werden, andererseits fällt eine ungleichmässige Abtrocknung viel weniger ins Gewicht. Besonders beim Bergen mit dem Ladewagen oder dem Häcksler ist eine Beeinträchtigung der Silagequalität kaum zu befürchten, weil feuchte und trockene Partien durchmischt werden. Bei Rundballensilage dagegen werden die unterschiedlich trockenen Schichten ohne Vermischung aufgerollt.

Beim Silieren im Sommer besteht aufgrund der geringen Erträge und der hohen Temperaturen oft die Gefahr, dass das Futter nach dem Zetten übertröcknet. In dieser Hinsicht ist die Intensivaufbereitung im Vorteil, weil die Gefahr des Übertröcknens wegen des fehlenden Kreiselheuer-Einsatzes wesentlich kleiner ist.

Positiv zu bewerten ist auch der geringere Bedarf an Silo- und Lagerraum, der sich durch die höhere Verdichtbarkeit des mit Intensivaufbereiter gemähten Futters ergibt.

Bedingungen beim Mähen

Die Bedingungen zum Zeitpunkt des Mähens haben beim Intensivaufbereiter entscheidenden Einfluss auf die nachfol-

Fazit: Bei der Gewinnung von Anwelksilage kann durch den Einsatz des Intensivaufbereiters als Folge einer verstärkten pH-Absenkung und einer intensiveren Milchsäuregärung eine bessere Gärqualität resultieren. Dieser Effekt ergibt sich durch die hohe Verdichtbarkeit des Futters einerseits und durch die leichtere Zugänglichkeit des Zuckers für die Mikroorganismen andererseits. Die bessere Gärqualität wirkt sich aber auf die aerobe Stabilität der Silage (Erwärmung) negativ aus. Die mit Intensivaufbereitern hergestellte Silage wird um zirka 0,1 MJ energiereicher; zudem verbessert sich die Verdaulichkeit. Beim Dürrfutter fällt die chemische Zusammensetzung bei der Intensivaufbereitung als Folge der schonenden Bearbeitung des Futters zwar besser aus, doch bewirkt die unausgeglichene Abtrocknung des Futters auf dem Feld und die damit verbundene Gefahr der Schimmelbildung am Stock eine deutliche Verschlechterung der Verdaulichkeit. Dank des reduzierten Kreiselheuer-Einsatzes vermindert sich die Gefahr der Futterverschmutzung. Dies ist insbesondere beim Silieren positiv zu bewerten, da eine starke Verschmutzung die Butter-säuregärung begünstigt.

Tab. 11: Eignungsbereich von Intensivaufbereitern für die Futterernte.

Kriterium	Merkmal	Beschreibung	Beurteilung ¹⁾					Bemerkungen
			1	2	3	4	5	
Konservierungsart	Anwelksilage	Kurzschnitt-/Häckselsilage						Rechtzeitiges Schwaden zwingend Ungleiche Abtrocknung ungünstig Ungleiche Abtrocknung sehr nachteilig, 1x Wenden meistens notwendig
	Dürrfutter	Ballensilage Heu (1. Aufwuchs) Emd (Folgeaufwüchse)						
Futterertrag	niedrig	< 25 dt TS/ha						Silage/Dürrfutter Silage/Dürrfutter, 1x Wenden sinnvoll
	mittel	25-40 dt TS/ha						
	hoch	>40 dt TS/ha						
Pflanzenbestand	Naturwiesen	gräserreich (60-80 % EA) ²⁾ kräuterreich (>30 % EA) kleereich (>30 % EA)						Optimale Einstellung schwierig, Gefahr hoher Bröckelverluste Optimale Einstellung schwierig Gefahr hoher Bröckelverluste
	Kunstwiesen	reine Grasbestände ausgewogen (Gräser/Klee) reine Klee-/Luzernebestände						
Pflanzenalter	physiologisch	jung (<24 % RF i. TS) ³⁾						Zu aggressive Aufbereitung
		mittel (24-28 % RF i. TS)						
		alt (>28 % RF i. TS)						
Zustand Futter beim Mähen	abgetrocknet	>18 % TS						Futter pappt zusammen, schlechte Abtrocknung (Breitablage!)
	taunass, feucht	14-18 % TS						
	regennass	<14 % TS						
Bodenzustand	trocken							Gefahr der Futtermverschmutzung Gefahr der Futtermverschmutzung
	feucht							
	nass							
Grasnarbenzustand	dicht	z.B. viele Untergräser						Gefahr der Futtermverschmutzung Starke Futtermverschmutzung
	lückig, offen Erddrauen	Narbensäden Wühlmäuse, Maulwürfe						

¹⁾ 1 = Sehr gut geeignet

2 = Gut geeignet

3 = Mittel geeignet

²⁾ EA = Ertragsanteil

4 = Mässig geeignet

5 = Nicht geeignet

³⁾ RF = Rohfaser

gende Abtrocknung des Futters. Wie zwei bei ungünstiger Witterung durchgeführte Versuche zeigten, wirkt sich das Mähen mit dem Intensivaufbereiter bei Nässe oder starkem Tau sehr nachteilig aus. Während man mit einem normalen Mähwerk den Boden zwischen den Mähschwaden bis zum ersten Durchgang mit dem Kreiselheuer trocknen lassen kann, bleibt beim Intensivaufbereiter das auf der Bodenoberfläche und an den Pflanzen haftende Wasser unter und in den Matratzen lange Zeit gefangen, wodurch sich die Abtrocknung in der Anfangsphase erheblich verzögert. Mit Intensivaufbereitern sollte deshalb erst gemäht werden, wenn der Bestand gut abgetrocknet ist.

Der Einsatz des Intensivaufbereiters setzt eine dichte, geschlossene Grasnarbe voraus, ansonsten eine starke Verschmutzung des Futters beim Schwaden entsteht. Derselbe Nachteil ist auch beim Mähen in mit Mäusehaufen durchsetzten Beständen zu befürchten, da die Bürstenwalze die Erde und das Mähgut stark durchmischen.

Gerätespezifische Unterschiede im Praxiseinsatz

Aufbereitungseffekt

Der direkte Vergleich der beiden Systeme HPC und Twin war zwar nur in einem Versuch möglich. Es bestätigte sich zwar, dass der Twin bezüglich Trocknungsbeschleunigung nicht ganz an das Bürsten-Riffelwalzen-System des HPC herankommt. Die in kleereichen Kunstwiesen durchgeführten Versuche mit dem Twin zeigten jedoch, dass dieser sich in blattreichen Beständen (hohe Klee- und Kräuteranteile) aufgrund der weniger aggressiven Aufbereitung wesentlich besser als der HPC eignet. Unterschiedlich ist zudem die Mähgutförderung: Während beim HPC das Mähgut vom Mähwerk direkt an den Aufbereiter weitergegeben wird, muss dieses beim Twin als kompakte Mahde vom Boden aufgenommen werden. Sofern das Frontmähwerk richtig eingestellt ist (Schnitthöhe) und dieses das Mähgut sauber zwischen den Traktorrädern ablegt, sind diesbezüglich jedoch keine Nachteile zu erwarten.

Gewichtsverteilung

Als Heck-Trommelmäher mit 2,6 m Arbeitsbreite hat der HPC ein Gewicht von über 1100 kg. Beim Anheben des Mähwerkes wird das rechte Hinterrad des Traktors sehr stark belastet. Dies hat zur Folge, dass für ein problemloses Mähen sowie das Aus- und Einschwenken des Mähwerkes ein grösserer Traktor notwendig ist als es vom Leistungsbedarf her genügen würde. Die schlechte Gewichtsverteilung wirkt sich vor allem für das Mähen in Hanglagen ungünstig aus. Ideal ist einzig die Integration des HPC in ein gezogenes Mähwerk. Beim Twin-System ist das Gesamtgewicht Frontmähwerk plus Aufbereiter zwar etwa gleich gross wie beim HPC, dafür ist die Gewichtsverteilung am Traktor durch den Front-Heck-Anbau optimal. Dadurch bleibt eine gute Hangtauglichkeit gewährleistet.

Einsatzflexibilität

Beim Twin-Aufbereiter lässt sich die Bürstenwalze bei Bedarf mit einem Handgriff durch Hochklappen ausschalten. Da-

durch kann auch nur mit dem Fingerrotor gefahren werden, wenn beispielsweise ein leicht bröckelnder Bestand schonend gemäht werden soll. Zusätzlich ist die Front-Heck-Kombination für Betriebe, die unterschiedlich nutzen und konservieren, sehr flexibel: Mähen nur mit Frontmäher (Eingrasen), mit normaler (Bürstenwalze ausgeschaltet) oder mit intensiver Aufbereitung. Beim HPC dagegen sind die Anwendungsmöglichkeiten eingeschränkt, da der Intensivaufbereiter fest integriert ist und nur «intensiv» gemäht werden kann. Betriebe, die nicht nur Silage bergen, brauchen somit neben dem HPC ein zweites Mähwerk, was nicht die billigste Variante ist.

Wirtschaftlichkeit

Für die arbeits- und betriebswirtschaftliche Beurteilung des Intensivaufbereiter-Verfahrens vergleichen wir zwei Verfahren mit einem Intensivaufbereiter (Kurmann Twin und Greenland HPC) mit einem herkömmlichen Verfahren (Normalaufbereiter). Untersucht werden die Arbeitswirtschaft, die Maschinenkosten sowie allfällige qualitative Vorteile. Basis für die Berechnungen bilden der Arbeitsvoranschlag und die Entschädigungsansätze der FAT 1998.

- Die drei Verfahren sehen wie folgt aus:
- 1. Frontmäherwerk mit 3 m Arbeitsbreite in Kombination mit einem gezogenen Normalaufbereiter (Kurmann K 618);
 - 2. Frontmäherwerk mit 3 m Arbeitsbreite in Kombination mit einem gezogenen Intensivaufbereiter (Kurmann K 618 Twin);
 - 3. Heckmäherwerk mit 2,6 m Arbeitsbreite mit integriertem Intensivaufbereiter (Greenland CM 260 HPC).

Der unterschiedliche Leistungsbedarf der Aufbereiter bedingt zudem den Einsatz von angepassten Traktoren mit 50, 60 oder 75 kW (68, 82 oder 102 PS).

- Im weiteren unterscheiden wir zwei unterschiedliche Grundfütterationen: reine Grassilage und Grassilage mit Belüftungsfutter.
- Ration 1: 100% Anwelksilage;
 - Ration 2: 70% Dürrefutter (Belüftung), 30% Anwelksilage.

Arbeitswirtschaftliche Einordnung

Weniger Arbeitsgänge, geringere Verluste

Mit dem Einsatz des Intensivaufbereiters wird die Abtrocknung des gemähten Futters beschleunigt. Bei der Bearbeitung lassen sich dadurch die Anzahl der Zett- und Wendedurchgänge reduzieren. Wird Grassilage produziert, erübrigt sich im Normalfall das Zetten gänzlich. Die Reduktion der Bearbeitungsgänge bewirkt zudem, dass die Feldverluste mengen- und qualitätsmässig kleiner werden. Bei der Herstellung von Silage betragen diese Verluste 4% im Vergleich zu 7% bei Normalaufbereitern, bei Belüftungsheu 10% im Vergleich zu 12%. Zu beachten ist, dass vor allem der Verlust von qualitativ hochwertigen Pflanzenteilen reduziert wird. Bei Grassilage gehen wir davon aus, dass als Auswirkung der reduzierten Bearbeitung ein nährstoffreicheres Endprodukt erreicht wird. Der Qualitätsunterschied liegt je Kilogramm Trockensubstanz (kg TS) bei 0,1 MJ NEL (Tab. 12).

Arbeitszeitbedarf

Abbildung 18 vermittelt den Arbeitszeitbedarf für eine Schnitthecktare bei herkömmlicher Futterwerbung (Normalaufbereiter) und beim Einsatz des Intensivaufbereiters. Der Zeitbedarf beinhaltet das Mähen, Bearbeiten und Einführen des Raufutters. Durch den Einsatz des Intensivaufbereiters reduziert sich die Arbeit mit dem Kreiselheuer von vier auf zwei (Heuen) bzw. von drei auf einen (Emden) bzw. von zwei auf null (Anwelksilage) Durchgänge. Dadurch vermindert sich die benötigte Arbeitszeit für die Futterwerbung (Mähen bis und mit Laden) um 1,4 Akh pro ha. Je nach Betriebstyp bzw. Raufutterration werden je Grossvieheinheit (GVE) zwischen 2,6 und 4 bzw. 3,4 und 4,8 Arbeitsstunden benötigt. Mit dem Intensivaufbereiter lassen sich dank Einsparung von zwei Durchgängen mit dem Kreiselheuer je GVE 1,3 bis 1,4 Arbeitsstunden einsparen. Umgerechnet auf einen Viehbestand von 20 GVE verringert sich der Arbeitsaufwand durch den Einsatz des Intensivaufbereiters um 26 bis 28 Akh, und dies in einer arbeitsintensiven Periode (Tab. 13).

Tab. 12: Anzahl Arbeitsgänge, Feld- und Qualitätsverluste bei der Raufutterbergung.

Raufutter	Grassilage		Belüftungsheu	
Mähverfahren	Normalaufbereiter	Intensivaufbereiter	Normalaufbereiter	Intensivaufbereiter
Arbeitsschritt:				
Mähen	1 x	1 x	1 x	1 x
Zetten und Wenden	2 x	nicht nötig	4 x	2 x
Schwaden	1 x	1 x	1 x	1 x
Feldverluste	7%	4%	12%	10%
Qualitätsverlust Futter	0,1 MJ NEL je kg TS			

Tab. 13: Arbeitszeitbedarf für das Mähen, Bearbeiten und Einführen von Raufutter der beiden Rationen.

Raufutteranteile	Grassilage 100 %		Grassilage 30 % Belüftungsheu 70 %	
	je GVE	20 GVE	je GVE	20 GVE
Ausgewählte Mähmaschinen:				
Normalaufbereiter, gezogen, 3 m	4,0 Akh	80 Akh	4,8 Akh	96 Akh
Intensivaufbereiter, gezogen, 3 m	2,6 Akh	52 Akh	3,4 Akh	68 Akh
Intensivaufbereiter, integriert, 2,6 m	2,7 Akh	54 Akh	3,5 Akh	70 Akh

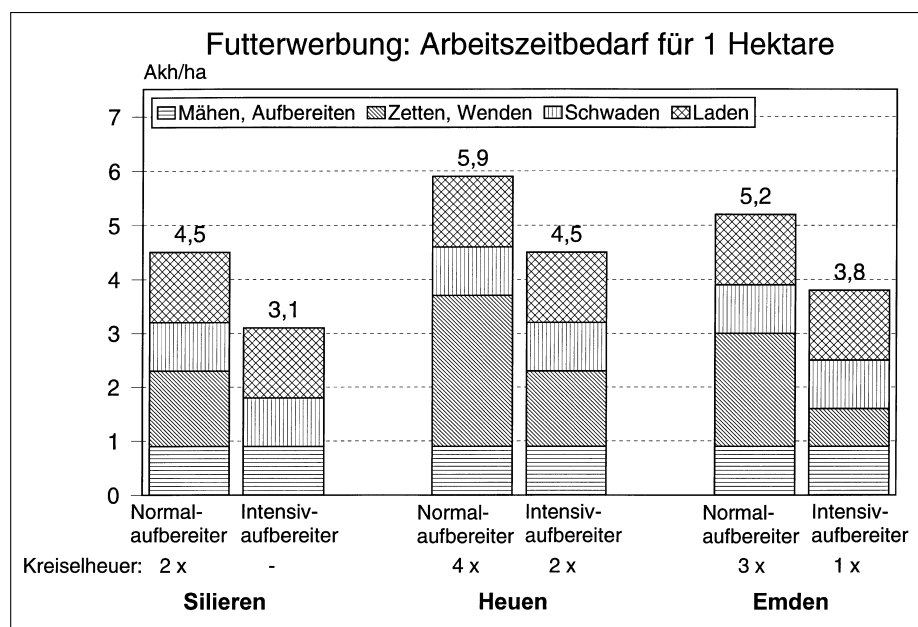


Abb. 18: Arbeitszeitbedarf (Akh pro ha) für die Futterwerbung für 1 Schnitthektare beim Silieren, Heuen und Emden für die Verfahren Normal- und Intensiv-aufbereiter. Arbeitsbreiten: Mähwerk 3 m, Kreiselheuer bis 6 m, Kreiselschwader 3,3 bis 4,2 m.

Betriebswirtschaftliche Beurteilung

Wir vergleichen die drei Arbeitsverfahren für eine Betriebsgrösse von 20 und 40 GVE.

Um die wirtschaftliche Vorzüglichkeit des Intensiv-aufbereiter-Verfahrens abzuschätzen, beurteilen wir die folgenden Einflussgrössen (es werden nur diejenigen qualitativen Vor- und Nachteile miteinbezogen, die sich einwandfrei quantifizieren lassen):

- Verwertung der nicht benötigten Futterflächen
- Benötigtes Ergänzungsfutter zum Ausgleich der Raufutterqualität
- Kosten der Arbeitsverfahren

Bedarf an Raufutterfläche

Die geringeren Feldverluste beim Einsatz eines Intensiv-aufbereiters bewirken, dass je Tier weniger Raufutterfläche benötigt wird, bzw. dass überschüssiges Futter anfällt. Bei einem Tierbestand von 20 GVE macht die Differenz bei reiner Grassilagefütterung 0,55 Schnitthektaren aus. Bei der vorgegebenen kombinierten Ration mit Grassilage und Dürrfutter sind es noch 0,45 Schnitthektaren (Tab. 14). Wie diese Restflächen verwertet werden, hängt von den betrieblichen Verhältnis-

sen ab. Wir gehen davon aus, dass das Futter stehend ab Feld verkauft wird. Dies wirkt sich auf die Arbeitszeit und die Maschinenkosten positiv aus. Der Marktwert für das überschüssige Futter beträgt 250 Franken je Schnitthektare (Tab. 15).

Ausgleich Raufutterqualität

Die mit dem Intensiv-aufbereiter gemähte Grassilage enthält wegen der geringeren Verluste mehr wertvolle Nährstoffe. Je Kilogramm Trockensubstanz gehen wir von einem Mehrgehalt von 0,1 MJ NEL aus. Beim Dürrfutter wird gemäss den Erkenntnissen aus dem Konservierungsversuch (schlechte Trocknung am Stock, Schimmelbildung) kein besserer Nährwert angenommen, obwohl die Feldverluste beim Einsatz des Intensiv-aufbereiters hier ebenfalls geringer sind. Umgerechnet auf 170 Tage Winterfütterung verringert sich das durch Körnermais auszugleichende Energiedefizit bei einer Grundfütterung von 100% Grassilage um 246,5 MJ NEL, bei einer solchen von 30% Grassilage und 70% Belüftungsheu um 74,0 MJ NEL. Damit lassen sich gegenüber den Verfahren mit dem konventionellen Aufbereiter bei der reinen Grassilage-Ration täglich 195 g und bei der kombinierten Ration 60 g Körnermais (Energiegehalt 8,5 MJ NEL/kg TS) einsparen (Tab. 16).

Maschinenkosten

Tabelle 17 vermittelt die Neuwerte der für die drei Verfahren benötigten Gerätschaften und Traktoren. Massgebend

Tab. 14: Erforderliche Raufutterfläche der Verfahren für die beiden Rationen.

Raufutteranteile	Grassilage 100 %		Grassilage 30 % Belüftungsheu 70 %	
	20 GVE	Differenz	20 GVE	Differenz
Tierbestand				
Mähverfahren				
Normalaufbereiter, gezogen, 3 m	17,67 ha		18,37 ha	
Intensiv-aufbereiter, gezogen, 3 m	17,12 ha	-0,55 ha	17,92 ha	-0,45 ha
Intensiv-aufbereiter, integriert, 2,6 m	17,12 ha	-0,55 ha	17,92 ha	-0,45 ha

Tab. 15: Verwertung der nicht benötigten Futterflächen.

Wert für stehendes Gras ab Feld: Fr. 250.-/ha.

Zusammensetzung Raufutter	Tierbestand	
	20 GVE	40 GVE
Grassilage 100 %		
Frei werdende Schnittfläche	0,55 ha	1,10 ha
Ertrag bei Verkauf stehend ab Feld	Fr. 138.-	Fr. 275.-
Grassilage 30 %, Belüftungsheu 70 %		
Frei werdende Schnittfläche	0,45 ha	0,90 ha
Ertrag bei Verkauf stehend ab Feld	Fr. 113.-	Fr. 225.-

sind die direkt zuteilbaren Kosten. Für die Kostendifferenzen sind einerseits die Kostenfolgen der verschiedenen Aufbereiter mit den dazu benötigten Traktoren ausschlaggebend. Andererseits wirkt sich aus, dass bei der Produktion von Grassilage auf das Zetten und Wenden des Futters verzichtet werden kann und somit kein Kreiselheuer mehr benötigt wird.

Bei den für den Antrieb der Aufbereiter notwendigen Traktoren ist massgebend, wie diese organisatorisch in den Betrieb eingegliedert sind. Im Vergleich zum normalen Aufbereiter benötigen die Intensivaufbereiter stärkere Traktoren. Sind diese ohnehin auf dem Betrieb, genügt es, deren variable Kosten zu berücksichtigen. Sind die Fahrzeuge jedoch nicht vorhanden, empfiehlt sich deren Zumietung. Bei einem wegen des Intensivaufbereiters eingegangenen speziellen Ankaufs eines grösseren Traktors sind die Mehrkosten dem entsprechenden Verfahren anzulasten. Vom normalen Heck-Aufbereiter zum gezogenen Intensivaufbereiter ist ein Leistungssprung von 50 auf 60 kW (68 PS auf 82 PS) nötig. Beim integrierten Intensivaufbereiter (Greenland HPC) sind es sogar 75 kW (102 PS). Die Differenz der jährlich fixen Traktorkosten macht vom 50 zum 60 kW-Traktor pro Jahr 1846 Franken aus, vom 50 zu 75 kW-Traktor sind es sogar 5190 Franken.

Wie aus Tabelle 18 ersichtlich, weisen die Verfahren mit Intensivaufbereiter bei 100% Grassilage geringere Kosten aus, sofern die Traktoren für die Aufbereiter bereits auf dem Betrieb vorhanden sind oder zugemietet werden. Die wesentliche Ursache liegt darin, dass kein Kreiselheuer mehr benötigt wird. Beachtlich steigen jedoch die Kosten, wenn die grösseren Traktoren speziell wegen des Einsatzes mit dem Intensivaufbereiter zugekauft werden. So entsteht bei 20 GVE eine Mehrbelastung von bis 238 Franken je GVE und Jahr.

Beim Wechsel zu einem grösseren Traktor wird die Möglichkeit erleichtert, dass bei An- und Ersatzbeschaffungen anderer Maschinen und Geräte ebenfalls auf grössere Einheiten umgestellt wird. In solchen Situationen sind die zusätzlichen fixen Kosten nicht mehr nur dem Mähverfahren anzulasten, sondern allgemein zu bewerten.

Für die kombinierte Raufuttermahlung (Belüftungsfutter und Anwelksilage) zeigt sich der Einfluss des benötigten Kreiselheuers. Hier weisen mit einer Aus-

nahme (40 GVE, Intensivaufbereiter gezogen, eigener Traktor) alle Verfahren mit Intensivaufbereiter höhere Kosten aus.

Tab. 16: Ausgleichsfutter: Bedarf und Kosten im Vergleich zum Intensivaufbereiter-Verfahren. Kosten Körnermais: Fr. 62.-/dt.

Zusammensetzung Raufutter	Tierbestand		
	1 GVE	20 GVE	40 GVE
Grassilage 100 % Bedarf Körnermais je Winter Kosten je Winter	33 kg Fr. 20.50	6,6 dt Fr. 410.-	13,2 dt Fr. 820.-
Grassilage 30 %, Belüftungsfutter 70 % Bedarf Körnermais je Winter Kosten je Winter	10 kg Fr. 6.20	2,0 dt Fr. 124.-	4,0 dt Fr. 248.-

Tab. 17: Ausgewählte Maschinen und Neuwerte der drei Aufbereiter-Verfahren

Grundfutter	Besitzart	Neuwert Fr.	Grassilage 100 %			Grassilage 30 % Belüftungsfutter 70 %		
			Mechanisierung			Mechanisierung		
			1	2	3	1	2	3
Mähen, bearbeiten, einführen:								
Frontmäherwerk, 3 m	E	13 000						
Normalaufbereiter, gezogen	E	6 100						
Intensivaufbereiter, gezogen	E	10 500						
Intensivaufbereiter, integriert, 2,6 m	E	26 000						
Kreiselheuer, 4,6-6,0 m	E	10 000						
Kreiselschwader, 3,3-4,2 m	E	8 300						
Ladewagen, 13-20 m ³	E	26 000						
Traktoren für Mäharbeit:								
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	E	61 000						
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	E oder M	77 000						
Traktor, 4-Radantrieb, 75 kW (102 PS)	E oder M	106 000						
Traktor für Bearbeitung Futter:								
Traktor, 4-Radantrieb, 40 kW (54 PS)	E	53 000						
Traktor für Einführen Futter:								
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)								
wie oben	E	61 000						

E = Eigentum M = Miete

Tab. 18: Zuteilbare Maschinenkosten in Franken je GVE und Jahr.

Varianten Traktor für Aufbereiter	Traktor für Aufbereiter	Ration 1: Grassilage 100 %		Ration 2: Grassilage 30 % Belüftungsfutter 70 %	
		Verfahren		Verfahren	
		20 GVE	40 GVE	20 GVE	40 GVE
Variante 1: Eigener Traktor für Aufbereiter vorhanden		Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Normalaufbereiter, gezogen	50 kW (68 PS)	302.-	195.-	317.-	209.-
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	254.-	162.-	319.-	198.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	280.-	182.-	347.-	219.-
Variante 2: Traktor für Intensivaufbereiter zugemietet					
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	269.-	178.-	336.-	215.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	300.-	201.-	370.-	242.-
Variante 3: Traktor für Intensivaufbereiter speziell zugekauft					
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	344.-	206.-	410.-	243.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	540.-	311.-	602.-	345.-

Verfahrensvergleich

Tabelle 19 zeigt die Auswirkungen auf die gesamten Verfahrenskosten. Die zugunsten der Intensivaufbereiter wirkenden Anpassungen bei der Raufutterfläche und dem Ergänzungsfutter betragen in der Ration 1 (100% Grassilage) je GVE 27 Franken, in der Ration 2 (30% Grassilage und 70% Belüftungsfutter) je GVE zwölf Franken. Sofern der Traktor für den Intensivaufbereiter bereits auf dem Betrieb ist oder zugemietet werden kann, sind diese Verfahren bei alleiniger Verfütterung von Grassilage günstiger. Bei der kombinierten Ration sind die Differenzen geringer.

Wirtschaftlich uninteressant ist es, wenn zusätzlich zum Intensivaufbereiter wegen des höheren Leistungsbedarfes ein grosser Traktor angeschafft werden muss. Dieser Fall dürfte in der Praxis besonders beim integrierten System (Greenland HPC) relativ häufig vorkommen. Je GVE entstehen so schnell Mehrkosten, die einige hundert Franken ausmachen (20 GVE, gemischte Ration, 274 Franken je GVE). Wie sich die Verfahrenskosten in Abhängigkeit der Betriebsgrösse bzw. des GVE-Bestandes verhalten, geht aus Abbildung 19 hervor.

Die benötigten Arbeitszeiten sind in den Kalkulationen nicht berücksichtigt. Wir gehen davon aus, dass für die Raufutterbergung keine fremden Arbeitskräfte eingesetzt werden. Bei der Mitberücksichtigung der Arbeitskosten wäre beim Verfahren Intensivaufbereitung eine Kosteneinsparung von 30 bis 35 Franken pro GVE in Abzug zu bringen.

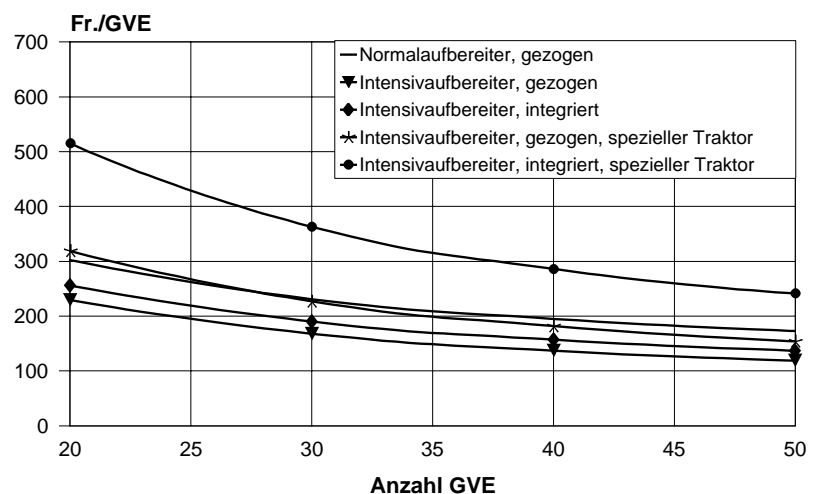
Fazit: Der Arbeitsaufwand für die Futterwerbung lässt sich beim Einsatz eines Intensivaufbereiters merklich reduzieren. Bei einem Viehbestand von 20 GVE ergibt sich jährlich eine Einsparung von 27 Akh. Kostenmässig schneidet das Verfahren im Vergleich zu konventioneller Futterwerbung nur günstiger ab, wenn die fixen und variablen Kosten des Kreiselheuers vollständig entfallen, was bedeutet, dass das Raufutter ausschliesslich als Silage konserviert wird. Bedingung ist zudem, dass der für den Intensivaufbereiter erforderliche Traktor nicht zugemietet oder extra gekauft werden muss. Bei kombinierter Raufutterration sind die Kostenunterschiede unbedeutend.

Tab. 19: Verfahrenskosten in Franken je GVE und Jahr für die Futterkonservierung. Verrechnet sind: Maschinenkosten, Ertrag der Restflächen und Ausgleichsfutter.

Varianten Traktor für Aufbereiter	Traktor für Aufbereiter	Ration 1: Grassilage 100 %		Ration 2: Grassilage 30 % Belüftungsfheu 70 %	
		20 GVE	40 GVE	20 GVE	40 GVE
Verfahren					
Variante 1:					
Eigener Traktor für Aufbereiter vorhanden					
Normalaufbereiter, gezogen	50 kW (68 PS)	302.-	195.-	317.-	209.-
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	226.-	135.-	307.-	186.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	253.-	154.-	335.-	208.-
Variante 2:					
Traktor für Intensivaufbereiter zugemietet					
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	242.-	150.-	324.-	204.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	272.-	173.-	358.-	230.-
Variante 3:					
Traktor für Intensivaufbereiter speziell zugekauft					
Intensivaufbereiter, gezogen	60 kW (82 PS)	317.-	179.-	398.-	231.-
Intensivaufbereiter, integriert	75 kW (102 PS)	513.-	284.-	591.-	333.-

Verfahrenskosten:

Kostendegression bei 100 % Grassilage



Kostendegression bei Grassilage/Belüftungsfutter

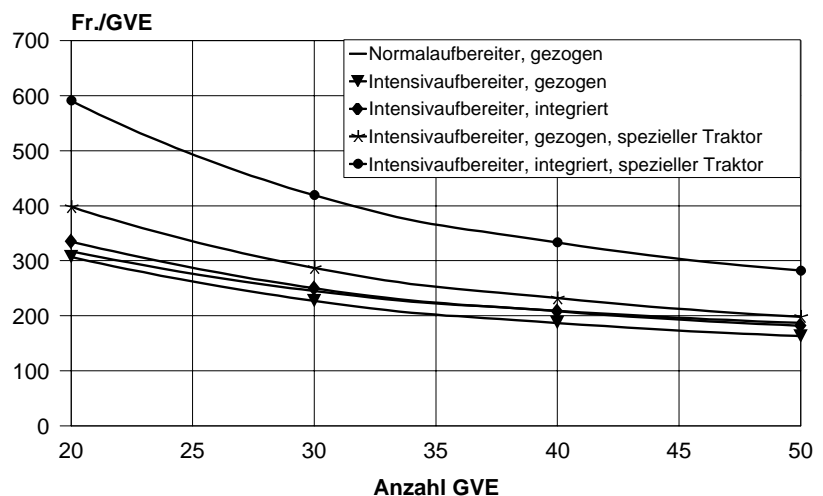


Abb. 19: Verfahrenskosten in Fr. pro GVE (Maschinenkosten, Ertrag der Restflächen, Ausgleichsfutter) bei reiner Silage- und kombinierter Raufutterkonservierung.

Gesamtbeurteilung und Folgerungen

Tabelle 20 gibt einen Überblick der Vor- und Nachteile, die beim Einsatz des Intensivaufbereiters im Vergleich zu herkömmlicher Aufbereitertechnik bei der Raufuttergewinnung zu erwarten sind. Die bedeutendsten Vorzüge sind bezüglich Arbeitsaufwand, Abtrocknung, Feldverlusten und Silagequalität feststellbar. Nachteilige Auswirkungen zeigen sich vor allem beim Leistungsbedarf, der Dürrfutterkonservierung und der Eignung in blattrreichen Futterbeständen. Die Bilanz der Gesamtbeurteilung hängt stark davon ab, ob das Verfahren nur für Silage- oder auch für Dürrfuttergewinnung angewendet wird. Während bei ausschliesslicher Silagebergung die Vor-



Abb. 20: Wegen der Breitablage sollte mit dem Intensivaufbereiter nur bei abgetrocknetem Boden gemäht werden, sonst wird die Abtrocknung zu Beginn stark verzögert.



Abb. 21: Im Gegensatz zu herkömmlicher Futterwerbung muss beim Intensivaufbereiter frühzeitig geschwadet werden und das Futter vor dem Einführen noch mindestens eine Stunde am Schwad liegen gelassen werden.

Tab. 20: Beurteilung der Intensivaufbereitung verglichen mit herkömmlicher Technik (Normalaufbereiter).

Intensivaufbereitung: Vor- und Nachteile im Überblick						
Kriterium	Nachteile			Vorteile		
	bedeutend	mittel	klein	klein	mittel	bedeutend
Abtrocknung: Ertrag < 35 dt TS/ha Ertrag > 35 dt TS/ha						2), 3)
Feldverluste: Silieren Heuen/Emden						3)
Gefahr der Futtermverschmutzung						
Silagequalität: Gärqualität: pH, Milchsäure Nährwert: Energie, Protein Verdaulichkeit						
Dürrfutterqualität: Konservierungsqualität Nährwert: Energie Protein Verdaulichkeit						
Eignung Pflanzenbestand: gräserreich ausgewogen klee-/kräuterreich						4) 4)
Eignung Konservierung: Ballensilage Kurzschnitt-/Häckselsilage Dürrfutter (Belüftung)						
Leistungsbedarf						5)
Arbeitsaufwand Futterwerbung						
Maschinenkosten: 100 % Silage Silage und Dürrfutter						6) 6)
Verfahrenskosten: ¹⁾ 100 % Silage Silage und Dürrfutter						6) 6)

¹⁾ Verrechnet sind: Maschinenkosten, Ertrag der Restflächen, Ausgleichsfutter (ohne Arbeit)
²⁾ Voraussetzung: 1 bis 2x Wenden mit Kreiselheuer
³⁾ Abhängig vom Bearbeitungsregime (Kreiselheuer)
⁴⁾ Bewertung gilt für Riffel-/Bürstenwalzensystem des HPC
⁵⁾ Kurmann Twin mit geringerem Unterschied
⁶⁾ Annahme: Erforderliche Traktorgrosse vorhanden

teilen). Verantwortlich dafür ist in erster Linie die Qualitätseinbusse beim Dürrfutter, die sich als Folge der ungleichen Abtrocknung auf dem Feld ergeben kann. Um den Nachteil schlechter Heuqualität zu vermeiden, muss deshalb das Einführen noch feuchter Partien unbedingt vermieden werden. Dies bedeutet, dass bei der Dürrfuttergewinnung auf den Kreiselheuer bis auf wenige Ausnahmefälle nicht verzichtet werden sollte. Einschränkungen für den Einsatz von Intensivaufbereitern im schweizerischen Futterbau ergeben sich aber nicht nur durch die nach wie vor grosse Bedeutung der Dürrfutterkonservierung, sondern auch durch die im Vergleich zum Ausland vielseitigen Futterbestände mit teilweise hohen Anteilen an Leguminosen und Kräutern, für die sich die intensive Aufbereitung schlechter eignet als für reine Grasbestände. Die eingesparte Arbeitszeit für die Futterwerbung bringt zwar frankenmässig keinen Gewinn, doch lässt sich die Arbeitspitze «Mähen und sofortiges Zetten», die besonders im ersten Schnitt Probleme bereiten kann, elegant umgehen, ohne dass der Trocknungsprozess während Stunden behindert ist. Vor allem auf Betrieben, welche die Futterwerbung im Einmann-Verfahren ausführen, kann dies ein bedeutender Vorteil sein.

Auch auf der Kostenseite schneidet das Verfahren bei reiner Silagekonservierung deutlich besser ab als bei kombinierter Raufutterration. Einerseits fallen die Maschinenkosten für den nicht mehr benötigten Kreiselheuer weg, andererseits wirken sich die qualitativen Vorteile der Silage (Verluste, Gärqualität, Nährwert) auch auf die Verfahrenskosten aus. Für Betriebe, die auf den Kreiselheuer nicht verzichten können, wirken sich die höhe-

ren Anschaffungskosten für einen Intensivaufbereiter kostenmässig negativ aus, es sei denn, es gelingt eine hohe Auslastung zu erzielen.

Nicht zuletzt wird die Eignung des Verfahrens auch von der maschinentechnischen Qualität bestimmt. Die hohen und teilweise speziellen Anforderungen, die sich durch den hiesigen Futterbau (grosse Bedeutung des Dürrfutters, vielseitige Bestände, Hanglagen) ergeben, wurden im Entwicklungskonzept des Kurmann

Twin von Beginn weg berücksichtigt. Das Ergebnis ist ein auf schweizerische Bedingungen zugeschnittener Intensivaufbereiter, der schonend (wenig aggressiv) arbeitet, vielseitig anwendbar und durch das geringe Gewicht sehr hangtauglich ist. Zudem liegen auch die Kosten in einem Rahmen, der für mittelgrosse Betriebe interessant ist.

Die Anschaffung eines Intensivaufbereiters dürfte folglich für Betriebe mit fol-

genden Voraussetzungen interessant sein:

- mittelgrosse bis grosse Betriebe mit mindestens 30 GVE;
- Konservierung des Raufutters hauptsächlich als Anwelksilage;
- Bestreben nach einer hohen Grundfutterqualität;
- einfach konservierbare Futterbestände;
- zusätzliche Arbeitskräfte nicht verfügbar (Einmann-Betrieb).

Empfehlungen beim Einsatz von Intensivaufbereitern

Arbeit	Massnahme	Begründung
Mähen	<ul style="list-style-type: none"> – Mähen bei nassem Boden vermeiden; – Bei starkem Tau oder nach einem Regen zuwarten, bis der Pflanzenbestand genügend abgetrocknet ist; – Bei starker Taubildung über Nacht besser am Vorabend als am Morgen mähen; – Nicht zu tief mähen; Stoppelhöhe von mindestens 5–7 cm einhalten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Feuchter Boden bzw. nasses Futter verzögert Abtrocknung; – Tiefe Mahd fördert Futterverschmutzung beim Schwaden.
Zetten und Wenden	<ul style="list-style-type: none"> – Kreiselheuer nur wenn notwendig einsetzen; – Kreiselheuer schonend einsetzen: tiefe Drehzahl, relativ hohe Fahrgeschwindigkeit; – Dürrfutter: bei hohem Ertrag mindestens einmal Wenden; – Nicht bei zu hohem Trocknungsgrad wenden. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zu häufiges und aggressives Zetten verursacht unnötig hohe Verluste; – Unterschiedlich trockenes Futter ergibt schlechte Heuqualität; – Wenden bei hohem TS-Gehalt ergibt hohe Verluste.
Aufbereiter	<ul style="list-style-type: none"> – Optimale Einstellung wählen und auf Pflanzenbestand abstimmen. Ziel: keine abgeschlagenen Blätter, Halme nur geknickt. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zu aggressive Aufbereitung ergibt hohe Verluste bei nachfolgender Bearbeitung.
Schwaden	<ul style="list-style-type: none"> – Schwadformung rechtzeitig bei noch guten Trocknungsbedingungen vornehmen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Bei zu spätem Schwaden ungenügende Nach-trocknung des Futters an den Schwaden
Einführen	<ul style="list-style-type: none"> – Nach dem Schwaden das Futter noch während mindestens einer Stunde liegen lassen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Sofortiges Einführen nach dem Schwaden verhindert das Nachtrocknen des Futters.

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: info@fat.admin.ch, Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

- | | |
|---|---|
| ZH Kramer Eugen, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30
Blum Walter, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30 | ZG Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 780 46 46 |
| BE Jutzeler Martin, Bergbauernschule LBBZ,
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45
Hügi Kurt, LBBZ Seeland,
3232 Ins, Telefon 032 312 91 21
Oppliger Fritz, Landw. Schule Waldhof,
4900 Langenthal, Telefon 062 916 01 32
Marti Fritz, LBBZ Rütli,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, LBBZ Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21 | FR Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve,
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
SO Wyss Stefan, Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
BL Zjörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 971 21 21
SH Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 00
AI Koller Lorenz, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
AR Vuilleumier Max, Regierungsgebäude,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
SG Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 757 18 88
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
GR Urwyler Hansueli, Grabenstrasse 1,
7000 Chur, Telefon 081 257 24 03
Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 323 12 01
AG Müri Paul, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
TG Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
TI Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53 |
| LU Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 484 25 25
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,
6210 Sursee, Telefon 041 921 91 91
Marti Pius, LBBZ Willisau,
6130 Willisau, Telefon 041 970 20 77
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02 | |
| UR Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66 | |
| SZ Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22 | |
| OW Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 68 16 16 | |
| NW Egli Andreas, Zentralstelle für Betriebsberatung,
6370 Stans, Telefon 041 618 40 05 | |
| GL Kant. Zentralstelle für landw. Betriebsberatung, Poststr. 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00 | |

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: info@fat.admin.ch – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.