

Bessere Futterkonserven durch Mäh-Intensivaufbereitung und Mattenformung?

Dipl.-Ing. agr. (FH) H. Wandel, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik

Der Stand der Technik bei der Mähaufbereitung wird durch den überwiegend quetschenden oder reibenden Aufschluß mit Hilfe von Walzenpaaren oder Rotoren bestimmt. Angestrebt wird eine gleichmäßigere Trocknung von Stengel und Blatt, die normal um mehrere Tage differiert. Erreicht wird das nachweislich nur bedingt bei den Stengeln der Leguminosen, nicht aber bei den Grashalmen.

Um ein Maximum des Trocknungsvermögens eines Erntetages ($\leq 0,4$ mm Niederschlag) nutzen zu können, müssen beim Mähgut auf schonende Weise entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Atmung und Verdunstungsschutz müssen ausgeschaltet werden, und vor allem Adhäsion und Dichte bzw. Wärmeübergang und Wärmeleitfähigkeit sind zu verbessern. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Mähaufbereitung zu intensivieren. Mäh-Intensivaufbereitung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die nachfolgend geschilderten Erfahrungen beruhen auf einem in den USA für Luzerne entwickelten und an der Universität Hohenheim für Wiesengras modifizierten Aufbereiter (Bild 1).

Aufschlußtechnik

Der zu den Versuchen eingesetzte Intensiv-Aufbereiter mit einer Arbeitsbreite von 0,4 m besteht aus einer Anzahl längsgeriffelter Walzen, die einen sehr engen und relativ langen Aufbereitungsspalt bilden. Die zentrale Walze hat gegenüber den im Halbrund angeordneten kleineren Walzen eine um 1,5 bis 2 m/s höhere Umfangsgeschwindigkeit. Der Abstand der Walzentypen kann für feine oder grobstengelige Güter, wie Luzerne und Rotklee, verändert werden. Mit einem 12 m langen Zuführband, mit dem der Aufbereiter beschickt wird, können die Fahrgeschwindigkeiten von 5 und 10 km/h simuliert werden. Die zugeführte Gutschicht entspricht der Arbeitsbreite von 1 m.

Bei den Versuchen waren mit 5 km/h und einem Grünmasseertrag von 1,6 kg/m² Grün-gutdurchsätze von 4,8 t/h · m Arbeitsbreite (A) üblich. Das entspricht einer Flächenleistung von 0,8 ha/m A, die noch annähernd verdoppelbar ist. Dabei ist ein Energiebedarf von durchschnittlich 11 kWh/t TM gemessen worden. Beurteilt am Aufschlußgrad (Wasserabgabefähigkeit in g/kg · h) und am Energiebedarf leistungsfähiger, konventio-

ner Aufbereiter (8 bis 19 kWh/t TM), ist dieser als niedrig einzustufen.

Zur unmittelbaren Formung des intensiv aufbereiteten Gutes zu Matten werden unter Zuhilfenahme von Folien als Transport- bzw. Fördermittel Walzenpressen eingesetzt. Um die Mattenablage vergleichbar beim Mähen zu untersuchen, wird eine mobile Presse verwendet. Entsprechend dem Mähertrag, z. B. 1,6 kg/m², und dem angestrebten Feldbedeckungsgrad von 70 bis 80 % wird aufbereitetes Gut auf einem Folienband verteilt, aufgewickelt und mit einem bestimmten Preßdruck zu einer 6 bis 8 mm dicken Matte geformt und endlos abgelegt.

Um bei Versuchsvarianten (unterschiedliche Mattendicken, veränderter Preßdruck, variierte Geschwindigkeit der Aufbereiterwalzen, Wenden der Matten usw.) eine ausreichende Anzahl von Wiederholungen zu ermöglichen, werden Mattenstücke von 1,0 m × 0,4 m geformt. Dazu dient eine stationäre, handbetriebene Walzenpresse. Kombiniert mit einer Druckmeßvorrichtung wird hier mit Drücken von 4 bis 6 kN/m Preßkantenlinie gearbeitet. Die Verdichtung darf gerade so hoch sein, daß noch kein Pflanzensaft abgepreßt wird.

Intensivaufbereitung

Beim Aufbereiten waren der Grad der Zerfaserung und die Verkürzung der Partikel, abhängig von der Weite des Aufbereitungsspalt, der Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitswerkzeuge und des Gutdurchsatzes, von Interesse. Der Grad der Zerfaserung bzw. Intensivaufbereitung ist noch undefiniert; einen möglichen Ansatz zeigt unter anderen Meßgrößen die elektrische Leitfähigkeit. Bisher wurde die Trocknungsleistung als Beurteilungsgröße benutzt. Sie ist gegenüber herkömmlicher Feldtrocknung um durchschnittlich 200 g/kg TM · h gesteigert. Die Intensivaufbereitung zum Zeitpunkt des Mähens, also von Frischgut, steht außer Zweifel, da der Widerstand frischer Zellen gegen den Aufschluß geringer ist als der von angewelktem Gut.

Mattenfeldtrocknung

Das Hauptinteresse der Untersuchung galt bislang der Feldtrocknung, abhängig von Aufschlußgrad und Mattendicke, Sonnenstrahlung und Luftzustand sowie Mattenformkraft. Auch die trockenungsbeschleunigende

Wirkung des Wendens auf die Matte ist untersucht worden. Halmgutfasermatten haben im Frischzustand eine Dichte von etwa 170 kg/m³. Das begünstigt den Wärmeübergang und die Wärmeleitung, die im Frischzustand des Gutes mindestens der von Wasser ($\lambda = 0,5$) entsprechen dürfte. Abhängig von der Witterung, erreicht die Halmgutmatte nach 3,5 bis 7 h eine Restfeuchte von 10 bis 20 % (Bilder 2 und 3). Gegenüber der herkömmlichen Anwelkung oder Vortrocknung ist die Verweilzeit auf dem Feld um 25 bis 30 h verkürzt.

Die nun erzielbare Eintagesfutterernte begünstigt die Nutzung auch einzelner Schönewettertage, die gegenüber zwei zusammenhängenden Erntetagen mit einer um 30 % höheren Wahrscheinlichkeit eintreten (50 %:20 %). Diese Tatsache setzt neue Maßstäbe gegenüber der bislang geforderten Schlagkraft beim Mähen, Heuwerben und Heubergen. Vor allem kann beim Mähen die bisher zum Zetten benötigte Zeit genutzt werden. Die Konservierung durch ausschließliche Feldtrocknung ist voraussichtlich am wirtschaftlichsten. Dazu wird am wenigsten Energie benötigt, und die meisten Nährstoffe bleiben erhalten. Trotzdem können Unterdachrocknung und Silierung von Bedeutung sein, z. B. um erntebedingte Maserverluste niedrig zu halten, vor allem bei nicht angepaßter Technik.

Unterdachrocknung

Beim Trocknen unter Dach lassen die veränderten Guteigenschaften, d. h. größere spezifische Oberfläche, geringere Sperrigkeit und veränderte Partikelgröße, eine höhere Lagerdichte mit geringerem Porenvolumen und damit zunächst geringere Trocknungsleistungen erwarten. Die hohe Wasserabgabefähigkeit führt aber dazu, daß die at- teentzugsrate – entsprechend der Trocknungsfähigkeit der Luft – bis unter 15 % der Restfeuchte im Gut nahezu konstant bleibt. Bei nicht intensiv aufbereitetem Gut verläuft die Trocknung unterhalb der Gutfeuchte von 50 % sehr langsam.

Die hohe Trocknungsleistung hat dazu ermutigt, auch Frischgut ohne Vortrocknung auf dem Feld durch Belüftung zu trocknen. Diese Verfahrensweise kommt der einer Vollernte gleich. Die Unterdachrocknung muß dann (witterungsunabhängig) mit Warmluft betrieben werden. Aufgrund der hohen Trocknungsleistung kann Gut mit TM = 35...40 % – vergleichbar der Silierung – statt normal mit TM = 55...70 % eingelagert werden.

Silierung

Die Silierung intensiv aufbereiteten Gutes ist durch einen spontanen Gärverlauf gekennzeichnet. Die größere Partikeloberfläche dürfte hinsichtlich der biologisch-chemischen Vorgänge besonders wirksam sein. Auch die geringere Biegesteifigkeit der Halme, von Hand gut fühlbar, dürfte die Dichtlagerung als eine wichtige Bedingung

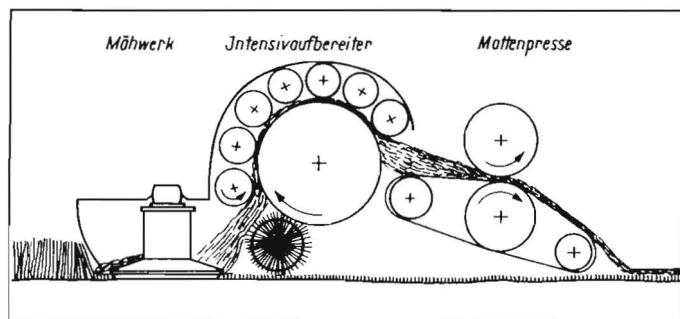


Bild 1
Prinzip des Mähaufbereiters

des Silier Erfolgs positiv beeinflussen. Für die Anwelkung auf den optimalen Silierfeuchtegehalt von 75 bis 60 % werden nur 1 bis 2 h benötigt. Dadurch kann der Tag des Mähens zeitgleich für die Silobefüllung genutzt werden. In diesem Fall ist eine hohe Schlagkraft beim Mähen (mehr als 2 ha/h) zu fordern. Der positive Einfluß der Intensivaufbereitung auf die Silierung ist bei den Versuchen in den USA [1] und in Hohenheim in der sehr raschen pH-Wert-Absenkung und im hohen Milchsäuregehalt erkennbar. Dadurch bleiben Stoffumsatz und Nährwertverluste, vor allem auch bedingt durch die hohe Stabilität der Silage, gering.

Futterqualität

Die bestmögliche Erhaltung der im Grünfütter produzierten Nährwerte ist nach [2] eine immer noch nicht optimal gelöste Aufgabe der Produktionstechnik. Gegenüber dem Frischfütter ist der Nährwert in der Konserve z. B. von 6,00 auf 5,40 MJ NEL¹/kg TS gesenkt.

Der Beitrag der Mäh-Intensivaufbereitung zur Futterqualität besteht in der Verkürzung des Konservierungsprozesses Trocknung und in der sicheren Silierung. Entsprechend ist der Erhalt der Gutqualität nach Menge und Nährwert gewährleistet. Die Mattentrocknung unterscheidet sich verfahrensspezifisch von anderen Konservierungsverfahren:

Atmungsverluste

Atmungsverluste betragen nach [3] in gemähtem Gut je 10 K Temperaturanstieg 0,1 %/h (20 K \cong 0,2 %/h Verluste). Atmung erfolgt bis zu einem Trockenmassegehalt von 40 %. Dieser Wert ist nach 1 bis 2 h erreicht, so daß die Atmungsverluste vernachlässigbar klein sind. Dies bestätigten Nährstoffanalysen. Danach entspricht die

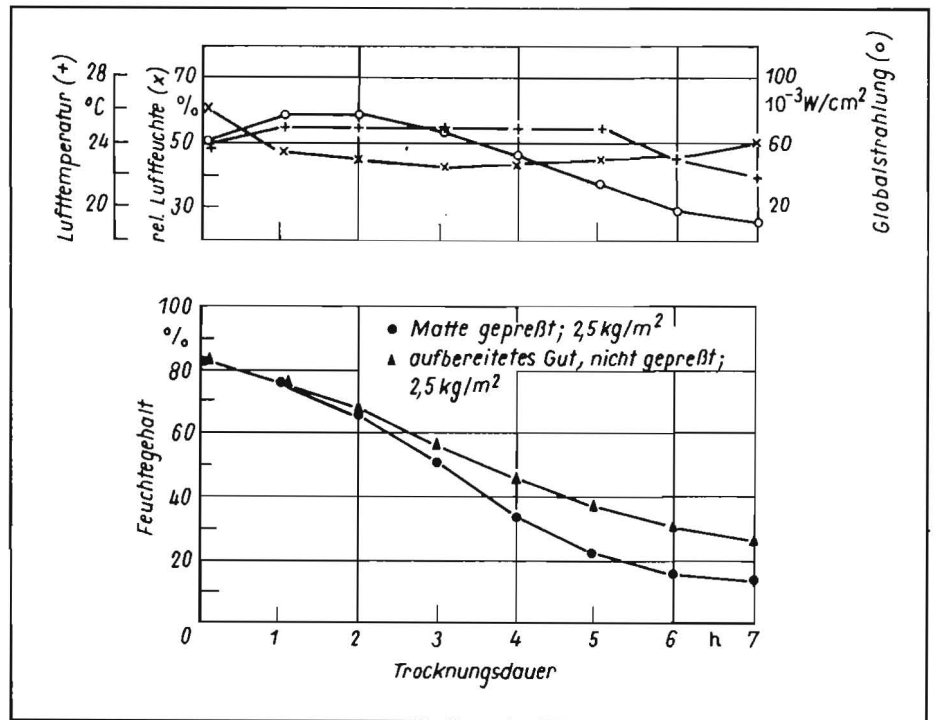


Bild 2. Trocknungsverlauf von intensiv aufbereiteter Luzerne in Abhängigkeit von der Formgebung (Mattentempresung)

Trockenkonserve im Nährwert dem Ausgangsmaterial.

Massenverluste

Vermindern können sich die üblichen Verluste an Blatteilen mit hohem Proteingehalt in der Feldphase. Auch sind geringere Sickersaftmengen mit löslichen Nährstoffen (Stickstoffverbindungen) durch optimale Silierfeuchte zu erwarten. Aufgrund des termingerechten Schnittes ist eine höhere Flächenproduktivität gegenüber Bodenheuerwerbung und Naßsilage um 20 bis 30 % zu erwarten. Gegenüber den verlustsparenden Technologien Belüftungstrocknung und Anwelksilage kann die Verlustminderung um bis zu 15 % betragen.

Akzeptanz und Verdaulichkeit

Das Risiko einer Akzeptanz- und Verdaulichkeitsminderung ist sehr gering. Nach eigenen, jedoch noch nicht gesicherten Versuchen ist die Akzeptanz uneingeschränkt gegeben. Nach Versuchen in den USA steigt sie um 1 bis 2 % bei Luzerne. Die sonst unvermeidbare Minderung der Verdaulichkeit zwischen Grün-

fütter und Konserve in der Größenordnung von 2 bis 5 % des Verdauungskoeffizienten werden nach [2] vermeidbar. In-vitro-Versuche mit Luzerne hatten gegenüber dem Ausgangsmaterial ein um 2 % und gegenüber der herkömmlich gewonnenen Luzerne eine um 6 % höhere Verdaulichkeit des verdaulichen Rohproteins erbracht.

Ausblick

Sowohl aus biologisch-technischer als auch aus ökonomischer Sicht stellt die Mäh-Intensivaufbereitung mit Mattentrocknung ein günstiges Verfahren dar, mit dem sehr protein- und nährstoffreiches Grünfütter schonend und mit geringsten Verlusten konserviert werden könnte. Voraussetzung sind ähnliche Erfolge unter Praxisbedingungen. Um die Kosten der Milchviehfütterung nachhaltig senken zu können, ist diese Art der Konservierung, vor allem von Trockengrün mit hoher Energiedichte, ein erstrebenswertes Ziel.

1) Bei der Futterbewertung richtet man sich i. allg. nach den Kosten je kg-Stärkeeinheit (kStE). Speziell in der Milchvieh- und Jungtierfütterung wird als Bewertungsmaßstab die Netto-Energie-Laktation (NEL) zugrunde gelegt. Es ist daher erforderlich, für die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Futtermittel sowohl die Kosten je kg-Stärkeeinheit als auch die Netto-Energie-Laktation zu ermitteln. Die Bewertung der Futtermittel kann somit produktionspezifischer als bisher vorgenommen werden. Der Unterschied zwischen kStE und NEL besteht darin, daß der Energiegehalt der Futtermittel beim Stärkekert-System aus dem Fettansatzvermögen, beim Netto-Energie-Laktations-System aus der erzielbaren Menge an Milchenergie abgeleitet wird.

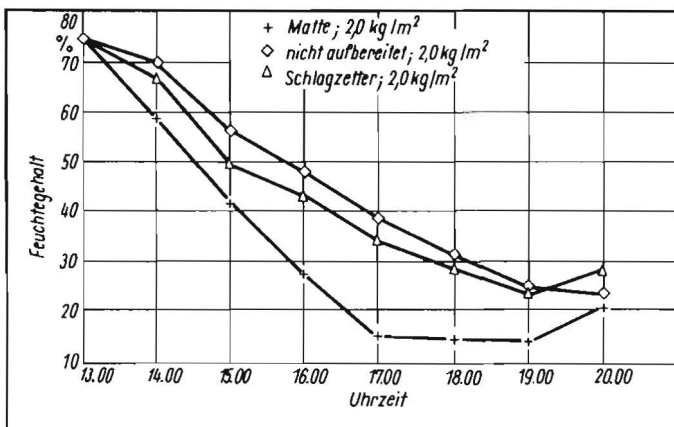


Bild 3. Trocknungsverlauf von Gras bei unterschiedlicher Bearbeitung

Literatur

- [1] Muck, R. E.; Koegel, R. G.; Shinnors, K. J.; Straub, R. J.: Ensilability of mat processed alfalfa. In: Proceedings of the 11 th International Conference on Agricultural Engineering, Dublin, Ireland, Vol. 3 (1989) S. 2055-2061.
- [2] Zimmer, E.: Grünfütter-Konservierung. DLG-Experten-Gespräch, Göttingen, Oktober 1973.
- [3] Honig, H.: Feldverluste bei der Futterkonservierung. In: Heu und Silage von der Ernte bis zur Krippe. KTBL-Schrift 247, Münster (1982) S. 39-44.