

Z. Acker- und Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop Science), 148, 455—466 (1979).
© 1979 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
ISSN 0044-2151 / ASTM-Coden: ZAPFAR

*Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München,
Freising-Weihenstephan*

Veränderungen des Zellinhaltes, der Zellwandzusammensetzung und der Verdaulichkeit von Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.) und Luzerne (*Medicago x varia* Martyn) während des Wachstums

Von

W. KÜHBAUCH und G. VOIGTLÄNDER

Mit 8 Abbildungen

Eingegangen am 16. August 1979

I. Einleitung

Wenn wir von Futterpflanzen sprechen, meinen wir meistens Pflanzen, von denen der gesamte vegetative, oberirdische Aufwuchs als Futter verwendet wird. Die Hauptkonsumenten sind Wiederkäuer. Welche Bestandteile in diesem Futter wertbestimmend sind, ergibt sich folglich aus dem Bedarf der Wiederkäuer.

Wiederkäuerfutter wird im Gegensatz zu den meisten Verkaufsfrüchten nicht ausschließlich in einem definierten Reifestadium geerntet, sondern während der ganzen Vegetationszeit. Es ist deshalb auch nicht unerheblich, über die vom Wachstum beeinflusste Variation der Inhaltsstoffe von Futterpflanzen Bescheid zu wissen. Nur so kann man den maximalen Nutzen aus der Pflanze erhalten und die richtige Ergänzung für nicht ausreichend vorhandene Bestandteile treffen.

Grob unterteilt können wir die Inhaltsstoffe von Futterpflanzen unterscheiden in strukturierte Bestandteile aus der Zellwand und in Zellinhaltsstoffe. Eine solche Unterteilung ist sinnvoll, weil sämtliche Zellinhaltsstoffe für den Wiederkäuer fast vollständig verwertbar sind, während es von der Zellwand immer nur ein bestimmter Anteil ist.

Von besonderem Interesse sind dabei alle Stoffe, die den Energieanteil im Futter erhöhen, weil das im landwirtschaftlichen Betrieb selbst erzeugte Grundfutter meist nicht genug Energie, aber oft zu viel Eiweiß enthält. Den energie-

liefernden Bestandteilen des Futters wird daher in diesem Beitrag besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Es ist leicht einzusehen, daß dabei wieder der Anteil von Energie interessiert, welcher für das Tier verfügbar ist. Insofern wird die Verdaulichkeit des Futters und seiner Bestandteile als wichtigster wertbestimmender Maßstab immer wieder anzusprechen sein.

II. Material und Methoden

1. Pflanzenmaterial

Knautgras des Erntejahres 1973 stammte aus einem bereits früher beschriebenen Versuch, der auf dem Gut Grünschwaige nahe bei Freising angelegt worden war (KÜHBAUCH und VOIGTLÄNDER 1974). Die Proben des Versuchsjahres 1975 stammten aus einer ähnlichen Anlage auf dem Versuchsfeld des Lehrstuhls für Grünlandlehre in Weihenstephan.

Die Luzernepflanzen wurden 1977 aus dem Sortiment des hiesigen Versuchsfeldes geschnitten.

2. Qualitätsuntersuchung

Die Mono- und Disaccharide wurden, wie an anderer Stelle bereits beschrieben, bestimmt (KÜHBAUCH 1973). Die Zellwandparameter Zellulose, Hemizellulosen und Lignin wurden nach VAN SOEST (GOERING und VAN SOEST 1970), die Verdaulichkeit der Pflanzentrockensubstanz nach TILLEY und TERRY (1963) ermittelt.

III. Ergebnisse und Diskussion

1. Beispiele für die Veränderung der Inhaltsstoffe von Gräsern und Leguminosen in Abhängigkeit von der morphologischen Differenzierung während des Wachstums

Die auffälligste Veränderung, die man nach dem Wiederbegrünen der Pflanzen und nach ihrer Bestockung beobachtet, ist ein deutliches Längenwachstum. Das hier gezeigte Beispiel von Knautgras aus dem Jahre 1973 zeigt den Verlauf des ersten Aufwuchses in Wochenabständen (Abb. 1). Während der Schoßphase kann es hier zu einem Längenwachstum je Tag von bis zu 5 cm kommen. Diese gewaltige Leistung resultiert in normalen Jahren überwiegend aus der Streckung des Stengels. Im Versuch wurde dieser Vorgang mit der Position des Vegetationspunktes am oberen Ende des Stengels gemessen. In ihm befindet sich neben den Blattprimordien die Rispenanlage des Grases, die sich im Laufe des Wachstums vom einfachen Primordium bis zur fertigen Blüte entwickelt. Durch die Streckung des Stengels wird die Blütenanlage schließlich aus den Blattscheiden heraus in das oberste Stockwerk des Pflanzenbestandes gehoben. Darin haben wir die wichtigste Aufgabe des Stengels — gewissermaßen seinen teleologischen Auftrag — zu sehen. Die Pflanze läßt sich die Erfüllung dieses Auftrages tatsächlich eine Menge Energie kosten.

Bei den meisten mehrjährig nutzbaren, winterfesten Gräsern kommt es aber nur dann zu einem deutlichen Stengelwachstum, wenn die Kälteeinwirkung

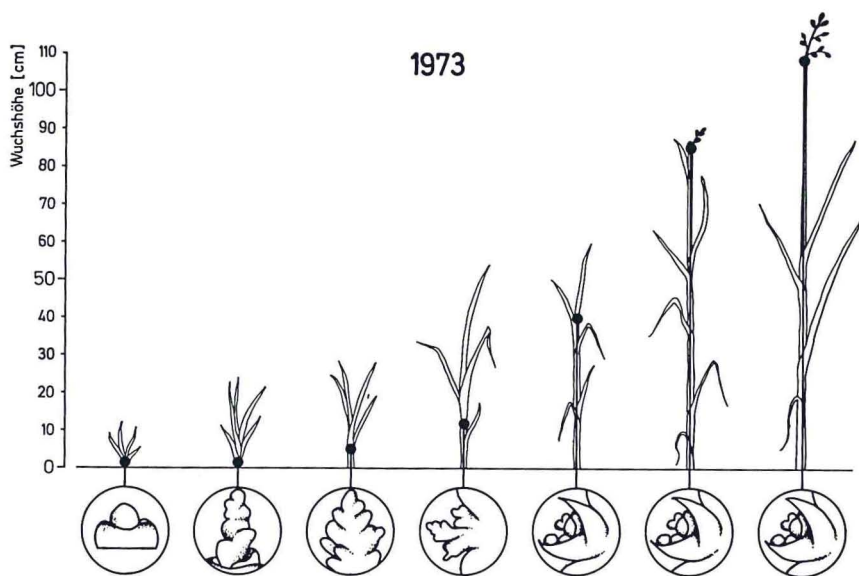


Abb. 1. Morphologische Veränderung von Knaulgras während des Wachstums im ersten Aufwuchs mit normaler Stengelbildung (1973). ● = Position des Vegetationspunktes, dessen morphologische Differenzierung in den Kreisflächen unterhalb der Abszisse dargestellt ist

Morphological changes in cocksfoot during the first growth of cocksfoot with normal stem formation (1973). ● = Position of the growing point and its morphological differentiation shown beneath the abscissa

während des Winters ausgereicht hat, eine funktionsfähige Blütenanlage auszubilden. Ist das nicht der Fall, findet eine normale morphologische Differenzierung, wie wir sie oben beschrieben haben, nicht statt. Wir konnten eine solche Entwicklung an der gleichen Knaulgrassorte im Versuchsjahr 1975 beobachten, insofern als, wie häufig nach Neuansaat, keine Stengelbildung während der darauffolgenden Vegetationszeit erfolgte. Der Vegetationspunkt bleibt dann undifferenziert unmittelbar über dem Wurzelhals sitzen. Das Längenwachstum der Pflanzen resultiert dann ausschließlich aus der Streckung der Blattscheiden. Ein echter Stengel wird nicht gebildet (Abb. 2).

Es ist leicht einzusehen, daß die Stengelbildung die Pflanzen anstrengt, sie sozusagen „streßt“. Am deutlichsten merkt man das am Gehalt an Reservekohlenhydraten, der sehr empfindlich auf jede Art von Streß reagiert, z. B. auf einen Schnitt oder auf hohe Temperaturen während des Sommers. Auch in unserem Fall hatte der Unterschied in der morphologischen Entwicklung (1973 im Vergleich zu 1975) einen geradezu dramatischen Einfluß auf die Stoffgruppe der Fruktosane, die in Gräsern des gemäßigten Klimabereichs die Hauptreservepolysaccharide sind. Zu Beginn des Aufwuchses 1973, also mit normaler Differenzierung, waren die Pflanzen noch in der Lage, größere Mengen Fruktosan einzulagern. Die fortschreitende Stengelbildung kostete aber offenbar so viel Energie, daß der Gehalt an dieser Stoffgruppe im Laufe des fortschreitenden Wachstums bis auf etwa 1% zurückging.

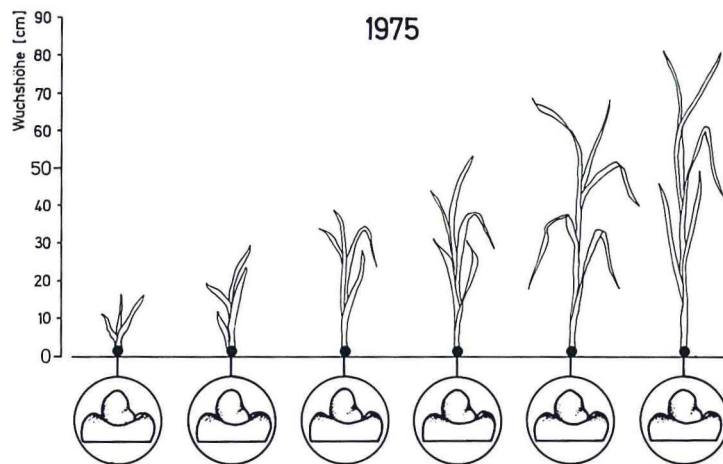


Abb. 2. Morphologische Veränderung von Knaulgras während des Wachstums im ersten Aufwuchs ohne Stengelbildung (1975). Vgl. auch Abbildung 1
Morphological changes in cocksfoot during growth in the first growth without stem formation (1975). Compare with Figure 1

Ganz anders verhält es sich mit den Reservekohlenhydraten, wenn die Stengelbildung unterbleibt. Die Pflanze kann in diesem Fall große Mengen an Fruktosan einlagern, so wie wir das eigentlich nur vom Herbstaufwuchs her gewohnt sind, wo ebenfalls keine Stengelbildung mehr erfolgt und auch das übrige Wachstum nur noch langsam vorangeht (KÜHBAUCH UND VOIGTLÄNDER 1974 und 1975).

Auch in den Blättern haben wir in den durch die Stengelbildung nicht belasteten Pflanzen weit höhere Fruktosangehalte, wie Abbildung 3 deutlich zeigt. Das ist um so mehr bemerkenswert, als üblicherweise das Blatt nicht das typische Organ für die Lagerung von Reservepolysacchariden in Gräsern ist.

Für den Futterwert von Pflanzen kann ein Wachstum, in dem Nichtstrukturkohlenhydrate, wie Mono- und Disaccharide, Fruktosane und Stärke usw., gespeichert werden, nur vorteilhaft sein, weil diese ebenso wie der gesamte Zellinhalt einer Pflanze hochverdaulich sind. Die nichtverdauliche Komponente von Futterpflanzen ist dagegen fast ausschließlich in der Zellwand lokalisiert. Das ist auch der Grund, weshalb uns dieser Teil der Pflanze ganz besonders interessieren muß.

Auf Grund der großen Länge von Stengeln, insbesondere aber wegen ihrer Aufgabe, Blüten und Blätter zu halten, werden an sie besondere statische Anforderungen gestellt, d. h. sie müssen sich in viel stärkerem Maße, als das bei den Blättern der Fall ist, mit Zellwandmaterial versehen.

Bleiben wir noch einmal bei den oben vorgestellten Stengeln bzw. Blattscheiden von Knaulgras, dann sehen wir, daß mit fortschreitender Stengelbildung der Zellwandgehalt in diesem Pflanzenteil innerhalb weniger Wochen von etwa 30 % bis nahezu 70 % ansteigt (Abb. 4). Gerade entgegengesetzt verändert sich die Verdaulichkeit während dieses Frühjahrsaufwuchses; sie fällt

KNAULGRAS

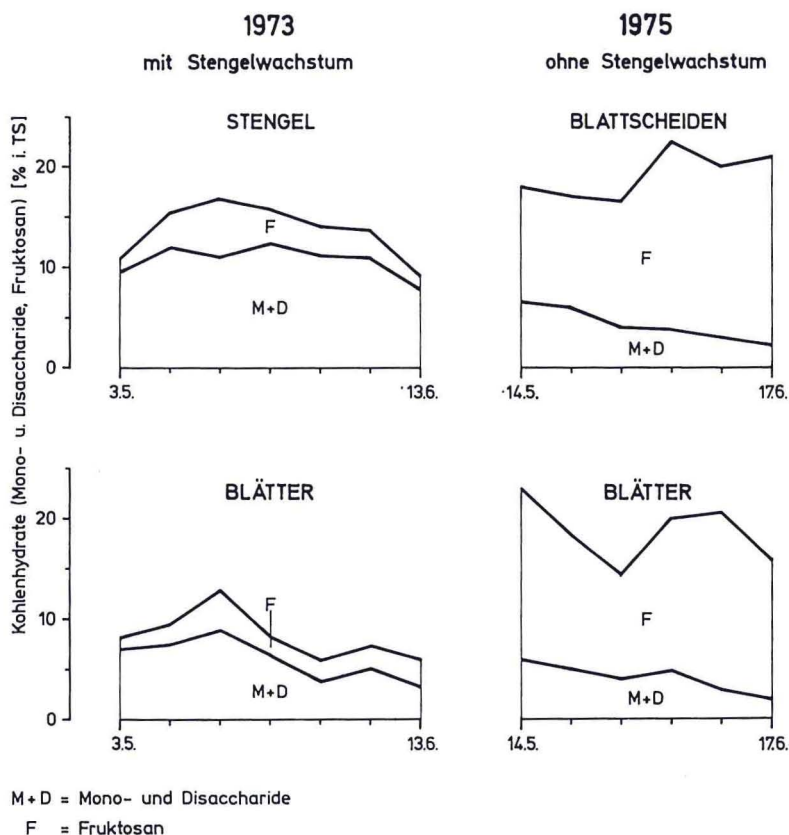


Abb. 3. Veränderung der Nichtstrukturkohlenhydrate in Knaulgras während des ersten Aufwuchses mit und ohne Stengelwachstum

Changes in the non structural carbohydrates in cocksfoot during the first growth with and without stem growth

von etwa 85 % auf wenig mehr als 60 %. In den Blattscheiden (ohne Stengelbildung) erhalten wir dagegen zu keinem Zeitpunkt mehr als 53 % Zellwand und die Verdaulichkeit fällt nicht unter 78 %. Immerhin müssen wir feststellen, daß auch die Blattscheiden von Gräsern ebenso wie deren Blätter (dafür hier kein Beispiel) noch beträchtlich hohe Zellwandgehalte aufweisen.

Bei den Stengeln wurde als Ursache für die hohen Zellwandgehalte ein Zusammenhang zur statischen Beanspruchung unterstellt. Wenn man sich die Länge von Blattscheiden bzw. Blättern in Gräsern vorstellt, dann ist wohl auch hier eine relativ hohe Ausstattung mit Zellwandmaterial notwendig bzw. biologisch sinnvoll. Gleichzeitig müßten aber, wenn wir die statische

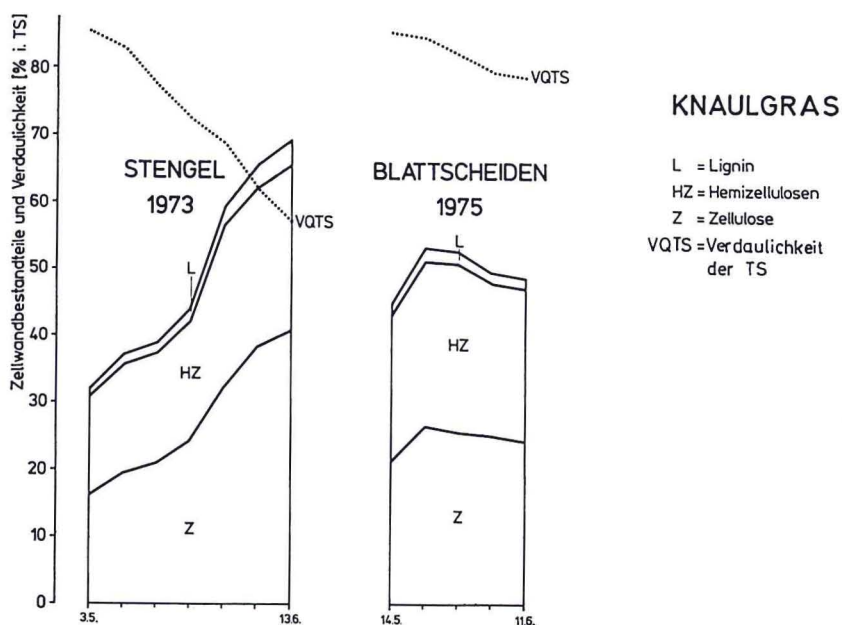


Abb. 4. Veränderung von Zellwandbestandteilen und Verdaulichkeit von Stengeln und Blattscheiden (1973) bzw. von Blattscheiden ohne Stengelwachstum (1975) während des ersten Aufwuchses

Changes in the cell wall composition and digestibility of stems and leaf sheaths (1973) and of leaf sheaths without stem growth (1975) during the first growth

Belastung als Kausalerklärung für die Höhe der Zellwandgehalte aufrechterhalten wollen, Blätter von Leguminosen schon aufgrund ihrer ganz anderen Bauweise viel geringere Zellwandgehalte haben als die Stengel. Das ist tatsächlich der Fall.

In der Abbildung 5 ist am Beispiel von Luzernepflanzen das Wachstum für einen Zeitraum von fünf Wochen, von Anfang Mai bis Mitte Juni, dargestellt. In dieser Zeit nimmt die Wuchshöhe der Pflanzen von etwa 40 cm auf 90 cm zu. In den Stengeln ist diese Entwicklung begleitet von einer Zunahme der Zellwandbestandteile von etwa 34 bis über 55 %. Entsprechend nehmen die Zellinhaltsstoffe ab. Es resultiert daraus eine Veränderung der Verdaulichkeit, die sich am Gehalt der Zellinhaltsstoffe orientiert und mit diesen nahezu parallel verläuft.

Ganz anders verhalten sich die Zellinhalt- und Zellwandbestandteile in Blättern. Die Zellinhalte bleiben nahezu konstant auf einem sehr hohen Niveau um etwa 80 bis 85 %, während die Zellwandgehalte zu keinem Zeitpunkt mehr als 20 % ausmachen. Es resultiert daraus eine nahezu gleichbleibende hohe Verdaulichkeit der Blätter von über 75 % (VQTS) während des gesamten Zeitraums des ersten Aufwuchses.

Wenn wir nun berücksichtigen, daß im genannten Wachstumsabschnitt der Stengelanteil von etwa 30 auf über 60 % zugenommen hat, dann ergibt das

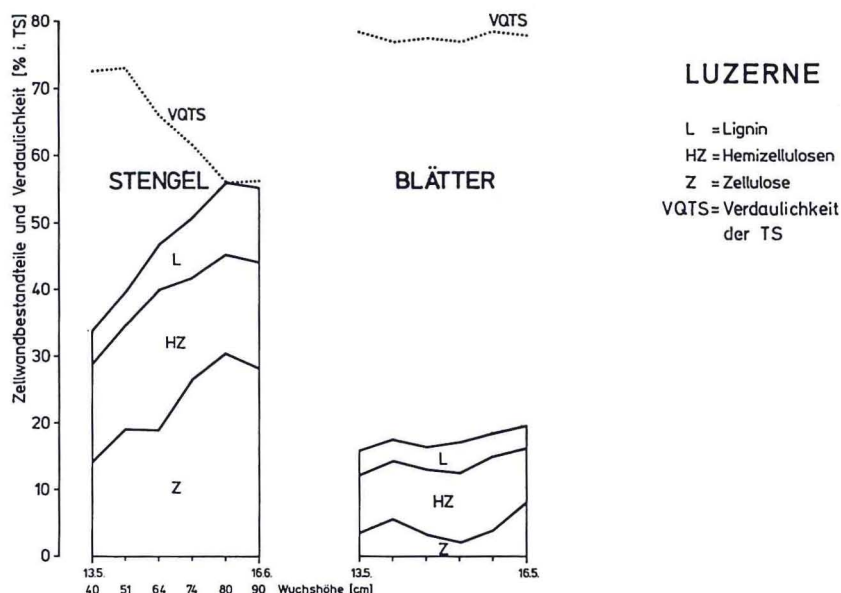


Abb. 5. Veränderung von Zellwandbestandteilen und Verdaulichkeit in Stengeln und Blättern von Luzerne

Changes in the cell wall composition and digestibility in stems and leaves of lucerne

für die ganze Luzernepflanze eine Verschlechterung der Verdaulichkeit von etwa 76 % auf Werte von knapp über 60 %. Das heißt, daß die Gesamtverdaulichkeit der Luzerne mehr noch als bei den Gräsern durch hohe Stengelanteile und durch die Tatsache, daß gerade der Stengel hohe Zellwandanteile enthält, von der morphologischen Differenzierung während des Wachstums beherrscht wird.

Bei einem Vergleich von Luzerne und Knaulgras fällt auch auf, daß in ähnlichen Entwicklungsabschnitten die Verdaulichkeit der Luzerne stets geringer ist als die von Knaulgras. Eine mögliche chemische Ursache dafür könnte der deutlich höhere Gehalt der Leguminosen an Lignin sein. So erreicht Lignin im Stengel der Luzerne Werte von über 10 % i.TS, im Knaulgras nur etwa 4 %.

2. Praktische Anwendung morphologischer und chemischer Kenndaten in der Futterberatung und Pflanzenzüchtung

Untersuchungen, wie sie oben gezeigt sind, sollen den Landwirt über die Veränderung der Qualität seines Futters auf dem laufenden halten und ihm damit die Möglichkeiten geben, den für ihn günstigsten Erntezeitpunkt zu bestimmen bzw. die Ergänzungsfütterung zum Grundfutter richtig zu bemessen. In der Beratung des Landwirts befinden wir uns aber zur Zeit in der Situation, daß wir zwar die Veränderung der Futterpflanzenverdaulichkeit recht gut bestimmen können, aber mit unserer Information meist zu spät kommen, weil die bisher verfügbaren chemischen Parameter, vor allem für die Zell-

wandsubstanzen einschließlich Lignin, Hemizellulose und Zellulose, zur Vorhersage der Futterqualität, so gut sie auch im Einzelfall mit dem Energiegehalt des Futters korreliert sind, nicht universell eingesetzt werden können. Im Einzelfall sind die Beziehungen zum tatsächlichen Futterwert noch zu grob. Andererseits erfordert die Verdaulichkeitsmessung, mit der man den Wert eines Futters für Wiederkäuer recht gut erfassen kann, zu viel Aufwand und Zeit, um sie generell für die praktische Beratung verwenden zu können. Nur in der Futterpflanzenzüchtung lohnt der Aufwand und man setzt dort die Verdaulichkeitsmessung auch ein. Für den praktischen Landwirt brauchen wir aber rasch und einfach bestimmbare Meßgrößen, mit denen er selbst umgehen kann.

Der Landwirt kann seinen Pflanzenbestand in der morphologischen Entwicklung oder im Ertrag recht gut einschätzen. Man hat deshalb längst versucht, den Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Pflanzen und ihrer Verdaulichkeit zu erarbeiten. Die auffällige Entwicklung von Pflanzen, z. B. von Gräsern vom Schoßstadium über das Ährenschieben bis zur Blüte, bietet sich dabei als morphologisches Kriterium an. Tatsächlich verwendet man diese Art der morphologischen Differenzierung eines Pflanzenbestandes, um die Futterqualität vorherzusagen. Leider sind diese Bezugspunkte zum Wachstum

und der Entwicklung der Blütenanlage, es sei denn indirekt im Zusammenhang mit der Stengelbildung, der Pflanzen in einem Mischbestand nicht gleich gut anzuwenden. Außerdem gibt es keine direkte Beziehung zwischen den Pflanzeninhaltsstoffen

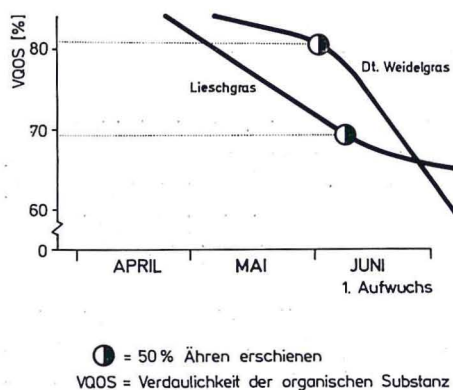


Abb. 6. Veränderung der Verdaulichkeit von Lieschgras und Weidelgras während des Frühjahresaufwuchses (nach MINSON et al. 1964)

Changes in the digestibility of timothy and perennial ryegrass during growth in the early part of the year

Dafür soll ein Beispiel der Abbildung 6 herangezogen werden. Während im Weidelgras in einem Stadium mit etwa 50% geschobenen Blütenständen noch hohe Verdaulichkeitswerte anzutreffen sind, hat sich im Lieschgras bei ähnlichem Entwicklungszustand die Verdaulichkeit bereits stark verschlechtert. Dies deshalb, weil im Weidelgras erst nach, im Lieschgras aber bereits vor der Blüte eine deutliche Verdaulichkeitsverschlechterung einsetzt (MINSON et al. 1964). Wenn wir aber annehmen, daß sich der Stengel vorwiegend zur Aufrechterhaltung seiner Festigkeit und Standfestigkeit mit schlecht verdaulichem Zellwandmaterial versorgt, könnte sich ein ganz einfacher Bezug zur Länge eines Stengels oder vielleicht auch zu seinem Durchmesser ergeben. Besonders in Leguminosen müßte sich die Stengellänge als Parameter für die Futterqualität verwenden lassen, weil mit fortschreitendem Wachstum vor allem diese, nicht aber die Blätter an Verdaulichkeit einbüßen.

Von dieser Überlegung ausgehend, haben wir eine Montage angefertigt, die verschieden lange Luzernestengel zu Gruppen zusammenfaßt (Abb. 7). Jede Längengruppe wurde für sich auf Verdaulichkeit untersucht. Die Abbildung zeigt eindeutig, daß die Verdaulichkeit des Stengelmaterials um so höher ist, je kürzer der Stengel ist und umgekehrt. In Abbildung 7 haben wir Stengelmaterial aus zwei Aufwüchsen und drei Erntezeitpunkten zusammengestellt.

Für das gesamte bis jetzt ausgewertete Material von Luzerne, bestehend aus drei Aufwüchsen, wurde die Korrelation zwischen der Wuchslänge in cm und

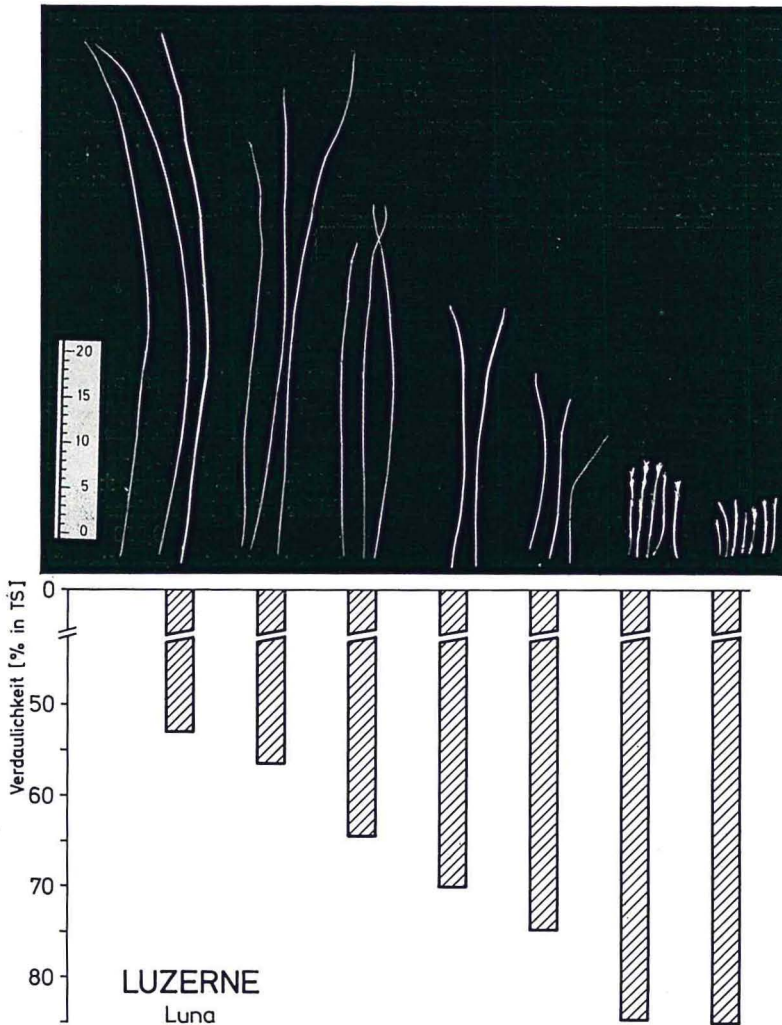


Abb. 7. Verdaulichkeit in Gruppen von Luzernestengeln mit unterschiedlicher Länge (cm) aus zwei Aufwüchsen und drei Erntezeitpunkten 1978

Digestibility in groups of lucerne stems of different lengths from two growth and three harvestings 1978

der Verdaulichkeit berechnet. Es ergab sich dabei eine recht enge Beziehung mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = -0,81$ (Abb. 8). Ein r von $-0,81$ deutet aber an, daß noch andere Faktoren vorhanden sind, die die Varianz der Verdaulichkeit der Luzernestengel beeinflussen. In Frage kommen hier in erster Linie Witterungsfaktoren, die nachweislich einen erheblichen Einfluß auf die Futterqualität bzw. die Verdaulichkeit von Futter haben. Aufgrund ihrer vielfältigen Wirkung, ihrer gegenseitigen Überlagerung und Kompensation liefern sie aber bisher nur recht unzulängliche Prognosen des Futterwertes. Weil aber die Witterungseinflüsse mit Sicherheit den Wachstumsverlauf, die Morphologie und damit auch die chemischen Veränderungen beeinflussen, könnte es sinnvoll sein, dem Zusammenhang von morphologischer Entwicklung und Futterqualität mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Neben der Länge des Stengels sollten auch der Durchmesser, die Form des Stengelquerschnittes und die Reißfestigkeit des Stengelgewebes auf ihre Beziehung zur Verdaulichkeit überprüft werden. Vielleicht wäre es mit derart einfachen Kriterien auch dem Berater und Praktiker möglich, die augenblickliche Futterqualität wichtiger Bestandsbildner hinreichend exakt und schnell zu schätzen.

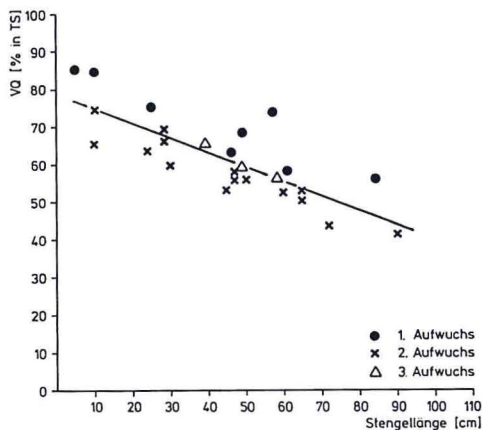


Abb. 8. Beziehungen zwischen der Verdaulichkeit der TS von Luzernestengeln und deren Wuchshöhe in cm. $r = -0,81^{***}$, $y = 79,2 - 0,39x$, Standardfehler der Schätzung $\pm 6,62$, Standardfehler des Regressionskoeffizienten $\pm 0,058$

Relationship between digestibility of the dry matter of lucerne stems and growth height $r = -0.81^{***}$, $y = 79.2 - 0.39x$ standard error of estimation ± 6.62 , standard error of regression coefficient ± 0.058

Zusammenfassung

Am Beispiel von Knautgras und Luzerne wird der Zusammenhang zwischen der morphologischen Differenzierung der Pflanzen und der Veränderung der Kohlenhydrate des Zellinhaltes, der Zusammensetzung der Zellwand und der Verdaulichkeit beschrieben. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. In Stengeln von Futterpflanzen werden deutlich höhere Gehalte an Zellwandbestandteilen bzw. an Zellulose, Hemizellulosen und Lignin gemessen als in den Blättern. Der Fortschritt der Stengelbildung hat daher wesentlichen Einfluß auf die Veränderung der Gesamtverdaulichkeit von Futterpflanzen.

2. An Knaulgras wird im ersten Aufwuchs, wenn eine besonders deutliche Stengelbildung stattfindet, eine entsprechend rasche Verschlechterung der Verdaulichkeit festgestellt. Bleibt die Stengelbildung aus, so können erhebliche Anteile von Nichtstrukturkohlenhydraten in Blättern und Blattscheiden deponiert werden, so daß sich die Gesamtverdaulichkeit des Futters mit fortschreitendem Wachstum langsamer verschlechtert.
3. Luzerne zeichnet sich vor Knaulgras durch hohe Ligningehalte und verhältnismäßig hohe Gehalte an Hemizellulosen in der Zellwand aus.
4. In der Luzerne wird noch deutlicher als im Knaulgras die Gesamtverdaulichkeit der Pflanze vom Wachstumsfortschritt des Stengels bestimmt. Ursachen dafür sind die während des Wachstums kaum veränderten Zellwandgehalte der Blätter bzw. eine deutliche Zunahme der Stengelzellwand sowie auch des Anteils des Stengels an der gesamten Pflanzenmasse.
5. In drei Aufwüchsen während der Vegetationszeit 1978 wurde für die Beziehungen zwischen der Länge und der Verdaulichkeit von Luzernestengeln eine Korrelation von $r = -0,81$ errechnet.
6. Der ursächliche Zusammenhang zwischen der Bauweise der Pflanzen und der daraus folgenden mechanischen Beanspruchung einerseits und der Einlagerung von Zellwand in das Pflanzengewebe andererseits wird am Beispiel von Knaulgras und Luzerne diskutiert.

Summary

Changes in the Cell Contents and the Cell Wall Composition and the Digestibility of Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and Lucerne (*Medicago x varia* Martyn) During Growth

Using cocksfoot and lucerne as examples, the relationship between the morphological differentiation of plants the change of carbohydrates of the cell contents, the composition of the cell walls and digestability are described. The results may be summarised as follows:

1. The stems of fodder plants contain higher concentration of cell wall components (cellulose, hemicelluloses and lignins) than the leaves. The development of stem formation has thus a considerable influence on the total digestibility of fodder plants.
2. For cocksfoot in the first growth when the stem development very clearly occurs, there is a corresponding rapid deterioration in digestibility. Leaving out stem formation, a large fraction of the non structural carbohydrates are deposited in the leaves and leaf sheaths so that they worsen the total digestability of the fodder more slowly with progressive growth.
3. Lucerne may be distinguished from cocksfoot by a high lignin concentration and a relatively high levels of hemicelluloses in the cell wall.

4. In lucerne the digestibility of the plant is determined more clearly than in cocksfoot by the progress in the growth of the stem. The causes of this are the slight changes in cell wall content of the leaves during growth, with a corresponding clear increase in the stem cell wall as well as also an increase in the fraction of the stem of the total plant mass.
5. In three regrowth experiments in the 1978 vegetative period, a correlation of $r = -0.81$ was obtained for the relationship between the length and digestibility of lucerne stems.
6. The causal relationship between the formation of the plant and the consequent mechanical demand on the one side and the deposition of the cell wall in the plant tissue on the other discussed using the examples of cocksfoot and lucerne.

Literaturverzeichnis

- GOERING, H. K., and P. J. VAN SOEST, 1970: Forage fiber analyses. USDA Agriculture Handbook No. 379, 1—20.
- KÜHBAUCH, W., 1973: Veränderung von Kohlenhydratfraktionen in Blättern und Stengeln einiger Knaulgrassorten während des Wachstums. *Landw. Forschg.* 26, 213—220.
- , und G. VOIGTLÄNDER, 1974: Vegetationskegelentwicklung und Variabilität von Zuckergehalten in Knaulgras. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 140, 85—99.
- , und —, 1975: Morphologische Entwicklung und Kohlenhydratstoffwechsel von Lieschgras. *Landw. Forschg.* 28, 303—309.
- MINSON, D. J., C. E. HARRIS, W. F. RAYMOND, and R. MILFORD, 1964: The digestibility and voluntary intake of S22 and H1 ryegrass, S170 tall fescue, S48 timothy, S215 meadow fescue and germinal cocksfoot. *J. Brit. Grassland Soc.* 19, 298—305.
- TILLEY, J. M. A., and R. A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18, 104—111.

Anschrift der Autoren: Univ.-Dozent Dr. W. KÜHBAUCH und Prof. Dr. G. VOIGTLÄNDER, Lehrstuhl für Grünlandlehre, TU München, D-8050 Freising-Weihenstephan.