

# Primärdatenerfassung im Bereich der Fütterung in Milchviehgroßanlagen

Dipl.-Agr.-Ing. Anja Schott, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Aufgabenstellung

Eine wichtige Maßnahme zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Tierproduktion ist der rationelle Einsatz der Futterenergie. Dies soll in der Rinderproduktion auf dem Wege eines verstärkten Grobfuttereinsatzes bei Einsparung von Konzentratfuttermitteln, die aus für die menschliche Ernährung nutzbarem, zum Teil importiertem Getreide produziert werden, erfolgen. Um die angestrebte hohe Milchleistung je Kuh verwirklichen zu können, macht es sich erforderlich, das in unterschiedlicher Qualität vorliegende Grobfutter zielgerichtet einzusetzen. Auf diese Weise wird es möglich sein, das vorhandene Futter effektiv zu nutzen.

Voraussetzung für einen planmäßigen Futtereinsatz ist, Verfahren zu entwickeln und einzusetzen, die eine schnelle und sichere Ermittlung der Primärdaten der Futtermittel in den Anlagen der Tierproduktion ermöglichen.

## 2. Möglichkeiten der Primärdatenerfassung

Für die Rationsberechnung in der Milchproduktion sind als wichtigste Qualitätsparameter folgende Daten zu berücksichtigen:

- Trockensubstanz je kg Futtermittel (TS)
  - Energiegehalt
  - Gehalt an verdaulichem Rohprotein (vRP).
- Zur Zeit stehen für die Erfassung dieser Werte keine zum Einsatz in Produktionsbetrieben geeigneten Schnellmeßverfahren zur Verfügung. An der Realisierung von Lösungen für die Schnellbestimmung der Trockensubstanz auf kontinuierlichem oder diskontinuierlichem Wege wird gearbeitet [1, 2, 3].

Demgegenüber werden in absehbarer Zeit die Bestimmung von Energie- und Proteingehalt der Futtermittel weiterhin an Laboranalysen gebunden sein, da die Ermittlung für Produktionsbetriebe zu aufwendig ist [1].

Um Möglichkeiten für eine schnelle Verfügbarkeit dieser Daten zu schaffen, ist zu untersuchen, ob es möglich ist, dieselben unter Zuhilfenahme von in den Anlagen meßbaren Daten zu errechnen. Wie bereits dargestellt, wird hierfür neben der Masse und dem Volumen der Futtermittel, die auf einfachem Wege zu ermitteln sind, in nächster Zeit nur der Trockensubstanzgehalt zur Verfügung stehen. Es soll geprüft werden, wie dieser für die Berechnung der genannten Werte genutzt werden kann. In einem Versuch wurden Proben verschiedener Futtermittel, Silagen und Grünfütter, im Labor auf ihre Inhaltsstoffe untersucht und auf dieser Basis mit Hilfe der Regressionsanalyse Gleichungen ermittelt, die es ermöglichen, den Gehalt an Energie bzw. Protein auf der Basis der Trockensubstanz zu berechnen. Von Grassilage und Grünfüttergemenge wurden jeweils drei Probeserien unterschiedlicher Herkunft untersucht und die ermittelten Regressionsgleichungen verglichen (Tafeln 1 und 2). Es zeigt sich, daß verschiedene Probeserien einer Futterart erheblich voneinander abweichende Gleichungen ergeben. Das bedeutet, daß, um unverfälschte Ergebnisse zu erzielen, für jede Futterpartie eine eigene Gleichung zu ermitteln ist. Des weiteren werden für diese Methode mehrere Laboranalysen für das jeweilige Futtermittel benötigt, um eine solche Regressionsgleichung aufstellen zu können. Das Ziehen der Proben, der Transport ins Prüflabor sowie die Erstellung der Analysen sind für die Landwirtschaftsbetriebe arbeits- und kostenaufwendig.

Eine praktikablere Lösungsvariante ist die Berechnung des Gehalts an Energie und verdaulichem Rohprotein auf der Basis in der Anlage gemessener Trockensubstanzwerte in Verbindung mit im Labor ermittelten gesicherten Werten des Energie- und Proteingehalts je Kilogramm Trockensubstanz der Futterpartie. Für die bereits im o.g. Versuch eingesetzten Futtermittel wurden diese Modellwerte ermittelt und mit den im Labor gemessenen tatsächlichen Werten verglichen. Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in Tafel 3 dargestellt. Die für die Energie berechneten Werte stimmen weitgehend mit den tatsächlichen Werten überein. Nur in einem Fall weicht der Modellwert mehr als 10% vom Laborwert ab. Der größte Teil der Werte liegt in einem Bereich zwischen 0 und  $\pm 5\%$  Abweichung. Wesentlich geringer ist die Übereinstimmung der Vergleichswerte des verdaulichen Rohproteins. Hier liegen Differenzen über 40% (in einem Fall über 80%) vor. Das Gesamtergebnis zeigt für 69% der Modellwerte Abweichungen bis 10% vom Meßwert, ein Viertel der Werte weicht zwischen 10% und 25% vom Laborwert ab, und in zehn Fällen, das entspricht 7% der untersuchten Werte, wird diese Grenze überschritten. Insgesamt gesehen, sind demzufolge die Ungenauigkeiten bei der Berechnung des Pro-

teingehalts der Futtermittel auf diesem Wege hoch, so daß die errechneten Werte nur als Anhaltswerte genutzt werden können.

In der Sommerfütterung ergibt sich das Problem, daß Laborwerte erst nach mehreren Tagen vorliegen, wenn das Futter bereits verabreicht wurde. Hier sind in Zusammenarbeit mit den Futtermittelprüfstellen Möglichkeiten zu suchen, um Analysewerte auf der Basis der Vorausschätzung zu ermitteln. Einige Tage vor der Ernte sollten von den jeweiligen Futterpartien Proben gezogen werden, die es mit Hilfe von Entwicklungstrendanalysen ermöglichen, Voraussagen über den zu erwartenden Nährstoffgehalt der Futtermittel zum Zeitpunkt der Verabreichung zu geben.

## 3. Erfassen des Trockensubstanzgehalts

Die Ermittlung des Trockensubstanzgehalts der Futtermittel erfolgt mit zwei Zielen, zur Rationsberechnung und zur Produktionskontrolle. Während durch kontinuierliche Meßverfahren die Feuchte eines laufenden Futterstromes erfaßt wird [1], handelt es sich bei diskontinuierlichen Verfahren um Stichprobenuntersuchungen, die unabhängig vom zeitlichen Fütterungsregime der Anlage vorgenommen werden können. Eine Betrachtung der Vor- und Nachteile der beiden Varianten führt zu keiner eindeutigen Aussage zugunsten eines der zur Wahl stehenden Prinzipien. Den Vorteilen der diskontinuierlichen Meßverfahren:

- Unabhängigkeit vom zeitlichen Produktionsablauf in der jeweiligen Tierproduktionsanlage
- geringerer apparativer und kostenmäßiger Aufwand

stehen als Nachteile das Prinzip der stichprobenmäßigen Datenerfassung sowie bei den z. Z. für den Praxiseinsatz bereitstehenden Meßeinrichtungen der hohe Zeit- und Energiebedarf für das Trocknen der Futterproben gegenüber. Bei der im eigenen Versuch festgestellten hohen Variabilität des Trockensubstanzgehalts der Futtermittel sind, in Abhängigkeit von der geforderten Zuverlässigkeit der Werte, in den meisten Fällen mehrere Stichproben zu untersuchen, um sichere Aussagen über den durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt eines Futtermittels treffen zu können. Die für die geprüften Futtermittel errechneten notwendigen Stichprobenzahlen sind in Tafel 4 dargestellt. Berechnungsgrundlage der ausgewiesenen Werte ist folgende Gleichung [4]:

$$n = \frac{u^2 \cdot s^2}{a_x^2};$$

n Stichprobenumfang  
u Genauigkeitsfaktor (1,96 bei statistischer Sicherheit von 95%)  
 $s^2$  Varianz des Trockensubstanzgehalts des Futtermittels  
 $a_x$  zugelassener Stichprobenfehler.  
Der Stichprobenfehler als Ausdruck der geforderten Zuverlässigkeit des Ergebnisses wurde für Grünfütter in Anbetracht des gerin-

Fortsetzung von Seite 321

- [4] Kleiber, M.: Der Energiehaushalt von Mensch und Haustier. Hamburg und Berlin: Parey-Verlag 1967.
- [5] Koallick, M.; Holke, R.: Zum Wasserverbrauch in der industriemäßigen Milchproduktion. agrartechnik 30 (1980) H. 11, S. 486—488.
- [6] Kaiser, E.: Wirtschaftliche Wasserverwendung im Produktionsprozeß. Tierzucht 34 (1980) H. 11, S. 509—513.
- [7] Rößner, H.; Fitzthum, H.: Elektroenergetische Prüfung der Milchviehanlage Bernau-Albertshof. Technische Universität Dresden, Institut für Landtechnische Betriebslehre, 1968 (unveröffentlicht).
- [8] Rößner, H.; Fitzthum, H.: Elektroenergetische wirtschaftliche Untersuchung der Milchviehanlage Gundorf. Technische Universität Dresden, Institut für Landtechnische Betriebslehre 1968 (unveröffentlicht).
- [9] Kleinhans, W.: Wirtschaftlichkeit ausgewählter Technologien zur Energieerschließung, Agrarwirtschaft und Energie, Berichte über Landwirtschaft, Hamburg und Berlin (1979) 195. Sonderheft, S. 263—284.
- [10] Thurm, R.: Möglichkeiten und Grenzen der Energieversorgung landwirtschaftlicher Betriebe durch Biogas. KMU Leipzig, Dissertation 1959 (unveröffentlicht). A 3084

Tafel 1. Beispiel für den Zusammenhang zwischen Trockensubstanz- und Energie- bzw. Proteingehalt je kg Futtermittel bei Grassilage (EF<sub>T</sub><sup>+</sup>, vRP<sup>+</sup> Modellwerte für Energie bzw. Protein)

Probe	Korrelationskoeffizient	Regressionsgleichung
Energiegehalt I	0,982	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = -30,6 + 0,58 TS
II	0,978	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = - 6,6 + 0,47 TS
III	0,799	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = -11,2 + 0,52 TS
Proteingehalt I	0,887	vRP <sup>+</sup> = -14,6 + 0,13 TS
II	0,802	vRP <sup>+</sup> = -12,1 + 0,12 TS
III	0,915	vRP <sup>+</sup> = -37,2 + 0,17 TS

Tafel 2. Beispiel für den Zusammenhang zwischen Trockensubstanz- und Energie- bzw. Proteingehalt je kg Futtermittel bei Grünfuttermenge (EF<sub>T</sub><sup>+</sup>, vRP<sup>+</sup> Modellwerte für Energie bzw. Protein)

Probe	Korrelationskoeffizient	Regressionsgleichung
Energiegehalt I	0,943	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = -11,5 + 0,39 TS
II	0,986	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = -18,1 + 0,71 TS
III	0,942	EF <sub>T</sub> <sup>+</sup> = -11,3 + 0,64 TS
Proteingehalt I	0,02	vRP <sup>+</sup> = +15,6 + 0,01 TS
II	0,27	vRP <sup>+</sup> = +10,4 + 0,06 TS
III	0,41	vRP <sup>+</sup> = + 8,9 + 0,08 TS

Tafel 3. Variationsbreite der Abweichungen zwischen errechneten Werten und Laborwerten in % (Laborwerte  $\pm$  100 %)

Futtermittel	Energie	Protein
Grassilage I	- 9,9... 11,1	-26,3... 84,5
Grassilage II	-10,0... 5,3	-38,9... 46,7
Grassilage III	- 7,5... 6,8	-28,2... 45,3
Maissilage	- 2,2... 1,7	-16,5... 13,9
Rübenblattsilage	- 3,7... 3,4	-13,2... 18,1
Grünfuttermenge I	- 3,2... 4,1	-12,2... 20,0
Grünfuttermenge II	- 6,4... 6,3	-24,5... 17,9
Grünfuttermenge III	- 4,0... 4,6	- 7,9... 9,3
Luzerne	- 5,7... 6,9	-11,8... 12,9
Weidelgras	- 2,4... 5,9	- 6,7... 6,8
Knaulgras	- 3,5... 5,5	- 5,8... 8,2
Klee gras	- 2,0... 3,3	- 8,6... 11,2
Wiesengras	- 5,8... 5,1	-11,0... 37,1
Feldgras	- 5,4... 5,7	-12,6... 15,1

Tafel 4. Notwendiger Stichprobenumfang zur Ermittlung des durchschnittlichen Trockensubstanzgehalts verschiedener Futtermittel bei Vorgabe unterschiedlicher Genauigkeitsgrenzen (a<sub>x</sub> vorgegebener zulässiger Stichprobenfehler, s<sup>2</sup> Varianz der Futtermittel)

Futtermittel	s <sup>2</sup>	a <sub>x</sub> = 5 %	a <sub>x</sub> = 2 %	a <sub>x</sub> = 1 %
Grassilage I	41,40	11	38	—
Grassilage II	54,20	14	52	—
Grassilage III	8,40	3	8	—
Maissilage	4,30	2	5	—
Rübenblattsilage	3,40	1	4	—
Grünfuttermenge I	0,22	—	1	1
Grünfuttermenge II	1,02	—	1	4
Grünfuttermenge III	0,32	—	1	2
Luzerne	0,08	—	1	1
Weidelgras	0,07	—	1	1
Knaulgras	0,89	—	1	4
Klee gras	0,97	—	1	4
Feldgras	1,52	—	2	6
Wiesengras	1,37	—	2	6

geren Trockensubstanzgehalts niedriger angesetzt. Eine Verringerung der Anzahl der Stichproben läßt den Stichprobenfehler stark ansteigen. Bei einer Begrenzung der Untersuchung der Grassilage auf fünf Stichproben ist z. B. eine Erhöhung des zu erwartenden Stichprobenfehlers auf über 30% die Folge. Der erhöhte Arbeitsaufwand für mehr Messungen ist somit gegen die Ungenauigkeit der Ergebnisse bei weniger Stichproben abzuwägen. Die Genauigkeit der Ergebnisse beim Einsatz kontinuierlich arbeitender Meßverfahren ist größer, da der gesamte Futterstrom in die Datenerfassung einbezogen ist. Ein weiterer Vorteil dieser Meßverfahren besteht in der Möglichkeit, die Datenerfassung zu automatisieren und somit den Arbeitszeitaufwand zu verringern. Hier stehen als Nachteile die Abhängigkeit vom zeitlichen Produktionsablauf der Tierproduktionsanlage, der zu erwartende höhere Kostenaufwand sowie Schwierigkeiten bei der Eingliederung in das Fütterungssystem eines Teils der z. Z. bestehenden Milchviehanlagen. Die Schwierigkeiten bei der Eingliederung in das Fütterungssystem eines Teils der Anlagen des derzeitigen Angebotsprojekts ergeben sich in den Anlagen mit mobiler Futterentnahme und Beschickung der Dosierer. Hier ist die Einordnung einer solchen Meßstelle nur nach den Dosierern möglich. Im Angebotsprojekt AP 1930 sind zwei Dosierer vorgesehen, nicht selten jedoch werden Rationen, die aus drei oder vier Grobfuttermitteln bestehen, eingesetzt, so daß aus den Dosierern bereits Futtermischungen abgegeben werden. Im Interesse der Kontrollierbarkeit der eingesetzten Ration hingegen ist die Analyse des Trockensubstanzgehalts jeder einzelnen Futterkomponente notwendig. Der Einsatz kontinuierlich und automatisch arbeitender Meßverfahren erscheint vor allem für die weitere Entwicklung und

Automatisierung der Fütterung in Tierproduktionsgroßanlagen vorteilhaft, da eine Rückkopplung zur Dosiereinrichtung eine weitere Kontrolle der Futterversorgung der Tiere bei gleichzeitigem Zurückdrängen subjektiver Einflußmöglichkeiten und Fehlerquellen ermöglicht.

#### 4. Zusammenfassung

Für eine leistungsgerechte Fütterung der Milchkühe bei effektivster Futterausnutzung ist ein gezielter Einsatz von Grobfuttermitteln unterschiedlicher Qualität notwendig. Voraussetzung hierfür sind Kenntnisse über die Qualitätskennziffern des verfügbaren Futters. Es sind Methoden und Einrichtungen zu entwickeln, die es ermöglichen, diese Daten schnell und zuverlässig in den Tierproduktionsanlagen zu ermitteln. Besondere Aufmerksamkeit wird der Entwicklung von Meßeinrichtungen zur Erfassung des Trockensubstanzgehalts der Futtermittel gewidmet. Eine Berechnung von Energie- und Proteingehalt auf der Basis der Trockenmasse der Futtermittel ist möglich, wenn gleichzeitig ein Laborwert über den Gehalt dieser Nährstoffe je Kilogramm Trockenmasse vorliegt. Aufgrund der hohen Variabilität der Trockensubstanzwerte bei verschiedenen untersuchten Silagen und Grünfuttermitteln sind mehrere Stichproben zur Ermittlung des durchschnittlichen Trockensubstanzgehalts eines Futtermittels nötig, so daß der Einsatz kon-

tinuierlich arbeitender Meßgeräte günstig erscheint. Die Vor- und Nachteile kontinuierlich bzw. diskontinuierlich arbeitender Meßeinrichtungen werden diskutiert.

#### Literatur

- [1] Haußig, R.: Kontinuierliche Qualitäts- und Quantitätserfassung von Grobfuttermitteln an Bandanlagen bei der industriemäßigen Rinderproduktion. TU Dresden, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [2] Jahns, G.; Paul, W.; Speckmann, H.: Schnelle Materialfeuchtebestimmung durch rechnerüberwachte Trocknung mit Mikrowellen. Grundlagen der Landtechnik 30 (1980) H. 3, S. 74—80.
- [3] Schälitz, G.; Lätzsch, H.; Richert, H.: Schnellbestimmung des Trockensubstanzgehalts von Grobfuttermitteln auf der Basis der relativen Dichte. agrartechnik 28 (1978) H. 1, S. 14—15.
- [4] Göttner, R.; Krieg, R.; Fischer, P.: Was ist — was kann Statistik? Leipzig/Jena/Berlin: Urania-Verlag 1978. A 2980