

## Verlustquellen der Heißlufttrocknung

Als Konservierungsmethode für Grünfuttermasse kennen wir neben der Gärfutterbereitung die Trocknung durch Einwirken von Wind und Luft. Entsprechend dem unterschiedlichen Entwicklungszustand von Grünfutter und in Abhängigkeit von der Art des Trocknungsverfahrens werden dabei ganz verschiedenartige Produkte gewonnen. Wir unterscheiden einmal die natürliche Trocknung durch Sonneneinwirkung und Wind von Wiesengras, Ackergrünfutter und Grummet im Zustand höchsten Masseertrages, wobei in jedem Falle ein mehr oder weniger gutes Heu als Rohfutter erhalten wird. Als gegensätzlich kennen wir zum anderen die Einwirkung von Heißluft bis zu 200 °C, über Trockenroste geführt, auf junges, eiweißreiches, aber rohfasernarmes Grünfutter aller Art, wodurch als Produkt kein Rohfutter, sondern ein wirtschafts eigenes Kraftfutter entsteht. Man spricht dann von Trockengrünfutter oder fein gemahlen von Grünmehl.

Der Unterschied im Nährstoffgehalt dieser verschiedenartigen Futterstoffe aus gleichem Ausgangsmaterial wird deutlich, wenn wir die unterschiedlichen Erntetermine des Ausgangsprodukts von gleicher Parzelle betrachten:

**Tabelle 1.** Nährstoffgehalt von Wiesengras bei unterschiedlichen Erntezeiten

	Grünfutter- mahd 15. Mai [%]	Heumahd 9. Juni [%]	Überständig 26. Juni [%]
Rohprotein . . . . .	16,1	9,5	7,2
Rohfaser . . . . .	21,0	29,6	32,4
Amide . . . . .	5,6	1,5	0,5
Mineralstoffe . . . . .	7,7	6,8	6,2

Zwischen dem Zeitpunkt der Ernte zur Gewinnung von Trockengrünfutter und der Heumahd ist eine erhebliche Minderung der wertbestimmenden Nährstoffe zu erkennen. Diese hohe Nährstoffmenge des Grünfutters muß deshalb durch Heißlufttrocknung möglichst unverändert in die Form des Trockengrünfutters überführt werden. Aber nicht allein die Nährstoffmenge spielt beim Trockengrünfutter eine Rolle, auch die Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen gewinnt bei der heutigen Gestaltung der Fütterung eine immer stärkere Bedeutung. In jungem Zustand geworben ist es nicht nur ein wertvoller Eiweißträger, dessen Rohfaser noch wenig ausgebildet ist, sondern es ist darüber hinaus für die Gesunderhaltung unserer Viehbestände von eminenter Bedeutung, weil durch die Heißlufttrocknung der Vitamingehalt des jungen Grünfutters, besonders an Karotin, weitgehend erhalten bleibt. Außerdem enthält das Trockengrünfutter einen sehr hohen Prozentsatz an Mineralstoffen. Diese letzten beiden Faktoren schaffen gemeinsam mit dem hohen Eiweißgehalt in unserer Futtermittelwirtschaft die Voraussetzungen, auch während der gesamten Winterstallfütterung in erster Linie die Hochleistungstiere bei Dauerleistung und Gesundheit zu erhalten.

### Heißlufttrocknung erhält die Substanz und Güte

Suchen wir nun nach den Verlustquellen, die bei der Heißlufttrocknung eine Nähr-, Wirk- und Mineralstoffminderung herbeiführen können, so müssen wir als Vergleichsbasis die natürliche Trocknung (Bodentrocknung) heranziehen. Bei dieser Vergleichsgrundlage ist dann festzustellen, daß durch die Heißlufttrocknung im großen ganzen ein Substanzerhalt zu verzeichnen ist. Im Augenblick des Aufbringens von Trockengut auf den Trockner tritt eine sofortige Unterbrechung der Pflanzenatmung und damit ein Stillstand des Kohlenhydratabbaues und des Eiweißzerfalls ein. Alle Witterungseinflüsse mit ihrem Nährstoffabbau sind ausgeschaltet. Da die Grünmasse nur leicht angewelkt (Trockensubstanzgehalt  $\approx$  65 bis 70%) vom Felde gefahren wird, können keinerlei Bröckelverluste an zar-

ten Blättchen auftreten. Geringe Verluste sind durch ein Zerreiben von Substanz auf dem Trockner und durch Staubbildung auf dem Wege vom Trockner zum Lager festzustellen. Wird das Gut genügend durchgetrocknet und anschließend richtig gelagert, dann bleibt die mit Nährstoffabbau verbundene Nachgärung im Futterstock aus. Bei sorgfältiger Trocknungsführung ist eine Zerstörungsarbeit von Kleinlebewesen nicht gegeben. Zusammenfassend können wir sagen, daß die Heißlufttrocknung einen weitgehenden Erhalt von Substanz, Nährstoffgehalt und Güte des Grünfutters ermöglicht.

Besondere Beachtung und Sorgfalt verdient allein der Trocknungsprozeß selbst, weil durch eine unsachgemäße, nicht der Struktur und dem Trockensubstanzgehalt des Grüngutes Rechnung tragende Temperaturführung die Qualität des Rohproteins angegriffen und verändert wird. Bei starker Eigenheizung des lagernden Grünfutters vor dem Trocknen und bei einer Überhitzung ist mit einer erheblichen Minderung der Verdaulichkeit des Proteins zu rechnen. Allein schon von dem Gesichtspunkte der Erhaltung der Nährstoffe unserer grünen Futterstoffe gesehen, rechtfertigt sich der hohe Aufwand für eine Trocknungsanlage. Wir erkennen die Wichtigkeit der Heißlufttrocknung für die Erhaltung der Nährstoffe, wenn wir diese mit anderen Methoden der Konservierung vergleichen und uns dabei die meßbaren Verluste vor Augen führen (Tabelle 2).

**Tabelle 2.** Aus 100 kg Frischgras werden gewonnen (nach KÖNEKAMP)

Konservierungsmethode	Masse [kg]	Verdau- Roh- protein [kg]	Rohfaser [kg]	Stärke- wert
Bodentrocknung . . . . .	16,0	0,64	4,35	4,99
Gerüsttrocknung . . . . .	19,5	1,11	4,97	6,50
Silierung im Behelfssilo . . . . .	90,0	1,71	4,24	8,64
Im Massivsilo . . . . .	96,0	1,92	4,32	10,17
Heißlufttrocknung . . . . .	21,0	2,94	4,20	11,35
In 100 kg jungem, frischem Gras sind enthalten . . . . .	—	3,10	4,30	12,00

Danach ist die Heißlufttrocknung die Konservierungsmethode, die die Nährstoffe am geringsten mindert. Im Vergleich mit der Bodentrocknung werden aus der gleichen Menge Ausgangsmaterial durch künstliche Trocknung 5 kg mehr Masse mit fast dem fünffachen Gehalt an verdaulichem Rohprotein und dem 2,4fachen Futterwert gewonnen. Es wird damit nicht nur von der gleichen Fläche die Erntemenge gesteigert, sondern ihre Qualität von einem Füll- und Sättigungsfutter in die höhere Form des Leistungsfutters gehoben.

Auch für die Erhaltung der Wirkstoffe ist die Heißlufttrocknung von unschätzbarem Wert. Welche wesentlichen Veränderungen der Karotin- und Mineralstoffgehalt durch unterschiedliche Haltbarmachung erfährt sowie welche Gesamtverluste an Masse und Rohprotein vergleichsweise dabei auftreten, soll Tabelle 3 verdeutlichen.

**Tabelle 3.** Vergleich der Konservierungsverfahren (nach KÖNEKAMP)

Konservierungs- verfahren	Mittlere Verluste in % an		Mittlerer Gehalt in 1 kg Futter an		Kosten je kg gewon- nenes Eiweiß [DM]
	Trok- ken- sub- stanz	Roh- protein	Vitamina A (Karotin) [mg]	Mineral- stoffen [g]	
Bodentrocknung	35	30	0 . . . 10	10 . . . 30	0,91
Gerüsttrocknung	20	15	3 . . . 40	20 . . . 50	0,40
Silierung in Behelfsbehältern	25	30	10 . . . 60	1 . . . 10	0,19
Silierung in Massivsbehältern	10	20	20 . . . 80	5 . . . 20	0,19
Trocknung mit Heißluft	3	5	100 . . . 250	80 . . . 120	3,11

Nachdem so der weitgehende Erhalt an Nährstoffen, Wirk- und Mineralstoffen durch die Heißlufttrocknung dargelegt wurde, wäre zu prüfen, inwieweit durch die Erhitzung des frischen Grünfutters die Qualität des Rohproteins, d. h. seine Verdaulichkeit, verändert wird. Bekanntlich ist das Eiweiß thermolabil und wechselt seine Struktur, sobald es in der Pflanzenzelle einer höheren Wärme als 65 °C ausgesetzt wird. Damit wird die Qualität des Rohproteins abhängig von der Sorgfalt der Trocknung. Wir müssen daher in der Temperaturführung eine wesentliche Verlustquelle für die Heißlufttrocknung sehen. Es ist dabei ganz gleichgültig, welches System der künstlichen Trocknung gewählt wird. Die größeren Erfahrungen, für das jeweilige Frischgut die geeignete Eingangstemperatur zu finden, erfordern die pneumatischen und die Trommel-trockner, Darren, Schubwende- und Schrägstroßtrockner geben dagegen eher die Möglichkeit, durch eine Kontrolle des Trocknungsvorgangs, d. h. Prüfung des trocknenden Gutes mittels Auge und Hand, regulierend auf die Trocknungstemperatur einwirken zu können. Im allgemeinen liegt die Gesamtverdaulichkeit des Trockengrünfutters beachtlich hoch. Im Umlauf-trockner getrockneter Wickroggen z. B. zeigte im Tier-versuch eine Verdaulichkeit des Rohproteins von 81%, während das Frischgut eine solche von 87% erbrachte. Der Verlust ging in erster Linie auf Kosten leichtflüchtiger Stickstoffverbindungen (Amide), die sowieso vom Wiederkäuer nur zu 50% verwertet werden können. Bei schlechter Bedienung ließ die Trocknung im Umlauf-trockner gegenüber dem Frischgut ein Absinken der Proteinverdaulichkeit von 78% auf 51% erkennen. Auf einer Darre getrocknetes Wrukenblatt erreichte eine 8prozentige Minderung der Verdaulichkeit gegenüber dem Frischblatt, indem das getrocknete Blatt nur eine Verdaulichkeit von 69% aufwies. Verschiedene Autoren vertreten die Meinung, daß bei der Heißlufttrocknung 5 bis 10% des verdaulichen Rohproteins in Verlust geraten können, ohne daß dadurch der Nutzen dieses Trocknungsverfahrens irgendwie in Frage gestellt wird. Andere Untersuchungen lassen erkennen, daß bei grüner Luzerne nach der Trocknung neben einem Verlust von 10% verdaulichem Rohprotein und von 15% Stärkewert auch eine Minderung der biologischen Wertigkeit des Eiweißes eingetreten war. Dabei ist jedoch nicht geklärt, inwieweit die Verdaulichkeitsveränderung des Rohproteins in Zusammenhang gebracht werden kann mit der Bauart des Trockners. RICHTER und BECKER stehen deshalb auf dem Standpunkt, daß eine Verdaulichkeitsminderung des Rohproteins beim Trockengrünfutter unabhängig vom System der Heißlufttrocknung ist, aber beeinflusst wird von einer falschen Regelung der Temperatur während des Trocknungsprozesses.

Erfolgt dabei eine zu große Erhitzung und wird damit ein Versengen bzw. Verbrennen von Einzelteilen bewirkt, so wird ohne Zweifel die Verdaulichkeit des Rohproteins vermindert. Im Jahre 1953 stellte SPRENGER bei Vergleichsversuchen über die Eignung verschiedener Trocknertypen für die pneumatische Trocknung eine Abnahme der Verdaulichkeit von 1 bis 2% fest und fand ungefähr die gleichen Werte für eine Band-trocknung. Auch er zieht aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß für die Trocknung mit erhitzter Luft ganz gleich welcher Bauart nur die gewissenhafte Kontrolle der Eingangstemperatur maßgebend ist und die Güte des Trockengutes weitgehend davon abhängt.

Untersuchungen der Forschungsstation Hoorn (Holland) vermitteln den Eindruck, als seien zwischen pneumatischer Trocknung und den übrigen Trocknungsarten mit Heißluft keine Unterschiede. Maßgebend ist dabei einzig und allein die Sorgfalt, mit der die Bedienung der Heißluftzufuhr vorgenommen wird. Mangelt es an einer exakten, sparsamen Bedienung des Trockners, dann muß in jedem Falle eine starke Herabsetzung der Rohproteinverdaulichkeit befürchtet werden. SCHOCH stellte bei seinen Untersuchungen über die Verdaulichkeit von Trockengrünfutter auf 12 Trocknungsanlagen der verschiedensten Systeme in der Schweiz fest, daß das Trockengut gegenüber dem Frischgut von gleicher Fläche eine leichte Abnahme des Rohproteingehaltes aufwies. Ebenso lag die Ge-

samtverdaulichkeit im Vergleich mit dem grünen Material etwas niedriger. Im einzelnen setzten sowohl Trommeltrockner wie Bandtrockner die Verdaulichkeit sichtbar herab. Wurde beim Schubwender eine zu hohe Trocknungstemperatur angewendet, so minderte sich die Rohproteinverdaulichkeit. Zusammenfassend macht auch SCHOCH die Handhabung der Trocknungsanlagen für die Verdaulichkeitsveränderungen, verantwortlich. Bei sehr guter und guter Durchführung der Heißlufttrocknung gingen unabhängig vom System 8 bis 10% des verdaulichen Rohproteins gegenüber dem des Frischgutes verloren. Bei schlechter, unsachgemäßer Trocknung stiegen diese Verluste bis auf 21%. SCHOCH kommt zu dem Schluß, daß bei der Heißlufttrocknung aller Systeme den Wechselbeziehungen zwischen Temperaturhöhe, Wärmeverteilung und Trocknungsdauer die entscheidendste Rolle zukommt.

In gleicher Weise abhängig von sachgemäßer Temperaturführung – hierbei können direkt Parallelen zum Rohprotein gezogen werden – ist die Höhe des Karotingehaltes im Trocken-grünfutter. Auch das Provitamin A ist thermolabil und ver-trägt keine großen Hitzegrade innerhalb des zu trocknenden Grüngutes. Da aber eine Bewertung der Güte eines Trocken-grünfutters nach seinem Gehalt an Karotin erfolgt, ist dessen Erhalt in erster Linie sicherzustellen. Wie aus den Arbeiten von BRÜGGEMANN und Mitarbeitern hervorgeht, sind zu hohe Eingangstemperaturen sowie die Wärmeverteilung in den einzelnen Trocknungszonen für einen Verlust an Karotin verantwortlich zu machen (Bild 1).

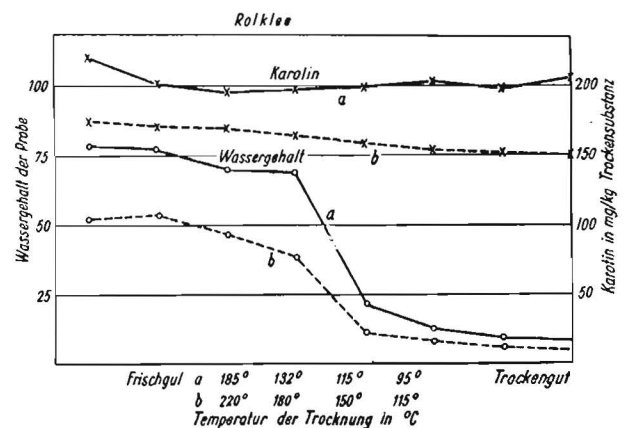


Bild 1. (Erläuterung im Text)

Für die auf 50% Wassergehalt vorgewelkte Rotkleeprobe b ist die Eingangstemperatur von 220 °C und die Temperatur in den Zonen II und III zu hoch, weil die dazu notwendige Feuchtigkeit gar nicht gegeben ist. Es kommt aus diesem Grunde zu Schädigungen am Karotin, dessen Gehalt von ursprünglich 175 mg/kg auf 150 mg/kg sinkt. Anders bei der Probe a, die bei höherer Feuchtigkeit nur eine Eingangstemperatur von 185°C hat und demzufolge auch für die Zonen II und III niedrigere Wärmegrade aufweist. Hier schwankt der Karotinhalt bei allen Untersuchungen um den Wert 200 mg/kg.

### Zusammenfassung

Um bei der Heißlufttrocknung Verluste an Menge und Güte von Rohprotein und Karotin zu vermeiden, sind die Anfangstemperaturen des Trocknungsprozesse genau dem Wassergehalt des Grüngutes anzupassen und die Heißluftzufuhren in den folgenden Zonen so einzustellen, daß das Futterpolster auf dem Trockenrost in sich keine Erwärmung über 65 °C hinaus erfährt. Beobachtungen des Gutes auf dem Trockner und ständige Regulierung der Frischluftzufuhr sind dazu ein unbedingtes Erfordernis. Ein erfahrener Trockenmeister hat die richtige Einstellung der Temperatur entsprechend dem Grüngut im Gefühl, so daß es für ihn keine Verlustquellen bei der Heißlufttrocknung mehr gibt.

A 3471