

A white line-art illustration of a mowing and conditioning machine is centered on a light green background. The machine has a large front wheel, a smaller rear wheel, and a complex frame with various components like a cutting deck and a conditioning drum.

Mäh- und Intensiv- aufbereiter

Die Grundfutterqualität hat unter gegenwärtigen Rahmenbedingungen sowohl aus tierphysiologischen als auch ökonomischen Gründen in der Rinderhaltung eine große Bedeutung. Neben der Optimierung der Grundfüttererträge kommen qualitätssichernde und qualitätsverbessernde Maßnahmen in der Grundfutterproduktion vermehrt ins Blickfeld.

Aufgrund der technischen Weiterentwicklung der Mähwerkstechnologie durch die Industrie werden im folgenden der gegen-

wärtige Stand der Mähaufbereitungs-systeme beschrieben, deren auf Versuchsergebnisse basierende Effekte auf das Erntegut herausgearbeitet und ökonomisch bewertet.

Während in Deutschland schätzungsweise nur jedes fünfte neu angeschaffte Mähwerk mit einem Aufbereiter ausgerüstet ist, sind dies z.B. in Holland ca. 70 % und in der Schweiz ca. 75 %. Dabei unterscheiden sich Futtererntestrategie und -verfahren in den jeweiligen Ländern deutlich.

Allgemeines Ziel der Silagebereitung sollte es sein, in möglichst kurzer Feldzeit „1-Tages-Silage“ zu bereiten. Insbesondere in Nordwesteuropa leidet Silagebereitung

unter einem hohem Wetterisiko und erfordert deswegen einen höheren technischen Aufwand.

1. Stand und Entwicklung der Mähaufbereitertechnik

Aufbereiter (Conditioner) sind an Mähwerken angebaute oder separat arbeitende Geräte, die das Mähgut für den anschließenden Trocknungsvorgang auf dem Feld auf unterschiedliche Art und Weise in unterschiedlicher Intensität bearbeiten. Angebaute Geräte werden überwiegend in Verbindung mit Scheiben- oder Trommelmäähwerken eingesetzt. Separate Aufbereiter nehmen das Mähgut vom abgelegten Schwad mit einer Pick-up auf, während es beim angebauten Mähaufbereiter direkt dem Aufbereitungsorgan zugeführt wird. Als Werkzeuge dienen verschiedene Walzenformen (für blattreiches Mähgut, z.B. Klee) sowie Schlegel- oder Zinken-

rotoren für halmreiches Mähgut (z. B. für Gras). Während Mähaufbereiter in Abhängigkeit von der Bauart ein bis zwei umlaufende Werkzeuge besitzen, haben Intensivaufbereiter mindestens 2 oder mehr zum Teil gegenläufig arbeitende Werkzeuge. Dadurch ist deren Aufbereitungseffekt gegenüber konventionellen Mähaufbereitern deutlich höher.

Generell ist beim Einsatz von Aufbereitern ein höherer Leistungsbedarf und ein erhöhter Hubkraftbedarf bei Heckanbaugeräten zu berücksichtigen. Daher ergeben sich bei diesen Geräten Beschränkungen in der Arbeitsbreite.

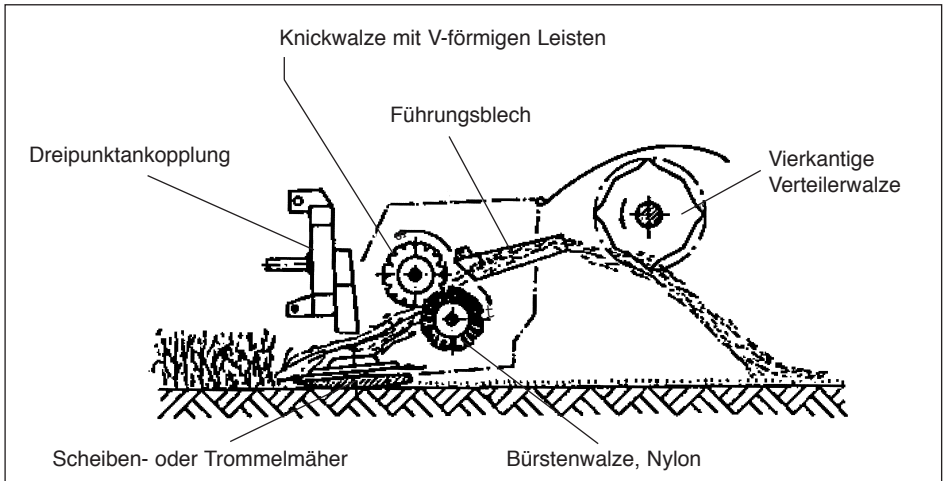


Abbildung 1: Beispielskizze eines Intensivaufbereiters

Mit den zunehmenden Anforderungen an die Schlagkraft nimmt der Anteil an Scheibenmähern zu. Gegenüber den älteren Bauarten zeichnet sich die neue Generation durch stabile und strömungsgünstige Bauweise der Mähholme aus. Im Antrieb bieten Zahnräder mit großer Kontaktfläche den Kraftschluß. Grundsätzlich laufen jeweils zwei Mähscheiben zueinander. Damit ist eine breite Schwadablage ohne Aufbereiter gegeben, die mindestens der Arbeitsbreite minus einem Mähtellerdurchmesser entspricht. In der Ausstattung mit Aufbereiter bietet der Scheibenmäher Vorteile, da er über die gesamte Arbeitsbreite mit dem integriertem Aufbereiter den relativ dünnen und gleichmäßigen Gutstrom aufnimmt und den gewünschten Aufbereitungsgrad erzielt.

In der Art der Aufbereitung gibt es eine Vielzahl von Systemen. Alle versuchen die Pflanzen so zu behandeln, daß eine weitere Veratmung des Zuckers verhindert und der Anwelkprozeß beschleunigt werden.

Die Aufbereitungstechnik wirkt dabei so, daß mit den Aufnahme­fingern des Rotors in erster Linie die Halme geknickt und mit teilweise verstellbaren profilierten Leitblechen die Wachsschicht der Blätter zerstört wird.

Die Einstellung der Intensität der Aufbereitung wird stufenlos oder rasterweise zwischen Rotor und Leitblech vorgenommen.

Der Aufbereitungseffekt ist auch abhängig vom Durchsatz. Je höher dieser ist, um so geringer wirkt die Trocknungsbeschleunigung.

Metallfinger oder Zinken erzielen einen höheren Aufbereitungsgrad.

Sobald das Mähgut zwangsweise geführt wird, ist ein höherer Aufbereitungsgrad gegeben. Man spricht dann von **Intensiv-aufbereitung**, die mittels einer Profilwalze wirkt, die das Knicken von Halm und Blatt und z.B durch eine zusätzliche Bürste mit höherer Umfangsgeschwindigkeit auch das Zerstören der Blattwachsschicht vornimmt.

Herausgegeben von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft,
Fachbereich Landwirtschaft und ländliche Entwicklung, Ausschuß für Futterkonservierung
Bearbeitet von: J. Thaysen, Bredstedt / A. H. Bosma, Wageningen / R. Frick, Tänikon /
H.-G. Gerighausen, Bonn / Prof. Dr. H. Honig, Lehre /R. Hörner, Groß-Umstadt /
Dr. H. J. Nußbaum, Aulendorf / Dr. F. Raue, Kiel / R. Sarreiter, Achselschwang

Redaktion: Dr. W. Staudacher, Frankfurt am Main



*Impulse für
den Fortschritt*

Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
Eschborner Landstraße 122, D-60489 Frankfurt a.M.
Telefon: 069/24788-0, Fax: 069/24788-110
E-mail: Info@DLG-Frankfurt.de, Internet: www.DLG-Frankfurt.de

2. Leistungsbedarf, Leistung/ha und Anschaffungskosten

Tabelle 1: Aufbereitersysteme, Schlepperleistungsbedarf und Anschaffungskosten der Mähwerke bei einer Arbeitsbreite von 3 m

Mähwerk	Aufbereiter	Erforderlicher Schlepper	Anschaffungskosten DM (ohne MwSt.)		
			Heckanbau	Frontanbau	gezogen
Typ		kW (PS)			
Trommel	ohne	60 bis 70 kW (82 bis 95 PS)	17.000,-	15.000,-	25.000,-
Trommel	mit	65 bis 100 kW (88 bis 136 PS)	23.000,-	21.000,-	31.000,-
Scheiben	ohne	60 bis 65 kW (82 bis 88 PS)	12.000,-	14.000,-	
Scheiben	mit	65 bis 100 kW (88 bis 136 PS)	18.000,-	20.000,-	31.000,-
Scheiben	Intensiv- aufbereiter	70 bis 100 kW (95 bis 136 PS)	22.000,-*	28.000,-*	35.000,-

* bei einer Arbeitsbreite von 2,40 m

In den angegebenen Werten für die jeweilige erforderliche Leistung des Schleppers sind ein Schleppereigenbedarf von 20 kW und ein Reservezuschlag enthalten.

Bei Mähwerken mit Aufbereiter erhöht sich der Leistungsbedarf um durchschnittlich etwa 4-5 kW pro m Arbeitsbreite. Im Hinblick auf den Schlepperleistungsbedarf zum Antrieb der verschiedenen Aufbereiterbauarten sind z.T. erhebliche

Abweichungen von Fabrikat zu Fabrikat und auch innerhalb gleicher Fabrikate möglich.

Bei an den Dreipunkt angebauten Mähwerken mit Aufbereiter ist wegen der hohen Gerätemasse eine ausreichend hohe Hubkraft am Heck- bzw. Frontkraftheber erforderlich. Für Arbeiten am Hang empfiehlt sich ein Schlepper mit Allradantrieb.

3. Eignungsbereich von Aufbereitern und Intensivaufbereitern

Kriterium	Merkmal	Beschreibung	Aufbereiter ¹⁾ mit		Intensiv- ¹⁾ aufbereiter	Kommentar / Anmerkung
			Schlegel	Walzen		
Konservierungsart	Silage	Ballensilage Häckselsilage (Fahr-/Hochsilo) Ladewagen	1	1	3	ungleiche TS-Gehalte ungünstig rechtzeitiges Schwaden zwingend notwendig
			1	1	2	
			1	1	1	
Futterertrag	Heu	1. Aufwuchs Folgaufwuchs < 25 dt TM/ha 25-35 dt TM/ha 35-45 dt TM/ha > 45 dt TM/ha	1	2	4	ungleiches Abtrocknen sehr nachteilig mind. einmal Zetten notwendig
			2	1	3	
			1	2	1	
Pflanzenbestand	Dauergrünland	Grasreich (> 60-70% EA ²⁾) Kräuterreich (> 25% EA) Kleereich (>20% EA)	1	2	1	Silage / Dürrfutter Silage / Dürrfutter. Zetten notwendig bzw. sinnvoll
			3-4	1	3-4	
			3	1	3-4	
	Ackerfutterbau	Reine Grasbestände Grasbetontes Klee gras Luzerne / Grasmischung Reine Klee- oder Luzernebestände	1	2	1	optimale Einstellung schwierig , Gefahr hoher Bröckelverluste
			2	2	2	
			4	2	4	
Futterzustand beim Mähen	abgetrocknet taunäß regennäß	> 18% TS 14-18% TS < 14% TS	3	1	4	Bröckelverluste
			1	1	1	
			1	1	1	
Bodenzustand	trocken feucht naß	physiologisch jung mittel alt	1	1	1	Futter verschmutzung hoch sehr hohe Futterverschmutzung Gefahr zu starker Aufbereitung
			2	2	3	
			3	3	5	
Pflanzenalter	physiologisch jung mittel alt	(< 24% RF i. TS) (24-28% RF i. TS) (> 28% RF i. TS)	2	1	3-4	Futter verklebt, pappi zusammen, schlechtes Trocknen, Verschmutzung
			1	2	1	
			1	3	2	
Narbenzustand	dichte Grasnarbe Erdhügel offener Boden	(z.B. viele Untergräser) (Maulwurf, Wühlmaus) (Narbenlücken)	1	1	1	hohe Futterverschmutzung
			3	4	5	
			2	2	4	

¹⁾ Note 1 = sehr gut ... 5 = ungenügend ²⁾ EA = Ertragsanteil

4. Effekte von Aufbereitersystemen

Durch die Aufbereitung wird beim Mähgut die Wachsschicht (Cuticula) der Blätter und Stengel zerstört, so daß die intrazellulär gebundene Flüssigkeit austreten kann. Die hat einen Einfluß auf den Trocknungsverlauf, die Höhe der Feldverluste, die Gärqualität und den Futterwert.

4.1 Trocknungsverlauf

Der Trocknungsverlauf bei mit Aufbereitern gemähem Futter ist abhängig von den **Trocknungsbedingungen**, der **Ertragshöhe**, der **Bestandeszusammensetzung**, vom **Zustand des Bodens**, dem **TS-Gehalt des Ausgangsmaterials** beim Mähen und der **Verteilung des gemähten Futters** (Breitablage).

Die **Abtrocknung** von mit Aufbereitern gemähem und anschließend gezettem Futter wird beschleunigt. Die Mindesteinfahrfeuchte von 30% TS wird ca. 2-5 Stunden eher erreicht gegenüber der Technik ohne Aufbereitereinsatz. Den gleichen Wert erreicht der Intensivaufbereiter ohne Zetten.

Das Ausmaß der Trocknungsbeschleunigung ist im Wesentlichen von der Ertragshöhe abhängig. Bei niedrigen Erträgen (bis ca. 25 dt TM pro ha) ist die Abtrocknung schneller, bei sehr hohen Erträgen (ab 40 dt TM pro ha) langsamer.

Eine noch größere **Trocknungsbeschleunigung** erzielt man dann, wenn das mit Intensivaufbereitern gemähte Futter zusätzlich bearbeitet wird (1 Arbeitsgang ist ausreichend). In diesen Fällen kann ein zusätzlicher Trocknungsvorsprung von bis zu 20% erzielt werden.

Charakteristisch für die Intensivaufbereitung (ohne Wenden) ist die sehr **ungleiche Abtrocknung** der Matratzen. Diese ist um so ausgeprägter, je dicker die Matratzen ausfallen bzw. je größer der Ertrag des Bestandes ist. Ungleiche Abtrocknung wirkt sich je nach Konservierungsart unterschiedlich aus: Während sie für Häckselsilage kaum von Bedeutung ist, wirkt sich diese für Wickelsilage und insbesondere für Boden- oder Belüftungsheu nachteilig aus. Die Nachteile bei Rundballensilage können in einem ungleichmäßigen Gärverlauf unter Gefahr von Schimmelnestern in den über-trockneten Partien bestehen. Bei der Belüftungstrocknung kommt es zur ungleichmäßigen Luftverteilung im Stapel. Außerdem besteht die Gefahr zu langsamer Trocknung und das Risiko der Schimmelbildung in den stärker verdichteten, feuchteren Partien ist dadurch erhöht.

Durch zeitiges Schwaden ist es möglich, eine gleichmäßigere Abtrocknung zu erreichen, da noch feuchte Futterpartien **am Schwad nachtrocknen** können. Dies funktioniert allerdings nur bei niedrigen bis mittleren Aufwuchshöhen und kleinen Schwaden.

Bei Intensivaufbereitern ist unter günstigen Erntebedingungen ein vollständiger **Verzicht auf den Einsatz des Kreiselheuers** für Anwelksilage in den allermeisten Fällen möglich; bei sehr hohen Futtererträgen (ab ca. 40 dt TM pro ha) ist jedoch ein zusätzlicher Arbeitsgang mit dem Kreiselheuer zu empfehlen.

Für Heu kommt ein vollständiger Verzicht auf den Kreiselheuer nur bei sehr niedrigen Erträgen (bis ca. 25 dt TM pro ha) oder bei sehr guten Trocknungsbedingungen in Frage. Bei höheren Erträgen muß das Futter einmal gewendet werden. Dieser Wendegang sollte rechtzeitig bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt unter 35 % erfolgen, um die mechanischen Verluste gering zu halten.

Sowohl bei Silage als auch bei Heu ist es durch den Einsatz von Aufbereitern möglich, 1-2 Arbeitsgänge mit dem Kreiselheuer einzusparen, ohne an Trocknungsgeschwindigkeit einzubüßen. Die Anzahl der reduzierten Arbeitsgänge hängt von

der Ertragshöhe und den Trocknungsbedingungen ab.

4.2 Feldverluste

Beim Mähen von Gras und dem anschließendem Trocknen müssen verschiedene Verlustursachen und -höhen bei den Konservierungsverfahren Anwelksilage oder Heu beachtet werden.

Feldverluste setzen sich aus Atmungs-, Bröckel- und Ladeverlusten zusammen. Sie sind grundsätzlich abhängig von den Wetterbedingungen, der Dauer der Feldperiode und der Anzahl der Bearbeitungs-gänge.

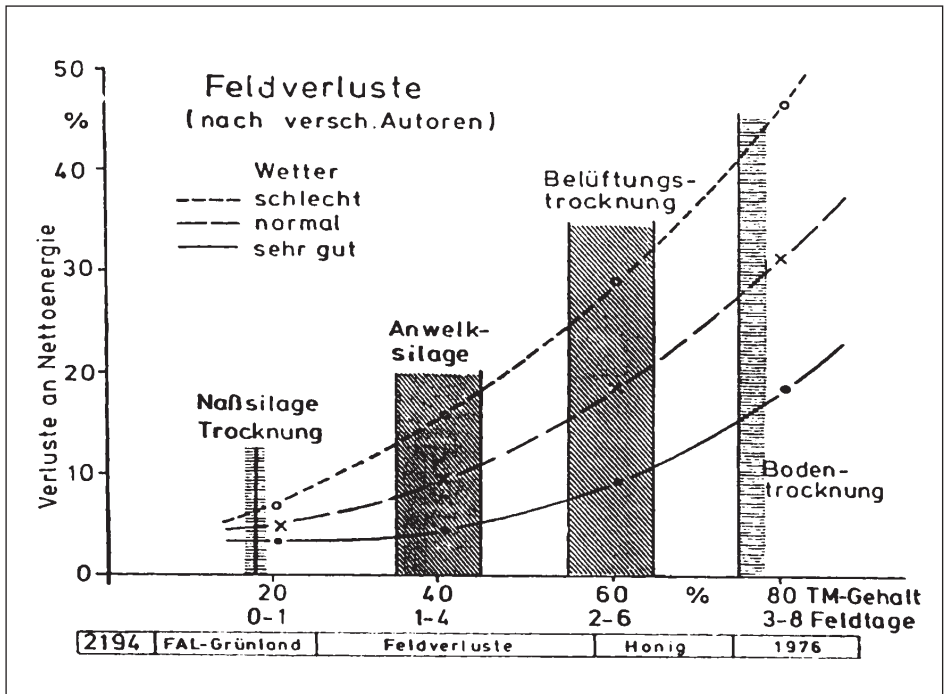


Abbildung 2: Feldverluste

- Die Mähverluste eines Kreiseljäähers ohne Aufbereiter liegen im Durchschnitt bei 3-5 % TS-Verlust; die eines Kreiseljäähers mit Aufbereiter bei 4-8%, die eines Intensivjäähers nochmals um einen %-Punkt höher.
 - Die mechanischen Verluste beim Wenden und Schwaden sind abhängig vom TS- Gehalt und der Zahl der Arbeitsgänge.
 - In Grasbeständen führen Aufbereiter zu im Durchschnitt um 0,1 bis 0,2 dt TM/ha höheren Verlusten. In Kleebeständen und kräuterreichen Beständen gilt dieses nur für Walzenjäähers. Bei Zinkenjäähers erhöhen sich die mechanischen Verluste um das Drei- bis Vierfache.
 - Die Atmungsverluste steigen stark mit zunehmender Temperatur und Feldlagerdauer an; sie verringern sich mit zunehmendem TS-Gehalt.
- Unter Versuchsbedingungen lagen die Feldverluste beim Verfahren „Intensivjäähers ohne Wenden“ im Durchschnitt statistisch gesichert niedriger als bei Normaljäähersertechnik mit 1x Wenden.
Im Mittel von 8 Versuchen betrug der Unterschied 34%. Bei Heu sind die Unterschiede größer als bei Anwelksilage.
- Eine starke **Aufbereitungsintensität** beeinflusst die Verlusthöhe beim Intensivjäähers nur dann negativ, wenn nachträglich zusätzlich gezettet wird. Die Verluste sind mehr von der Anzahl der Kreiselheuarbeitsgänge als von der Aufbereitungsintensität abhängig.
- In Tabelle 2 sind die Feldverluste nach den einzelnen Verlustkomponenten gegliedert beispielhaft zusammengestellt.

Tabelle 2: Feldverluste an Trockenmasse [%] bei der Bereitung von Anwelksilage*)

Verfahren	Dauer (h)	Wendegänge	Atmungsverluste	Trockenmasseverluste (%)			
				Bröckelverluste beim ...			Gesamtverluste
				Mähen	Wenden	Schwaden	
Mähwerk	10	1	1,6	4,0	0,4	0,4	6,4
	24	2	2,9	4,0	0,9	0,4	8,2
	36	3	4,2	4,0	1,4	0,4	10,0
Aufbereiter	10	1	1,9	4,5	0,5	0,4	7,5
	24	2	3,5	4,5	1,0	0,4	9,5
	36	3	5,0	4,5	1,5	0,4	11,4
Intensivjäähers	6	0	1,2	5,0	-	0,4	6,6
	10	1	2,0	5,0	0,6	0,4	8,0
	24	1	3,8	5,0	0,6	0,4	9,8

*) Die mechanischen Verluste können sich je nach Bodenbedingungen, Maschineneinstellung und Arbeitssorgfalt jeweils bis um die Hälfte erhöhen oder erniedrigen.

Die Atmungsverluste können bei ungünstigen Anwelkbedingungen je Tag Feldlagerdauer um 3 - 5 %-Punkte ansteigen.

4.3 Gärqualität

In mehreren Versuchen in Deutschland, Holland und der Schweiz haben sich bezüglich der Gärqualität folgende Verbesserungen als abgesichert erwiesen:

- Aufbereiterbehandeltes Siliergut zeigt eine intensivere **Milchsäuregärung**, eine stärkere Absenkung des **pH-Wertes** und eine Verminderung der **Essig- und Buttersäurebildung**.
- Die **Gärgasverluste** liegen in schwach angewelktem Material beim Intensiv-aufbereiter niedriger, in stark angewelktem Material etwa gleich hoch wie beim Normalaufbereiter.
- Die **Gärqualität** erreicht beim Intensiv-aufbereiter fast immer den Maximalbereich von 95-100 Punkten. Beim Normalaufbereiter werden dagegen meist 15-30 Punkte weniger erzielt.

4.4 Futterwert

In in der Schweiz, Holland und Süddeutschland durchgeführten Versuchen hatte der Intensiv-aufbereiter keinen positiven Einfluß auf den Futterwert der Silage, da die Verdaulichkeit der organischen Substanz unbeeinflußt blieb.

In Norddeutschland konnte hingegen in ersten Versuchen festgestellt werden, daß die in vivo-Verdaulichkeit der organischen Substanz zugunsten aller Aufbereitungsvarianten im Mittel um 4 %-Punkte entsprechend einer Energiedichte von 0,3 MJ NEL/kg TM verbessert wurde. Diese Effekte wurden mit der schnelleren Verfügbarkeit der wasserlöslichen Kohlenhydrate und der daraus resultierenden intensiveren Vergärung erklärt. Diese Ergebnisse müssen noch abgesichert werden.

Bedingt durch die höhere Aufbereitungsintensität, die kürzere Feldzeit, und die daraus resultierenden niedrigeren Gesamtverluste kann bei Anwelksilage eine verbesserte Futterqualität (etwa +0,2 MJ NEL/kg TS) möglich sein.

Intensiv-aufbereitung ohne weiteres Wenden führt bei Heu zu geringfügig schlechterer Futterqualität. Problematisch sind hier vor allem die sehr heterogenen TS-Gehalte, die durch die ungleiche Abtrocknung auf dem Feld entstehen. Die feuchten Futterpartien trocknen auch auf der Belüftungsanlage schlecht nach und führen zu Schimmelbildung.

5. Empfehlungen zum Einsatz von Aufbereitern

1. Nicht zu tief mähen: Optimale Schnitthöhe von 5-7 cm einhalten.
2. Mähen möglichst nur bei trockenen Bedingungen.
3. Rechtzeitig schwaden (wenn die Trocknungsbedingungen noch gut sind), damit feuchte Partien genügend nach-trocknen können.
4. Kann auf das Wenden des Futters nicht verzichtet werden, so muß dies so schonend wie möglich erfolgen (niedrige Drehzahl, angepaßte Fahrgeschwindigkeit)

- keit). Zeitpunkt: eher früh als spät (Bröckelverluste!), d.h. sobald die Matratzen an der Oberfläche gut abgetrocknet sind.
5. Einstellung: Aufbereitungsintensität auf den Pflanzenbestand abstimmen. In Mischbeständen (z.B. Klee gras) auf die empfindlichere Komponente einstellen.
 6. Bei starkem Maulwurfshaufenbesatz ist eine schmutzarme Qualitätssilage mit dem Einsatz von Aufbereitern nicht möglich.
 7. nicht bei offenem Boden, Wühlmaus- oder Maulwurfshügeln einsetzen; dichte Grasnarbe zwingend notwendig, da starke Futtermverschmutzungen zu erwarten sind.

6. Ökonomische Beurteilung

Für eine ökonomische Beurteilung müssen zunächst die bei dem jeweiligen Verfahren auftretenden Kosten ermittelt und einander gegenübergestellt werden. Die **Verfahrenskosten** setzen sich aus den

- festen und variablen **Maschinenkosten** (Abschreibung, Zinsen, Unterbringung, Versicherung, Treibstoffe, Öle, Reparaturen) und den
- **Arbeitskosten** (Schlepperfahrer) zusammen.

Die Höhe der Verfahrenskosten hängt entscheidend ab von der jeweiligen einzelbetrieblichen Situation. Ist beispielsweise die vorhandene Futtererntetechnik „unbrauchbar“ und soll ersetzt werden, so hat der Vergleich der Systeme auf der Basis der durchschnittlichen Gesamtkosten (DTK) zu erfolgen. Das System mit den geringsten DTK ist zu bevorzugen. Sind dagegen die vorhandene Erntetechnik oder Teile davon noch „brauchbar“, so sind die Grenzkosten (GK) der Weiterverwendung des alten Systems den DTK des neuen Systems gegenüberzustellen. Der Systemwechsel ist ökonomisch richtig, wenn die DTK neu geringer sind als die GK alt.

Ein Vergleich der Verfahrenskosten führt zur richtigen Entscheidung, wenn das „Endprodukt Futter“ bei den untersuchten

Systemen gleich ist. Treten Abweichungen (z.B. unterschiedliche Verluste, unterschiedliche Qualität o.ä.) auf, so sind diese einzelbetrieblich monetär zu bewerten, und die Verfahrenskosten sind entsprechend zu bereinigen.

Dem vorliegenden Kalkulationsbeispiel liegt ein typischer Futterbaubetrieb in NW-Deutschland mit ca. 60 ha LF und der dementsprechenden Maschinenausstattung zugrunde. Es wird unterstellt, daß die Mäh-technik erneuert werden soll.

Mähwerke mit Aufbereitern sind deutlich teurer als „konventionelle“ Mähwerke und erfordern leistungsstärkere Schlepper, so daß der **Investitionsbedarf** bei der unterstellten Schleppergröße und Arbeitsbreite der Maschinen gegenüber konventioneller Mäh-technik ca. 25.000 bis 65.000 DM **höher** ist.

Nur in Regionen mit sehr günstigen Witterungsbedingungen zur Zeit der Futterernte kann auf einen Wender/Zetter verzichtet werden, so daß hier der Investitionsmehrbedarf deutlich verringert wird.

Die Arbeitsleistung/Stunde beim Mähen ist bei den drei Verfahren praktisch gleich.

Beim Zetten/Wenden läßt sich durch die Mähgutaufbereitung unabhängig von den Witterungsverhältnissen ein Wende-/Zettarbeitsgang einsparen. Dadurch verringert sich der **Gesamtarbeitsaufwand/ha** je nach Wetterbedingungen um 0,1 bis 0,5 Std./ha.

Legt man für den Beispielsbetrieb eine Gesamtschnittfläche von 150 ha/Jahr zugrunde, so sind die **Maschinenkosten/ha** bei „konventioneller“ Mähtechnik um etwa 20-50 DM/ha niedriger. Die höheren festen und variablen Kosten der Mähwerke mit Aufbereitem und der erforderlichen leistungsstärkeren Schlepper sind durch die geringeren Kosten beim Arbeitsgang „Zetten/Wenden“ nicht auszugleichen.

Auch ein Wertansatz für die eingesparte Arbeit (Schlepperfahrer), der tendenziell die Aufbereitungssysteme begünstigt, kann den Nachteil der höheren Maschinenkosten nicht wettmachen.

In Abhängigkeit von den Erntebedingungen verursacht die Mähgutaufbereitung ca. 10-40 DM/ha höhere Verfahrenskosten.

Untersuchungen im In- und Ausland belegen, daß ein Aufbereiten beim Mähen positive Effekte auf das „Endprodukt Futter“ hat. Die Verfahrenstechnologie bewirkt i.d.R. eine **Senkung der Verluste** und eine **Verbesserung der Futterqualität**. Für einen sachgerechten Vergleich sind diese Effekte einzelbetrieblich monetär als zusätzliche Leistungen zu bewerten.

In vielen Futterbaubetrieben ist der **Ersatzkostenwert** für die aufgrund vielfältiger Ursachen auftretenden geringeren Netto-Energieverluste der zutreffende Bewertungsansatz. Er stellt die kostengünstigste innerbetriebliche Ersatzbeschaffungsmöglichkeit dar. Die durch den Einsatz eines Aufbereiters „gewonnene“ Netto-

energie könnte bei Festhalten an konventioneller Technik z. B. über Ausweitung der Mähfläche, Veränderung der Düngung o. ä. bereitgestellt werden. Die hierdurch entstehenden Zusatzkosten (Grenzproduktionskosten) bestimmen den Wert des Netto-Energiegewinns.

Für die Qualitätsverbesserung (hier: Erhöhung der Energiedichte) ist im vorliegenden Beispiel der relative Ankaufswert gewählt. Bessere Grundfutterqualität führt beispielsweise in der Milchviehhaltung zu einer besseren Energieversorgung der Tiere und kann - bei unveränderter Futteraufnahme - die für gleiche Leistung erforderliche Krafftuttereinsatzmenge senken.

Bei mittleren Grenzproduktionskosten (0,30 bzw. 0,35 DM/10 MJ NEL je nach Witterungsbedingungen) und einem angenommenen Krafftutterpreis von 35 DM/dt besitzt das mit Aufbereitern gemähete Futter bei günstigen Erntebedingungen einen ca. 25-40 DM/ha und bei ungünstigem Erntewetter einen ca. 60-75 DM/ha höheren Wert als ohne Aufbereiter gemähetes Futter.

Höheres Witterungsrisiko führt zu einer Verlängerung der Feldliegezeit und als Folge davon zu höheren Verlusten und schlechterer Futterqualität, dadurch sind Aufbereitungssysteme in Regionen mit unsicherem Erntewetter relativ vorteilhafter.

Die höheren Verfahrenskosten bei der Mähgutaufbereitung werden durch die in Geld gemessenen positiven Effekte auf das beim Mähen aufbereitete Futter mehr als ausgeglichen.

Der „Futtereffekt“ bestimmt also in erheblichem Maße die Wirtschaftlichkeit der Verfahren und damit die Einsatzwürdig-

keit von Mähaufbereitern als die eigentlichen Verfahrenskosten. Vor diesem Hintergrund ist auch in Betrieben – vor allem in Regionen mit unsicheren Witterungsbedingungen zur Zeit der Futterernte –, die noch über einen funktionsfähigen „konventionellen“ Kreiselmäher verfügen, der Austausch dieser Maschine gegen einen Mäher mit Aufbereiter eine überlegenswerte Alternative.

Die endgültige Entscheidung für oder gegen Mähsysteme mit Aufbereitern kann aber nur aufgrund einer exakten Kalkulation, in die die im konkreten Einzelfall zu erwartenden **betriebspezifischen** zusätzlichen Leistungen und Kosten eingehen, getroffen werden.

Tabelle 3: Maschinenausstattung

Maschine / Arbeitsgang	Verfahren		
	ohne Mähaufbereiter	einfacher Mähaufbereiter	Intensivaufbereiter
Schlepper 1 Schlepper 2	ca. 75 PS ca. 60 PS	ca. 100 PS ca. 60 PS	ca. 130 PS ca. 60 PS
Mähen	Kreiselmäher 2,8 m AB	Kreiselmäher mit Aufbereiter 2,8 m AB	Kreiselmäher mit Intensivaufbereiter 2,8 m AB
Wenden/Zetten	Kreiselzettwender 5,5 m AB	Kreiselzettwender 5,5 m AB	Kreiselzettwender* 5,5 m AB
Schwaden	Kreiselschwader 7,4 m AB	Kreiselschwader 7,4 m AB	Kreiselschwader 7,4 m AB

*es wird unterstellt, daß vor allem in ungünstigen Lagen auch bei Verwendung eines Intensivaufbereiters eine Maschine zum Wenden/Zetten vorhanden sein muß.
AB = Arbeitsbreite

Tabelle 4: Investitionsbedarf* in DM

Maschine / Arbeitsgang	Verfahren		
	ohne Mähaufbereiter	einfacher Mähaufbereiter	Intensivaufbereiter
Schlepper 130 PS 100 PS 75 PS 60 PS		90.000	120.000
Mähen	12.000	17.000	25.000
Wenden/Zetten	8.500	8.500	8.500
Schwaden	25.000	25.000	25.000
insgesamt	165.500	190.500	228.500
Differenz zu <u>ohne</u> Mähaufbereiter		25.000	63.000

Tabelle 5: Arbeitsbedarf (in Schlepper- bzw. Arbeitskraftstunden pro Hektar)

Arbeitsgang	Verfahren									
	ohne Mähauflbereiter				einfacher Mähauflbereiter				Intensivauflbereiter	
	gut	mittel	schlecht	gut	mittel/schlecht	gut	mittel/schlecht	gut	mittel/schlecht	
Mähen	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45	0,45	
Wenden/Zeiten										
einmal	0,35	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25	0,25		0,25*	
zweimal		0,25	0,25		0,25		0,25			
dreimal			0,25							
Schwaden	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Insgesamt	0,95	1,20	1,45	0,85	1,10	0,65	1,10	0,65	0,90	
Differenz zu				-0,10	-0,10	-0,30	-0,10	-0,30	-0,30	
ohne Mähauflbereiter					-0,35		-0,35		-0,55	

* es wird unterstellt, daß vor allem in ungünstigen Lagen auch bei Verwendung eines Intensivauflbereiters einmal gezeitet wird.

Tabelle 6: Feste und variable Maschinenkosten* in DM/ha

Maschine	feste Kosten DM / Jahr	variable Kosten DM / h bzw. ha
Schlepper		DM / h
60 PS	6.200	11
75 PS	7.800	15
100 PS	11.600	17
130 PS	16.500	23
Kreiselmäher...		DM / ha
ohne Aufbereiter	1.700	10
mit einfachem Aufbereiter	2.400	12
mit Intensivaufbereiter	3.500	15
Kreiselzettwender	1.000	2
Kreiselschwader	2.750	2

* in Anlehnung an KTBL-Taschenbuch 1996/97; Werte gerundet; zeitabhängige Abschreibung

Tabelle 7: Gesamtkosten* (DM/ha) bei 150 ha Schnittfläche/Jahr

Bezeichnung	Verfahren						
	ohne Mähauflbereiter			einfacher Mähauflbereiter		Intensivaufbereiter	
	Witterungsbedingungen						
	gut	mittel	schlecht	gut	mittel/schlecht	gut	mittel/schlecht
Maschinenkosten**							
Mähen	59	59	59	81	81	115	115
Zetten/Wenden	37	42	47	36	41	7	36
Schwaden	47	47	47	47	47	47	47
insgesamt	143	148	153	165	170	169	198
Differenz zu				22	22	26	50
<u>ohne</u> Mähauflbereiter					17		46
Arbeitskosten							
bei 25 DM / Akh	24	30	36	21	28	16	23
Differenz zu				-3	-3	-8	-8
<u>ohne</u> Mähauflbereiter					-9		-14
Verfahrenskosten	167	178	189	186	197	185	221
Differenz zu				19	19	18	43
<u>ohne</u> Mähauflbereiter					8		32

* Werte gerundet; jährliche Festkosten der Schlepper zu 60 v.H. dem Futterbau zugeordnet

** jeweils incl. Schlepper; 75 PS-, 100 PS- bzw. 130 PS-Schlepper nur für den Arbeitsgang „Mähen“

Tabelle 8: Mögliche Sonderwirkungen der Mähgutaufbereitung gegenüber Mähtechnik ohne Aufbereitung
Bruttoertrag (1. Schnitt): 35 dt T/ha, 40 v.H. TS

Bezeichnung	Einheit	Verfahren			
		einfacher Mähaufbereiter		Intensivaufbereiter	
			MJ NEL/ha		MJ NEL/ha
Verlustsenkung*					
gute Erntebedingungen	v.H.	1,5	298	2,5	496
schlechte Erntebedingungen	v.H.	4,0	715	5,0	893
Futterwerterhöhung**					
gute Erntebedingungen	MJ NEL/kg T	0,10	330	0,15	500
schlechte Erntebedingungen	MJ NEL/kg T	0,20	641	0,25	809
insgesamt					
gute Erntebedingungen			628		997
schlechte Erntebedingungen			1.355		1.702

* T-Verluste bei „konventioneller“ Mähtechnik: 5 v.H. bei guten Erntebedingungen bzw. 12 v.H. bei schlechten Erntebedingungen

** Energiedichte der Silage bei „konventioneller Mähtechnik: 6,1 MJ NEL/kg T bei guten Erntebedingungen bzw. 5,8 MJ NEL/kg T bei schlechten Erntebedingungen

Tabelle 9: Bewertung möglicher Sonderwirkungen in DM/ha

Bezeichnung	Einheit	Verfahren	
		einfacher Mähaufbereiter	Intensivaufbereiter
Verlustsenkung*			
gute Erntebedingungen	DM/ha	9	15
schlechte Erntebedingungen	DM/ha	25	31
Futterwerterhöhung**			
gute Erntebedingungen	DM/ha	17	26
schlechte Erntebedingungen	DM/ha	33	42
Zusatznutzen			
gegenüber „konventioneller“ Mähtechnik			
gute Erntebedingungen	DM/ha	26	41
schlechte Erntebedingungen	DM/ha	58	73

* mit Grenzproduktionskosten (0,30 bzw. 0,35 DM/10 MJ NEL) bewertet (*Ersatzkostenwert*)

** mit Kraftfutterpreis (Energienstufe 3; 35 DM/dt) bewertet (*rel. Ankaufswert*)

7. Zusammenfassung und Empfehlungen

Mähaufbereiter sind heute so weiterentwickelt, daß sie bei richtigem Einsatz den Trocknungsvorgang beschleunigen, so daß i.d.R. ein Zettvorgang eingespart werden kann. Sie sind daher vor allem für Betriebe geeignet, in denen Engpässe bezüglich der verfügbaren Arbeitskapazität beim termingerechten Zetten/Wenden auftreten und/oder das Wetterrisiko bei der Silagebereitung bzw. Heuernte groß ist.

Durch die Aufbereitung des Mähgutes lassen sich gegenüber herkömmlicher Mähtechnik die Verluste senken und die Futterqualität verbessern.

Auf Flächen, die eine Verschmutzung des Futters, wie z. B. bei Maulwurfshaufenbesatz, erwarten lassen, ist der Einsatz von Mähaufbereitern nicht zu empfehlen.

Besonders beim überbetrieblichen Einsatz erfordert diese Technik einen höheren Organisationsaufwand, weil alle Arbeitsgänge der Futterernte zeitlich genau aufeinander abgestimmt werden müssen, um zu hohe Anwelkgrade des Futters, die Probleme bei der Silierung nach sich ziehen können, zu vermeiden.

Mähwerke mit Aufbereitern sind deutlich teurer als „konventionelle“ Mähwerke und erfordern leistungstärkere Schlepper, so daß der **Investitionsbedarf** bei der unterstellten Schleppergröße und Arbeitsbreite der Maschinen gegenüber konventioneller Mähtechnik ca. 25.000 bis 65.000 DM **höher ist**. Nur in Regionen mit sehr günstigen Witterungsbedingungen zur Zeit der Futterernte kann auf einen Wender/Zetter verzichtet werden, so daß hier der Investitionsmehrbedarf deutlich verringert wird.

Die Arbeitsleistung/Stunde beim Mähen ist bei den drei Verfahren praktisch gleich. Beim Zetten/Wenden läßt sich durch die Mähgutaufbereitung unabhängig von den Witterungsverhältnissen ein Wende-/Zettarbeitsgang einsparen. Dadurch verringert sich der **Gesamtarbeitsaufwand/ha** je nach Wetterbedingungen um 0,1 bis 0,5 Std./ha.

In Abhängigkeit von den Erntebedingungen verursacht die Mähgutaufbereitung 20-40 DM/ha höhere Verfahrenskosten als konventionelle Mähtechnik.

Bei mittleren Grenzproduktionskosten (0,30 bzw. 0,35 DM/10 MJ NEL je nach Witterungsbedingungen) und einem angenommenen Kraffutterpreis von 35 DM/dt besitzt das mit Aufbereitern gemähte Futter bei günstigen Erntebedingungen einen ca. 25-40 DM/ha und bei ungünstigem Erntewetter einen ca. 60-75 DM/ha höheren Wert als ohne Aufbereiter gemähtes Futter.

Höheres Witterungsrisiko führt zu einer Verlängerung der Feldliegezeit und als Folge davon zu höheren Verlusten und schlechterer Futterqualität, dadurch sind Aufbereitungssysteme in Regionen mit unsicherem Erntewetter relativ vorteilhafter.

Die höheren Verfahrenskosten bei der Mähgutaufbereitung können bei entsprechender Flächenausstattung durch die in Geld gemessenen positiven Effekte auf das beim Mähen aufbereitete Futter mehr als ausgeglichen werden.