

# Schnellbestimmung des Trockensubstanzgehalts von Grobfutter auf der Basis der relativen Dichte

Dr. agr. G. Schalitz/Dipl.-Agrar.-Ing. H. Lätsch/Dipl.-Agrar.-Ing. H. Richert  
Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Pflanzenproduktion

Für die Bereitung großer und einheitlicher Partien von Grobfuttersilagen erhält die fortlaufende Bestimmung des Trockensubstanzgehalts (TS-Gehalts) im Rahmen der Prozeßkontrolle eine steigende Bedeutung. Auch beim Frischfuttereinsatz ist aus Gründen der Rationsbemessung eine ständige Kenntnis des TS-Gehalts erforderlich. Das Futter kann z. B. völlig durchnäßt oder angewelkt sein, so daß eine normgerechte Fütterung der Tiere auf der Basis der Grünmasse nicht möglich ist. Daher sind Methoden zur Schnellbestimmung des Trockensubstanzgehalts zu entwickeln, die mit wenig Aufwand an Arbeitszeit, apparativen Einrichtungen und Energie ein brauchbares Ergebnis liefern.

## 1. Grundlagen für eine neue Bestimmungsmethode

Halmfutter ist, wie viele biologische Produkte, ein hygroskopischer kapillarporöser Stoff. Darunter ist eine Struktur zu verstehen, die durch Stoffwechselforgänge entstanden ist und für die kapillare Hohlräume von submikroskopischer und mikroskopischer Weite ( $r < 10^{-6}$  cm) typisch sind. Die wahre Dichte kapillarporöser Stoffe ohne Berücksichtigung ihrer Hohlräume ist abhängig vom Anteil der einzelnen Stoffgruppierungen Rohfaser, Rohprotein, Rohasche, N-freie Extraktstoffe und Rohfett. Die Dichte der organischen Substanz liegt — auf diese Weise bestimmt — im Mittel bei  $1,4 \text{ g/cm}^3$  [1].

Die sich bei Berücksichtigung der kapillaren Hohlräume ergebende Dichte wird als Raummasse bezeichnet, im folgenden als relative

Dichte ausgewiesen. Der Begriff der Schüttdichte in  $\text{kg/m}^3$  schließt alle luftgefüllten Hohlräume, auch die zwischen den Pflanzen und Pflanzteilen, ein und ist mit der relativen Dichte nur bedingt vergleichbar, da die Faktoren Eigenmasse der Schüttsäule, Vorbehandlung des Gutes (Schütteln, Oberflächenausformung, Häcksellänge usw.) mit eingehen.

Somit sind Abhängigkeiten zwischen dem TS-Gehalt und der Masse bei einem festzulegenden Volumen mathematisch kompliziert. Deshalb soll von einer konstanten Masse der Probensubstanz, deren relative Dichte zu bestimmen ist, ausgegangen werden.

Zwischen Grünfutter und reiner Trockensubstanz besteht eine beträchtliche Differenz in der relativen Dichte, die für die quantitative Feststellung des TS-Gehalts ausgenutzt wird. Das von Lecher [2] beschriebene Verfahren, die Bestimmung der relativen Dichte von Pulvern, kommt in abgewandelter Form in folgender Weise zur Anwendung:

Ein Meßzylinder mit einem Durchmesser von 60 mm (genormter Typ) und einem Fassungsvermögen von 1 l Wasser wird bei genauer Eichstrichfüllung gewogen. Diese Wägung ist für jeden Zylinder nur einmal notwendig, muß aber bei Benutzung eines neuen Zylinders wiederholt werden. Von der zu untersuchenden Substanz (Häckselgut) werden 100 g abgewogen und in den Meßzylinder gepreßt, nach unten gedrückt und mit Wasser übergossen. Mit einer Pipette erfolgt anschließend die Auffüllung bis zum Eichstrich. Vorher empfiehlt es sich, den Zylinder noch mehrmals leicht aufzustoßen,

damit festsitzende Luftblasen entweichen. Die Zugabe von Netzmitteln (Fit, Otrac) wirkt sich bei Frischfutterproben diesbezüglich günstig aus.

Flüssigkeiten füllen bei kurzzeitiger Berührung kapillarporöser Güter nur die Hohlräume in den Stengeln und zwischen den einzelnen Pflanzteilen. Zur vollen Durchdringung des pflanzlichen Gewebes braucht das Wasser dagegen längere Zeiträume und bei dem ähnlich strukturierten Holz währt es oft Monate, ehe es spezifisch schwerer als Wasser wird.

Wenn die Probe nicht länger als 2 min zwischen Auffüllung und Messen stehenbleibt, kann der eintretende Fehler durch Aufsaugen von Wasser durch das Gewebe vernachlässigt werden.

100 g TS von Rohrglanzgras nehmen z. B. das folgende Volumen von Wasser ein:

— Messung nach Zylinderbefüllung:

$$212 \text{ cm}^3$$

— Messung nach 10 min Wartezeit:  $206 \text{ cm}^3$ .

Aus der Massedifferenz des voll mit Wasser gefüllten Meßzylinders ( $Z_v$ ) und des mit der Probe versehenen und aufgefüllten ( $Z_p + w$ ) ist dann die relative Dichte der Probe zu ermitteln:

$$Z_v - (Z_p + w) = D.$$

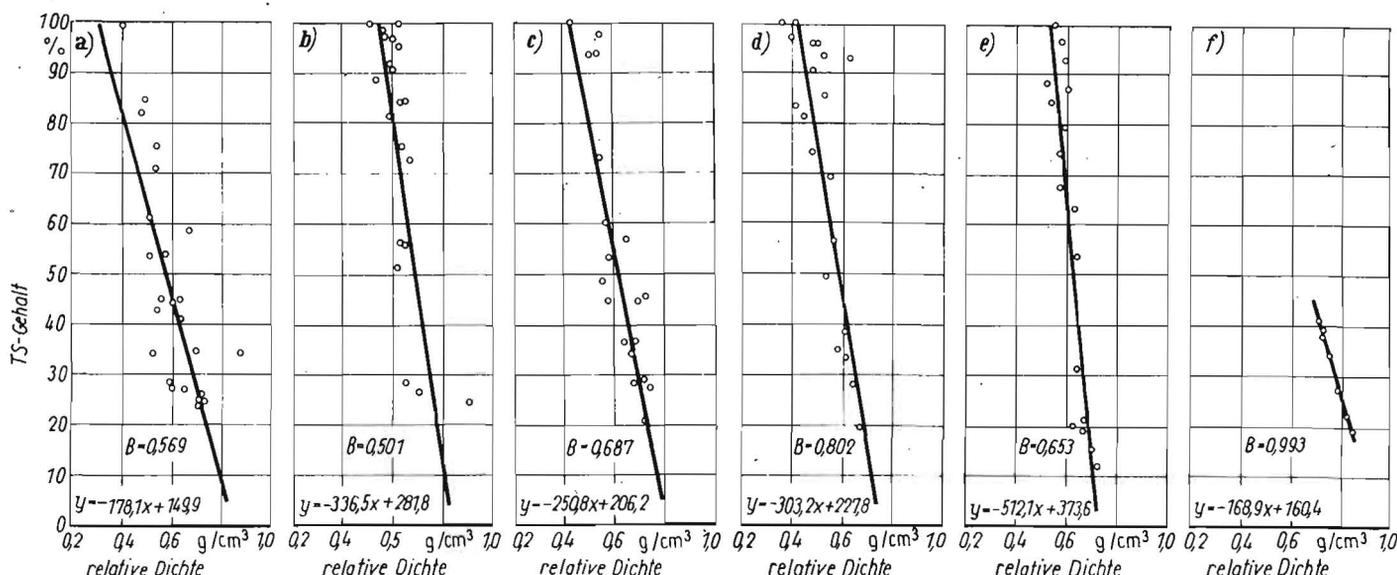
Die relative Dichte der Probe ist  $100/(D + 100)$ , da 100 g Substanz das Volumen von 100 g Wasser + D einnehmen. In allgemeiner Form gilt:

$$d = \frac{G_p}{Z_v - (Z_p + w + G_p)};$$

d relative Dichte

### 1. Funktionelle Darstellung des Zusammenhangs zwischen relativer Dichte von Futterpflanzen und Trockensubstanzgehalt:

- Welches Weidelgras, Spätsommeransaat; Ende des Blütenstandschiebens; 25 bis 100 % der Blütenstände sichtbar
- Knaulgras, vegetativ;  $\geq 40$  Wuchstage
- Wiesenschwingel, vegetativ;  $\geq 40$  Wuchstage
- Luzerne, Blühstadium
- Rotklee, Blühbeginn;  $\geq 45$  Wuchstage
- Mais, Milchwachsreife



Gp Masse der Probe  
 Zv Masse des Zylinders plus Masse der Wasserfüllung bis zur Eichstrichmarkierung  
 Zp + w Masse des Zylinders plus Masse der Probe plus Masse der Wasserauffüllung bis zur Eichstrichmarkierung.

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Bestimmung des TS-Gehalts von Grünfütter

Die strukturellen Unterschiede zwischen den einzelnen Futterpflanzen veranlaßten die Verfasser, die Arten einzeln nach dem neuen Verfahren und über Paralleltrocknung im Trockenschrank auf eine Kalibrierkurve hin zu untersuchen.

Die vorliegenden Ergebnisse (Bild 1) weisen eindeutig aus, daß zwischen relativer Dichte und TS-Gehalt ein linearer Zusammenhang besteht.

Im weiteren war zu klären, welchen Einfluß die wichtigsten strukturverändernden Faktoren auf die Gültigkeit der ausgewiesenen Gleichungen haben können. Aus Untersuchungen von Lätsch [3] geht hervor, daß der Schnittzeitpunkt und damit vor allem der Rohfasergehalt den größten Einfluß auf die relative Dichte ausübt. Lätsch überprüfte die ermittelten Gleichungen und kam bei direkter Rücktrocknung der Probensubstanz zu den in Tafel 1 aufgeführten Ergebnissen. Danach sind entsprechend dem Vegetationsstadium und insbesondere dem Rohfasergehalt (Strukturierungseffekt!) differenzierte Gleichungen zu ermitteln. Der Einfluß des Schnitts, der N-Düngung, der Beregnung usw. kann nach vorläufiger Einschätzung für die Belange der Praxis vernachlässigt werden. In Mischkulturen scheint die Methode bei Grünfütterstoffen allerdings kaum anwendbar zu sein.

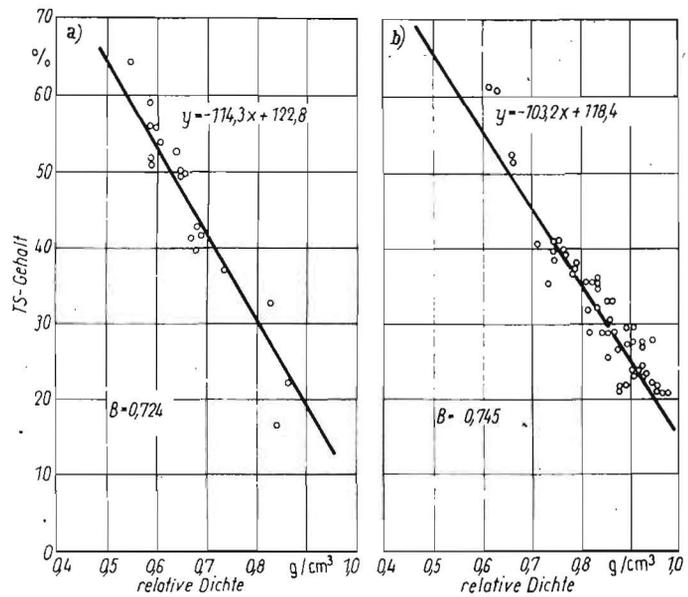
### 2.2. Bestimmung des TS-Gehalts von Silagen

Im Prozeß der Silierung vollziehen sich grundsätzliche strukturelle Veränderungen, insbesondere im Porenvolumen (Preßdruck, Luftentfernung, Gärung usw.). Die Gleichungen weichen deshalb von denen der Ausgangsstoffe erheblich ab.

Lätsch [3] errechnete anhand einer recht umfangreichen Anzahl von Einzelwerten Re-

Bild 2  
 Zusammenhang zwischen relativer Dichte von Futterpflanzen und Trockensubstanzgehalt;

a) Grassilage (Rohrglanzgras)  
 b) Luzernesilage



Tafel 1. Ergebnisse von Kontrollbestimmungen nach Lätsch [3]

Gutart	mittl. Abweichungen im TS-Gehalt gegenüber Trocken-Proben schrank in %	Anzahl der Proben
Luzerne (Blüte)	-0,89	20
Luzerne (Knospe)	-3,81	15
Knaulgras (frühes Vegetationsstadium, vegetativ, 30 bis 35 Tage Wuchszeit)	-1,73	15

gressionsgleichungen für Luzerne- und Rohrglanzgrassilage (Bild 2). Die Darstellung zeigt, daß die Silierung zu ähnlichen Gutstrukturen und -dichten führt. Inwieweit Gleichungen auf mehrere Arten oder Artgruppierungen beziehbar sind, ist in weiteren Untersuchungen zu klären.

## 3. Schlußfolgerungen

Für eine breite Anwendung der Methode sind weitere umfangreiche Untersuchungen und entsprechende Tabellierungen erforderlich. Der gegenwärtige Qualifizierungsgrad der Methode erlaubt eine Anwendung in Teilbereichen der Prozeßkontrolle und die kurzfristige Ergänzung anderer Verfahren zur Bestimmung des TS-Gehalts. Um für die Praxis hinreichend genaue Ergebnisse zu erhalten, ist mit 3 bis 4 Wiederholungen zu arbeiten. Der Arbeitszeitaufwand für eine Bestimmung ist gering. Nach der Einarbeitung reichen dafür 15 min aus.

## Literatur

- [1] Fiedler, Reißig: Lehrbuch der Bodenkunde. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1964.
- [2] Lecher: Physik für Mediziner und Biologen, 12. Aufl. Leipzig: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 1963.
- [3] Lätsch, H.: Probleme der Mengen- und Qualitätserfassung von Grobfutter in der KAP Tantow, Kreis Angermünde. Humboldt-Universität Berlin, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht). A 1874

# Messung dynamischer Schnittkräfte bei der Zerkleinerung von Halmgut

Dipl.-Ing. R. Schwedler, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 1. Problemstellung

Die Produktion und die Aufbereitung von Halmfütter sind von entscheidender Bedeutung für die bedarfs- und qualitätsgerechte Bereitstellung von Futtermitteln zur Steigerung des tierischen Leistungsvermögens. Dies wird durch die Aufgabenstellung des IX. Parteitagess der SED an die sozialistische Landwirtschaft unterstrichen. Bedeutende Intensivierungsfaktoren in der Pflanzenproduktion sind entsprechend der Direktive des IX. Parteitagess die Technische Trocknung und die Pelletierung [1].

Entscheidenden Einfluß auf den technologischen Ablauf der Halmfuttermittelverarbeitung und auf die Qualität des Endprodukts hat die Häckselqualität, die vor allem durch den erreichten Zerkleinerungsgrad charakterisiert wird. Die geforderte Häcksellängenzusammensetzung für die entsprechende Gutart und Aufbereitungstechnologie ist streng durch die Agrotechnische Forderung (ATF) fixiert [2]. Die Einhaltung der ATF wird wesentlich durch die Zerkleinerungseinrichtung des Feldhäckslers bestimmt [3].

Theoretische und praktische Untersuchungen zeigen, daß der Feldhäckslers die gestellten Anforderungen nur erfüllt, wenn die Abnutzung einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet [3] [4] [5] [6]. Mit der Verschlechterung des Zerkleinerungsgrades kommt es gleichzeitig zu einer Erhöhung des Energieaufwands für die Zerkleinerung des Halmgutes. Um den Zusammenhang zwischen Abnutzung der Schneid-elemente und dem Zerkleinerungsergebnis (Zerkleinerungsgrad und Energieaufwand) zu quantifizieren und bekannte Defekte zu redu-