

2.1 Allgemeine Grundsätze der Silierung

Die Berechnung der Walzgewichte richtet sich nach der Bergeleistung. Es gilt die Faustregel: Bergeleistung in Tonne Frischmasse je Stunde geteilt durch den Faktor 4 entspricht dem notwendigen Walzgewicht beim Einsatz des Feldhäckslers. So erfordern 50 t/h Bergeleistung mindestens 12,5 t Walzgewicht. Beim Ladewageneinsatz gilt der Faktor 3.

Weiterhin wird empfohlen, die Anzahl der Walzfahrzeuge nach der Ernteleistung auszurichten:

Grassilage: 1 Walzfahrzeug bei 15 - 20 t TM/h Ernteleistung
Maissilage: 1 Walzfahrzeug bei 20 - 25 t TM/h Ernteleistung
Fahrsiloanlagen mit festen Silowänden bieten im Vergleich zu Freigärhaufen Vorteile. Zum einen erlauben sie eine bessere Verdichtung, zum anderen besitzen sie eine geringere Silooberfläche und somit weniger Problemzonen. Die Verdichtung der Randbereiche ist in Silos mit schräg stehenden Wänden (sog. Traunsteinersilos) problemlos durchzuführen.

Realisierung der Verdichtung im Rund- bzw. Quaderballen

Beim Ballensilivverfahren kommen Quader- bzw. Rundballenpressen für unterschiedliche Ballengrößen zum Einsatz. Schneidwerke an den Pressen erhöhen die Verdichtbarkeit des Siliergutes und sind daher zu empfehlen. Quaderballenpressen verdichten höher als Rundballenpressen und sind daher für Qualitätssilagen vorzuziehen. Für die Bereitung von Anwelksilage mit einem Trockenmassegehalt von 35 - 45 % ist eine Dichte

von 220 kg TM/m³ gewünscht. Dieser Zielwert wurde in Untersuchungen mit Trockenmassegehalten von 35 - 50 % bei Quaderballen erreicht. Rundballen ergaben hingegen Dichten von 150 - 170 kg TM/m³. Auch bei einer äußeren Luftabschlussgüte von 6 und 8 Folienlagen wurde bei einigen Versuchen bzw. Ausgangsmaterialien kein ausreichender Luftabschluss in den Silagen erreicht.

Realisierung der Verdichtung im Folienschlauch

Beim Einsatz der Schlauchtechnologie wird Erntegut in einem Folienschlauch (größer als 200 µm Nenndicke, abhängig vom Schlauchdurchmesser) gelagert. Charakteristisch ist der Verzicht

auf bauliche Maßnahmen und eine vergleichsweise kleine Anschnittfläche, die einen hohen Vorschub ermöglicht.

Abb. 2.4: Einlagerung und Verdichtung mit einer Folienschlauchpresse

Beim Einsatz der Schlauchpresse wird das Erntegut mit einem konstanten Massenfluss über Presswerkzeuge (Rotor, Schnecke) in einen Folienschlauch gefördert, der auf festem Untergrund liegen soll (Tab. 2.7). Mit zunehmender Masse nimmt auch der Druck im Schlauch zu. Dadurch wird eine Kraft erzeugt, die die Schlauchpresse nach vorne schiebt. Diese Kraft wird vom regulierbaren Bremssystem der Schlauch-



presse aufgenommen und reguliert so den Druck innerhalb des Schlauches.

Tabelle 2.7: Füllmengen im Siloschlauch in Abhängigkeit vom Schlauchdurchmesser und Siliergut

Schlauch- durchmesser (m)	Füllmengen (Tonnen pro laufenden Meter)		
	Anweklsilage, Maissilage 30 % TM	Zuckerrüben- Pressschnitzel 22 % TM	Feuchtmais gequetscht 70 % TM
1,65	1,4	1,5	1,6
1,95	1,7	1,8	1,9
2,40	3,3	3,5	4,3
2,70	3,8	4,1	4,9
3,00	4,6	5,0	6,0

Die Druckregulierung erfolgt über ein Manometer. Der Pressdruck wird über die Beobachtung der Foliendehnung an bestimmten Messpunkten (Dehnung der Folie um 10 - 15 %) kontrolliert. Je nach Futterart, Trockenmassegehalt und Untergrund ergibt sich nach Dehnungsmessung ein bestimmter (technischer) Druck, der eingestellt wird (zwischen 20 und 120 bar), um die Maschine anzubremsen und damit indirekt den Pressdruck zu erzeugen.

Der Bremsdruck muss zum Beispiel verringert werden, wenn die Maschine auf nassem Untergrund läuft (der durch diesen Widerstand den Pressdruck automatisch erhöhen würde). Die Durchsatzleistungen dieser Maschinen sind abhängig vom Schlauchdurchmesser und werden vom Hersteller je nach Siliergut mit 25 - 70 t/h (2,40 m Schlauchdurchmesser) bis zu 150 - 300 t/h (3,60 m Schlauchdurchmesser) angegeben.

Methoden zur Überprüfung der Verdichtung im Silo

Zur Dichtekontrolle können Dichtemessungen nach Abschluss der Silierung entweder mit einem Siloblockschneider oder mit einem Probenbohrer durchgeführt werden.

Siloblockschneider

An bereits geöffneten Mais- oder Grassilagemieten kann mit Hilfe eines Siloblockschneiders die Bestimmung der Dichte erfolgen. Aus dem Silo wird in einer definierten Silozone (Rand bzw. Mitte) ein Futterblock mit einem Blockschneider entnommen, vermessen und auf einer Fahrzeugwaage mittels Differenzwiegung verwogen. Dabei muss beachtet werden, dass der Blockschneider gleichmäßig befüllt ist

und der Block eine glatte Anschnittfläche hat, damit die zur Berechnung des Volumens benötigten Größen (Länge - Breite - Höhe) exakt bestimmt werden können. Zusätzlich ist der Trockenmassegehalt der Silage zu bestimmen, so dass das Raumgewicht in $\text{kg TM}/\text{m}^3$ berechnet werden kann. Aus der Dichte lässt sich die Qualität der Walzarbeit beurteilen.

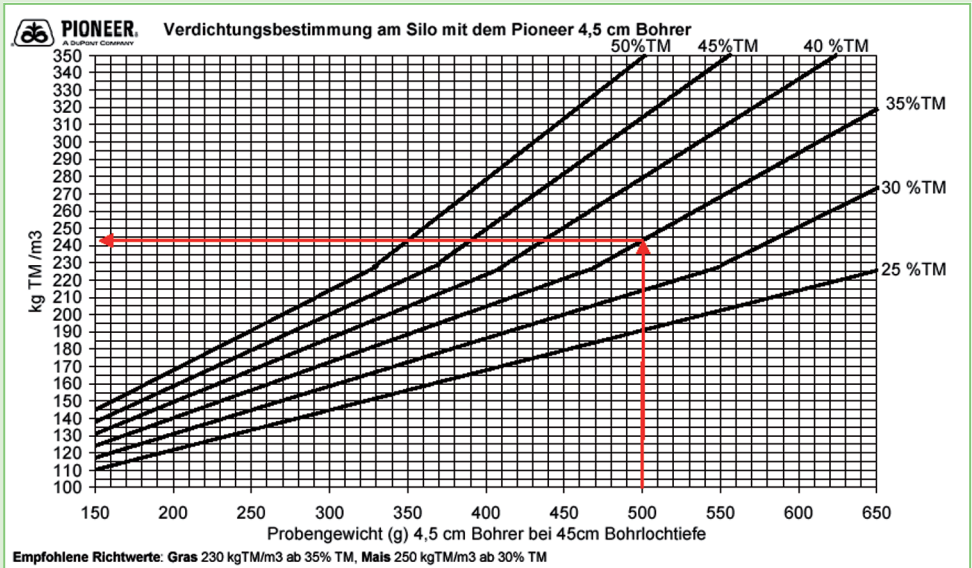
Anschnittflächen-Probenbohrer

Eine einfache Praxismethode, um die Verdichtung von Silagen über eine horizontale Bohrung einzuschätzen, ist der Einsatz eines Anschnittflächen-Probenbohrers. Dabei wird mit einem speziellen Probenbohrer ein definierter Bohrkern aus der Silage entnommen. Das Volumen des entnommenen Bohrkerns wird mit Hilfe der Bohrlochtiefe (Messung mit Zollstock) und des Durchmessers (= Schnittkante des Bohrers) berechnet. Anschließend kann das Raumgewicht ($\text{kg FM}/\text{m}^3$) mit Hilfe des Volumens und des Gewichtes ermittelt werden. Über die

Trockenmassebestimmung der Silage (Handmethode nach Sinnenschlüssel, Schnelltrockner, Mikrowelle oder Trockenschrank) erfolgt die Umrechnung der Verdichtung in $\text{kg TM}/\text{m}^3$.

Für eine schnelle Einschätzung der Verdichtung kann auch am Silo folgende Abb. 2.5 verwendet werden. Wenn konstant 45 cm tief gebohrt wird und die Trockenmasse der Silage entweder bekannt ist, zum Beispiel durch eine bereits vorliegende Analyse, oder geschätzt wird, kann die Verdichtung direkt abgelesen werden.

Abb. 2.5: Ermittlung der Silodichte bei bekanntem Trockenmassegehalt. Bei einem Probengewicht von 500 g und einem Trockenmassegehalt von 35 % beträgt in diesem Beispiel die Verdichtung über 240 kg TM/m³ (KLEINMANS et al., 2005).



Ähnlich wie bei der Untersuchung mittels Blockschneidermethode, ist auch bei der Bestimmung der Verdichtung mit dem Probenbohrer im Praxissilo zu berücksichtigen, dass der **Ort der Probennahme** einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Im Silokern können in der Regel höhere Werte erwartet werden als im Randbereich. Es empfiehlt sich daher, das Silo repräsentativ sowohl im Kern als auch im Randbereich zu beproben.

Die Ergebnisse der Dichteuntersuchungen geben Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten in der Ver-

dichtungstechnik. Bei idealer Silogeometrie und optimaler Verdichtungstechnik sollten die Unterschiede zwischen Kern- und Randbereich relativ gering ausfallen. Ein Vergleich mit der Blockschneidermethode ergab, dass in weniger gut verdichteten Silagen der Probenbohrer die Verdichtung unterschätzt, da dort die Silage durch den Bohrer teilweise verdrängt wird und der entnommene Bohrkern nicht repräsentativ ist. Dieser Schätzfehler wird durch eine Formel ausgeglichen. Durch die Umrechnung der Werte wird eine Dichtebestimmung möglich, die