

# Silierzitabhängige Festigkeit von Pflanzenteilen

Dipl.-Ing. E. Scherping/Dipl.-Ing. B. Oberbarnscheidt

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Aufgabenstellung

Einen großen Anteil an der Futtermittellieferung in Rinderproduktionsanlagen haben Silagen. Bei der Bereitstellung des Futters ist das Entnehmen der Silage eine wichtige Teilfunktion. Für wissenschaftliche Untersuchungen zur optimalen Gestaltung der Entnahmewerkzeuge waren Versuche zum stetigen Abtrennen von Grasisilagen in einem Experimental-Hochsilo vorgesehen. In einer Vegetationsperiode sollten mehrere Silofüllungen für die Untersuchungen bereitstehen. Dabei lagen die geplanten Silierziten zwischen 4 und 13 Wochen. Für die Versuchsplanung war es wichtig zu wissen, ob und wie sich die mechanischen Eigenschaften der Halme während des Silierprozesses zeitlich verändern. Dieser Zusammenhang soll durch Zerreiß- und Schnittversuche an Einzelhalmen überprüft werden. Das Ermitteln der Ursachen etwaiger Veränderungen war nicht Gegenstand der Untersuchungen.

## 2. Methode

Das benutzte Welke, sortenreine, unter gleichen Standortbedingungen gewachsene Versuchsgut bestand aus Welschem Weidelgras und aus Knaulgras, das zur Absicherung der Versuche (Bild 1) von der Zentralstelle für Sortenwesen Nossen, Außenstelle Dreetz, bereitgestellt wurde. Die Gräser silierten bei einer konstanten Trockenmassedichte von  $300 \text{ kg/m}^3$  in annähernd hermetisch abgeschlossenen Stahlbehältern.

Die in Form, Abmessung und Aufbau ähnlichen Pflanzenteile (Blatt und Stengel) wurden bei den Versuchen getrennt betrachtet. Von den 100 mm langen Pflanzenteilen wurde vor dem Belasten die Frischmasse bestimmt.

Das Zerreißen der Halme mit dem Festigkeitsprüfer FDT 40 erfolgte im Meßbereich von 0 bis  $98,1 \text{ N}$  bei einer für alle Versuche konstanten Zerreißgeschwindigkeit von  $0,04 \text{ m/min}$ . Die Schnittenergie konnte mit einem in Anlehnung an den Standard TGL 24657/03 entwickelten Pendelschlagwerk für zwei extrem unterschiedlich scharfe Schneiden ermittelt werden. Die  $2 \text{ mm}$  dicke, stumpfe Schneide aus Stahlblech und die aus einer Rasierklinge bestehende scharfe Schneide waren auswechselbar am Pendel befestigt. Den maximalen Ausschlag des Pendels während des Schnittes zeigte ein Schleppzeiger auf einer Winkelskala an. Das Trocknen und das Wägen der zerrissenen oder geschnittenen Pflanzenteile beschloß die Versuchsdurchführung.

Acht Versuchsreihen unterschieden sich in der Silierdauer. Die Abstufung zwischen 0 und 100 Siliertagen erfolgte nach einer geometrischen Reihe. Eine Probe eines Versuchs bestand aus dreißig Pflanzenteilen. Die Anzahl genügte der vorgegebenen statischen Sicherheit des Mittelwerts von 95% sowie einem Konfidenzintervall von 10%. Sie wurde durch Vorversuche ermittelt. Das Auswerten der Messungen erfolgte mit Hilfe des Rechners KRS 4000, der die Meßwerte nach dem Programm für eine multiple lineare Regression verrechnete. Variable mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit über 5% wurden dabei auto-

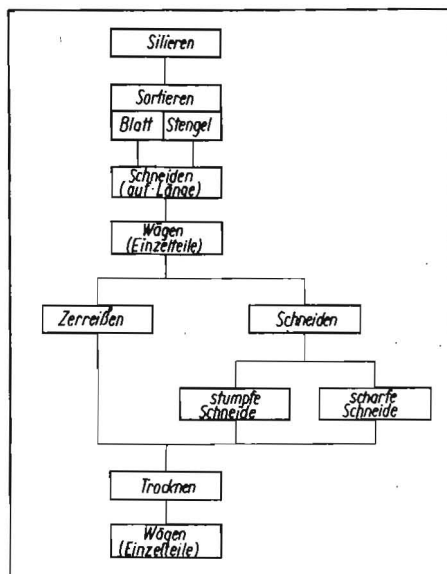


Bild 1. Schema zur Untersuchung der Pflanzenfestigkeit in Abhängigkeit von der Silierzit

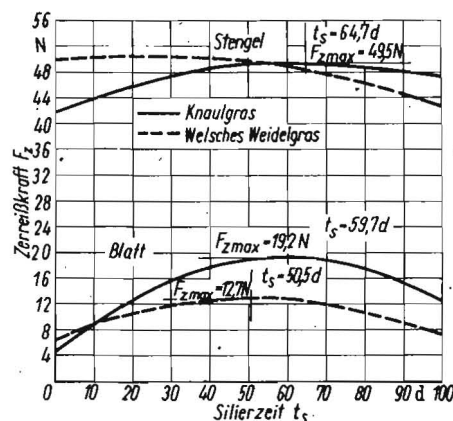


Bild 2. Zerreißkraft für verschiedene Gräser und Pflanzenteile:

	Blatt	Stengel
<b>Knaulgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,033...0,103	0,297...0,415
TS-Gehalt	% 25...45	21...35
Silierzit	d 0...100	0...100
<b>Welsches Weidelgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,025...0,098	0,142...0,360
TS-Gehalt	% 18...40	25...39
Silierzit	d 0...100	0...100
dargestellt für Masse <sup>1)</sup>	g 0,062	0,320
TS-Gehalt	% 30	30

1) für 100 mm lange Pflanzenteile

matisch eliminiert. In Ermangelung eines physikalisch begründeten Gleichungsansatzes sah der spezielle Ansatz für die lineare Regression die Größen Frischmasse des Pflanzenteils, Trockensubstanzgehalt des Pflanzenteils sowie die Silierzit linear und quadratisch als Variable vor.

Getrennt nach Grasart und Pflanzenteil ermittelte der Rechner die Regressionsgleichungen für die Zerreißkraft, die Schnittenergie mit stumpfer Schneide und die Schnittenergie mit scharfer Schneide.

## 3. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Die Zerreißkraft und die Schnittenergie hängen bei Blättern und Stengeln aus Welschem Weidelgras oder aus Knaulgras in unterschiedlichem Maß von Silierzit, Frischmasse, Trockensubstanzgehalt und deren quadratischen Werten ab.

An dieser Stelle wird nur auf den Einfluß der Silierzit eingegangen.

Die Zerreißkraft über der Silierzit aufgetragen, weist meistens bei gleicher Gutart zeitlich dicht beieinanderliegende Extremwerte auf (Bild 2). Die Unterschiede des Zerreißkraftverlaufs sind bei den betrachteten Gutarten nicht eindeutig. Die für das Zerreißen der Stengel benötigte Kraft ist größer als die bei den Blättern gemessene. Die Begründung liegt in den unterschiedlichen Massen der Pflanzenteile. Bei der Division der Zerreißkraft durch die Masse der Pflanzenteile kann für die Blätter eine eindeutig höhere spezifische Zerreißkraft angegeben werden als für die Stengel.

Der dargestellte Kurvenverlauf ist typisch für die betrachtete Silierzit von 100 Tagen. Der steile Abfall der Zerreißkraft — besonders für die Blätter — ist bei längerer Silierzit nicht zu erwarten. Die Zerreißkraft wird sich mit der Zunahme der Silierzit asymptotisch einem Festwert nähern, dessen absoluter Betrag durch weitere Versuche nach der beschriebenen Methode bestimmt werden kann. Versuchszeiten über 300 Tage sind dabei uninteressant, weil Silage im Normalfall nicht länger gelagert werden muß. Die Schnittenergie für das Zerschneiden von Stengeln aus Welschem Weidelgras und aus Knaulgras verändert sich mit der Silierzit stark, wenn stumpfe Schneiden verwendet werden (Bild 3). Die Schnittenergie für das Zerkleinern der Stengel mit scharfer Schneide wird nur unwesentlich von der Silierzit beeinflusst.

Die Schneidenschärfe hat erwartungsgemäß einen wesentlichen Einfluß auf die Größe der zum Zerschneiden erforderlichen Schnittenergie. Die festgestellten Relationen entsprechen den Erwartungen.

Zwischen der Schnittenergie beim Schneiden der Blätter und der Silierzit besteht eine weniger starke Abhängigkeit als bei den Stengeln (Bild 4). Maxima können für die Schnittenergie nur bei der Verwendung von stumpfen Schneiden nachgewiesen werden.

Für die betrachteten Gutarten ist beim Zerschneiden der Blätter mit scharfer Schneide keine eindeutige Tendenz erkennbar.

Aus den Versuchsergebnissen kann abgeleitet werden:

— Zwischen der Abhängigkeit der Zerreißkraft und der Schnittenergie beim Schneiden mit stumpfer Schneide von der Silierzit besteht eine sehr große Ähnlichkeit im Kurvenverlauf. Die zeitliche Lage der Extremwerte für

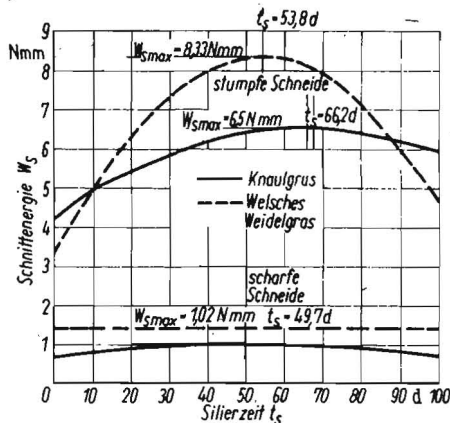


Bild 3  
Schnittenergie für das Zerschneiden von Stengeln verschiedener Gräser:

	stumpfe Schneide	scharfe Schneide
<b>Knaulgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,132 ... 0,522	0,172 ... 0,522
TS-Gehalt	% 22 ... 38	20 ... 34
Silierzeit	d 0 ... 100	0 ... 100
<b>Welsches Weidelgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,128 ... 0,346	0,129 ... 0,311
TS-Gehalt	% 26 ... 38	26 ... 42
Silierzeit	d 0 ... 100	0 ... 100
dargestellt für Masse <sup>1)</sup>	g 0,23	0,23
TS-Gehalt	% 30	30

1) für 100 mm lange Pflanzenteile

die Zerreibkraft und für die Schnittenergie beim Zerschneiden mit stumpfer Schneide ist gutartabhängig. Sie liegen beim Welschen Weidelgras zwischen dem 50. und 54. Siliertag sehr eng beieinander und treten früher als beim Knaulgras auf, bei dem die Halmfestigkeit erst zwischen dem 60. und 70. Siliertag am größten ist.

— Da neben der Silierzeit die Frischmasse der

Pflanzenteile und deren Trockensubstanzgehalt die Zerreibkraft und die Schnittenergie verändern, ist ein direkter Vergleich zwischen verschiedenen Gutarten und Pflanzenteilen nur möglich, wenn sich die Geltungsbereiche der Meßreihen überdecken. Anstrebenswert ist ein Vergleichswert, der nur die Abhängigkeit von der Silierzeit beinhaltet. Dieser auf den Halmquerschnitt bezogene Festigkeitswert war bisher nicht bestimmbar.

— Für das Zerschneiden von Pflanzenteilen mit scharfer Schneide sind im Meßbereich entweder keine oder nur relativ kleine, sich z. T. widersprechende Unterschiede feststellbar, so daß sie für Stengel und Blätter aus Welschem Weidelgras und aus Knaulgras vernachlässigt werden können.

— Vom Silage-Futterstock werden bei der Entnahme die Halme im Normalfall durch stumpfe Messer abgetrennt. Die langen Halme werden dabei zerrissen. Bei dieser Belastungsart konnte eine Abhängigkeit zwischen der Zerreibkraft und der Schnittenergie von der Silierzeit festgestellt werden.

So kann eingeschätzt werden, daß für die Beschreibung des Silage-Futterstocks neben den bekannten Stoffparametern auch der Einfluß der Silierzeit berücksichtigt werden muß,

#### 4. Zusammenfassung

Für wissenschaftliche Untersuchungen am Silage-Futterstock waren Kenntnisse über den Einfluß der Silierzeit auf die Festigkeit der Pflanzenteile von Bedeutung. Halme und Stengel von Welschem Weidelgras und von Knaulgras silierten unterschiedlich lange in Preßtöpfen.

Sie wurden anschließend mit dem Festigkeitsprüfer FDT 40 zerrissen und mit verschiedenen scharfen Schneiden zerschritten.

Die Zerreibkraft und die Schnittenergie beim Schneiden mit stumpfer Schneide sind von der

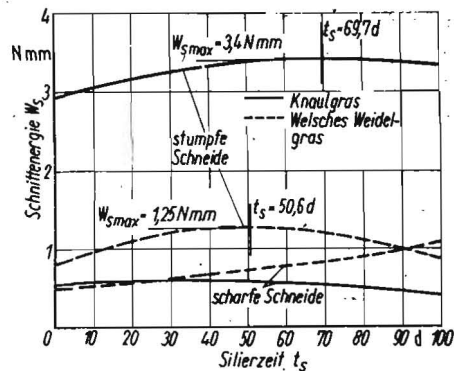


Bild 4  
Schnittenergie für das Zerschneiden von Blättern verschiedener Gräser

	stumpfe Schneide	scharfe Schneide
<b>Knaulgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,038 ... 0,112	0,038 ... 0,116
TS-Gehalt	% 24 ... 44	26 ... 46
Silierzeit	d 0 ... 100	0 ... 100
<b>Welsches Weidelgras</b>		
Masse <sup>1)</sup>	g 0,028 ... 0,098	0,018 ... 0,126
TS-Gehalt	% 21 ... 35	19 ... 35
Silierzeit	d 0 ... 100	0 ... 100
dargestellt für Masse <sup>1)</sup>	g 0,07	0,07
TS-Gehalt	% 30	30

1) für 100 mm lange Pflanzenteile

Silierzeit abhängig. Extremwerte liegen zwischen dem 50. und dem 70. Siliertag. Eine eindeutige Abhängigkeit zwischen der Silierzeit und der Schnittenergie beim Schneiden mit scharfer Schneide besteht nicht.

Der Einfluß der Silierzeit auf die Halmfestigkeit muß bei technischen Untersuchungen mit silierten Pflanzenteilen berücksichtigt werden.

A 2612

## Durchlaufmischer GM 609 für die Herstellung von Futtermischungen mit Anteilen von Stroh und anderen Grobfutterstoffen

Dipl.-Agr.-Ing.-Ök. F. Dornheim, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

### 1. Einleitung

Innerhalb des Gesamtverfahrens der Herstellung kompakterer Futtermischungen auf der Basis von Stroh und anderen Grobfutterstoffen hat sich im Ergebnis umfangreicher Forschungsuntersuchungen und praktischer Erfahrungen die Prozeßstufe „Mischen“ als sehr entscheidend für die Effektivität des Verfahrens ergeben [1].

In den bisherigen Anlagenvarianten der Futtermittelpelletieranlagen vom Typ GFA 600 des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen erfolgte die Vermischung der kontinuierlich dosierten Komponenten in einem als gewöhnliche Vollschncke ausgeführten Schneckenförderer mit einem Durchmesser von 400 mm. Da ausschließlich trockene Komponenten in fasriger, körniger, geschnitzel-

ter und mehligter Form verarbeitet wurden, die dem Schneckenförderer über hintereinander angeordnete separate Einläufe zugeführt werden, reichte der mit dieser Lösung realisierbare Mischeffekt aus. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in der nach diesem als Sammelschncke bezeichneten Schneckenförderer unmittelbar folgenden Futtermittelpresse GM 802 ein zusätzlicher Mischeffekt zu verzeichnen ist.

Gegenwärtig erfolgen zur Futterwerterhöhung und Verbesserung der Preßlingsqualität u. a. der Aufschluß des Strohs mit Hilfe von Natronlauge und anderen flüssigen Aufschlußmitteln sowie der Zusatz von Melasse und anderen flüssigen Komponenten und Preßhilfsmitteln. In den „Empfehlungen zur Strohpelletierung mit Natronlauge“ [1] wird darauf hingewiesen, daß für den optimalen Strohaufschluß eine gute

Benetzung aller Strohteilchen vor dem Pressen erfolgen muß. Daß dieser Effekt durch Versprühen der Natronlauge mit Hilfe von Düsen unter Druck erreichbar sei, konnte durch umfangreiche Messungen nicht nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang zeigte sich, daß auch normale Schneckenförderer, wie z. B. die Sammelschncke in den Futtermittelpelletieranlagen GFA 600, keine ausreichende Laugenverteilung gewährleisten. Demgegenüber wurden die guten Mischeigenschaften u. a. für Stroh mit Natronlauge bei minimalem Laugenaufwand von Trogpaddelschncken mit überhöhten Seitenwänden und Drehzahlen der Mischerwelle von 120 bis 200 U/min herausgearbeitet. In Auswertung dieser Erkenntnisse entwickelte der VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Betrieb Anlagen-