

# Untersuchungen an der elektromechanischen Förderbandwaage EBW 67 für Durchsätze bis $10 \text{ th}^{-1}$

Dipl.-Ing. F. Zschaage, KDT / Dr. M. Gläser, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

## 1. Aufgabenstellung

Bei der industriemäßigen Milchproduktion ist die optimale Zuteilung von Futter je Tier und Tag ein wesentlicher ökonomischer Gesichtspunkt. Die Futtermenge soll dabei so bemessen sein, daß einerseits die Tiere ausreichend versorgt werden, andererseits aber kein Restfutter verbleibt. Das erfordert erstens, daß die richtige Futtermenge bekannt ist und zweitens, daß die verabreichte Futtermenge möglichst exakt erfaßt wird. Wenn auch erfahrene Futtermeister diese Menge einigermaßen genau abschätzen können, so ist diese Verfahrensweise für die industriemäßige Milchproduktion jedoch nicht mehr akzeptabel.

Mit relativ geringen Fehlern lassen sich Futtermengen mit Hilfe von Waagen bestimmen. Wegen des kontinuierlichen Transports des Futters mit Förderbändern kommen als Waagentyp in erster Linie Förderbandwaagen in Frage. Diese haben sich als mechanisches oder elektromechanisches Wägesystem in anderen Industriezweigen (Kohle-, Baustoffindustrie) seit mehreren Jahrzehnten außerordentlich bewährt. Gegenüber diesen Industriezweigen werden an die Förderbandwaagen beim Einsatz in der Landwirtschaft jedoch relativ extreme Forderungen gestellt:

- wegen der geringen Dichte der zu fördernden Grundfutterarten um etwa den Faktor 10 geringere Bandbelegungen als bei den bewährten Waagentypen (sie liegt teilweise in der Größe der Wägebückenbelegung durch das Förderband selbst)
- Wägung klebender Güter
- relativ stark schwankende Bandbelegung

Es war daher zu prüfen, ob insbesondere elektromechanische Förderbandwaagen für die Futtermengenbestimmung einsetzbar und welche Fehler zu erwarten sind.

## 2. Versuchsaufbau

Die Eignung einer elektromechanischen Förderbandwaage für einen beabsichtigten Einsatz kann, sofern nicht bereits Ergebnisse aus einem Einsatz unter ähnlichen Bedingungen vorliegen, nur durch Versuche festgestellt werden. Daher wurde eine Versuchs-Förderstrecke mit einem Gurtbandförderer des VEB Landmaschinenbau Falkensee mit einer Förderlänge von 63 m aufgebaut und in der Mitte der Förderstrecke eine den speziellen Einsatzbedingungen in der Landwirtschaft angepaßte elektromechanische Förderbandwaage (EBW 67) des VEB Großwaagenfabrik Weißensee eingefügt (Bilder 1 und 2). Aufbau und Wirkungsweise einer elektromechanischen Förderbandwaage sind in der Literatur beschrieben [1/ 2/ 3/]. Die Stationierung der EBW 67 in Förderstreckenmitte und Umschaltbarkeit der Förderrichtung ermöglichen einen alternierenden Betrieb. Eine in vorgegebener Weise belegte Bandstrecke von 25 m Länge konnte so beliebig oft ohne arbeitsaufwendige Neubeladung über die Wägebücke transportiert werden.

Zur Beschickung der Bandstrecke mit Futter diente ein neben dem Gurtförderer aufgestellter Futterdosierer mit Quersförderband.

## 3. Versuchsdurchführung und -ergebnisse

### 3.1. Parameter und Kalibrierung

Vor den Versuchen wurden zunächst die Parameter der EBW 67 gemäß [4/ und die Angaben des Herstellers über-

prüft. Sie lagen innerhalb der in der Eichvorschrift festgelegten Grenzen oder stimmten mit den Angaben des Herstellers überein. Danach wurde die EBW 67 kalibriert [4/ (Diese Kalibrierung wurde ebenso wie die Parameterüberprüfung vor jedem neuen Versuch wiederholt):

- Leerlaufprüfung (Einstellen des Nullpunktes). Die Fehlergrenze konnte mühelos eingehalten werden.
- Normallastprüfung (Einstellen des Meßbereiches und Prüfung auf Linearität der Anzeige mit Hilfe von Wägestücken). Die Fehler lagen innerhalb der zulässigen Grenzen.

### 3.2. Vergleichende Untersuchungen mit einem repräsentativen Futterersatz

Vor den eigentlichen Versuchen wurde das Leerbandsignal durch einen externen Schreiber aufgezeichnet und eine Strecke von 25 m mit den kleinsten Änderungen der Bandmasse für die spätere Belegung ausgewählt (Bild 3).

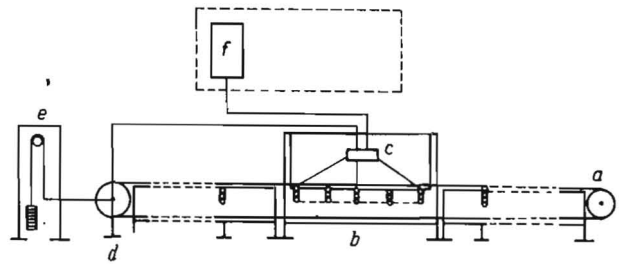
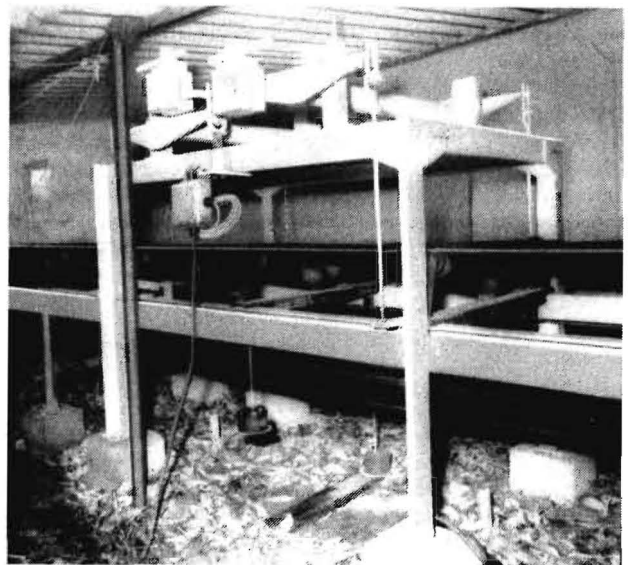


Bild 1. Schema der Versuchsförderstrecke:

a Antriebsstation, b Wägebücke, c Kraftmeßdose, d Umlenkeinheit mit Bandgeschwindigkeitsgeber, e Ballastspannstation, f Wägeschrank

Bild 2. Ansicht der Wägebücke



Hierfür wurden an der Luft getrocknete und in dicht verschürfte Plastesäcke eingefüllte Sägespäne mit einer Masse von 2 bzw. 5 kg  $\pm$  20 g benutzt. Die Dichte der Sägespäne lag bei 220 kg/m<sup>3</sup> und entspricht damit etwa dem Mittelwert der bei Grundfutterarten vorkommenden größten bzw. kleinsten Schüttdichte (50 kg/m<sup>3</sup> bis 500 kg/m<sup>3</sup>).

Mit diesen leicht zu handhabenden Säcken wurde eine Bandstrecke von 25 m mit unterschiedlicher Gesamtmasse und verschiedener Verteilung belegt und diese jeweils mehrfach mit der EBW 67 gewogen.

Die auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse stimmten mit denen der Normallastprüfung gut überein (Bild 4).

Durch Änderung der Impulszahl für die Normallastprüfung ließe sich jedoch eine eventuell auftretende Differenz in dieser Hinsicht jederzeit korrigieren. Außerdem bestätigte diese Versuchsserie die Eignung der eingesetzten Sägespäne als Futterersatz für derartige Untersuchungen. Mit den sich daran anschließenden Versuchen wurden unter Verwendung des Futterersatzes verschiedene denkbare Störungen und deren Einfluß auf das Wägebildnis untersucht (Bild 5).

#### — Ausführung der Wägebücken-Tragrollen

Der Fehler bei Verwendung serienmäßiger Tragrollen (Kurve b), die sowohl unausgewuchtet als auch bis zu 1,2 mm unrund waren (zulässig sind 0,2 mm), ist nur unwesentlich größer (0,8 kg [b] statt 0,5 kg [a] bei 50 Prozent Nennlast) als bei übergedrehten, schlag- und unwuchtfreien Tragrollen (Kurve a).

#### — Verkrustungen

Sie wurden durch auf den Tragrollen befestigte 5-mm-Stahlstäbe unterschiedlicher Anzahl inner- und außerhalb der Wägebücke simuliert. Bei „Verkrustung“ der Tragrollen beiderseits der Wägebücke ist der Fehler (Kurve c) relativ gering und steigt bei „Verkrustung“ der Tragrollen innerhalb der Wägebücken stark an, wobei die Fehler bei unsymmetrischer Anordnung (ein Stab auf jeder Tragrolle, Kurve d) sogar noch etwas größer sind als bei symmetrischer (zwei Stäbe, Kurve e); dies ist vermutlich auf die bei nur einem Stab vorhandene Unwucht zurückzuführen. Bei diesen Versuchen war nicht nur ein Flattern des Förderbands, sondern auch ein Tänzeln der Wägebücke zu beobachten. Die simulierten Verkrustungen dürften einen Extremfall darstellen. Normalerweise wird die Verkrustung nicht so begrenzt lokalisiert wie bei einem Stab sein, sondern allmähliche Übergänge aufweisen. Auf alle Fälle zeigen die Ergebnisse, daß stärkere Verkrustungen mit Rücksicht auf Meßgenauigkeit und Grenznutzungsdauer des EBW 67 vermieden werden müssen.

#### — Fehljustierung der Wägebücke

Die Anhebung der Wägebücke um 8 mm (Kurve f im Bild 5) bewirkte einen mit der Belegung zunehmenden positiven, die Absenkung um den gleichen Betrag einen gleichfalls zunehmenden negativen Fehler (Kurve g). Der bis auf zwei Meßpunkte in Kurve g bei 10 und 20 kg nahezu lineare Verlauf der Fehlerkurve deutet darauf hin, daß die Wägebücke bei nicht richtiger Justierung auf die Belastung durch das Fördergut anders reagiert als auf die diesen Versuchen vorausgegangene Einstellung des Meßbereiches durch Wägestücke. Eine Dejustierung um  $\pm$  8 mm dürfte aber in der Praxis nicht vorkommen und eine mühelos erzielbare Justierung auf  $\pm$  1 mm wird sich sicher nicht auf den Fehler auswirken.

#### — Überlastung der EBW 67

Der Fehler bei Überschreitung der Nennbelegung muß wegen des Ansprechens des Überlastschutzes der Kraftmeßdose zunehmend negativ werden (Bild 6). Der Versuch bestätigte diese Vermutung, zeigte aber, daß eine einigermaßen gleichbleibende Überlastung um 50 Prozent durchaus noch von der EBW 67 bei geringfügig über den Eichfehlergrenzen liegendem Fehler vertragen wird.

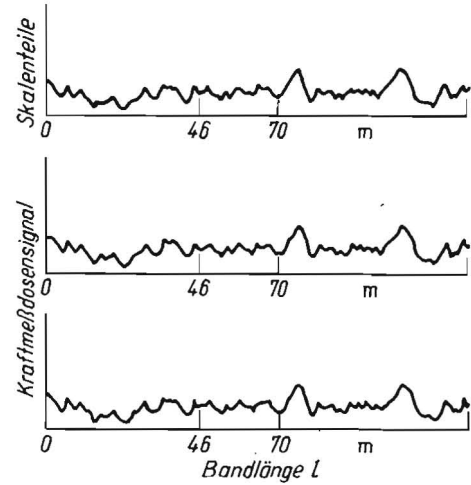


Bild 3. Leerbandsignal

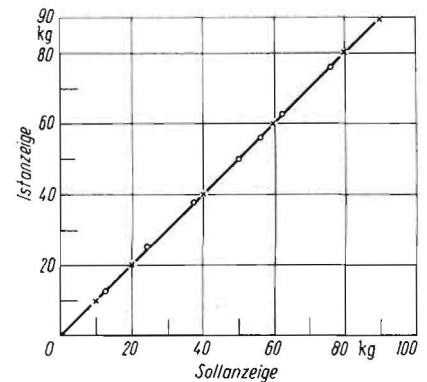


Bild 4. Linearität und Vergleich Normallast — Fördergutprüfung: o Wägestücke. x Modellsubstanz

#### — Wägeschranktemperatur

Der Verlauf der Taraanzeige in Abhängigkeit von der Wägeschranktemperatur bei einem Aufheizversuch macht deutlich (Bild 7), daß eine möglichst konstant bleibende Wägeschranktemperatur angestrebt werden muß, wobei der Absolutwert der Temperatur selbst im vom Hersteller angegebenen Intervall eine untergeordnete Rolle spielt. Der Temperatureinfluß auf die Kraftmeßdose wurde nicht untersucht, da sie gemäß /2/ bereits temperaturkompensiert ist.

#### 3.3. Versuche mit Futter

Für die Betriebsprüfung wurden 2 Futterarten verwendet: Welkgras (geringe Dichte) und nasse Rübenschnitzel (stark haftend). Beide repräsentieren Extremfälle der in der Praxis vorkommenden Futterarten. Zum Vergleich wurden die Sägespänesäcke herangezogen. Bei den beiden Futterarten wurde das Förderband durch einen Dosierer beschickt. Dieser erzeugte beim Welkgras einen befriedigend gleichmäßigen Gutstrom; bei den Rübenschnitzeln dagegen wechselten Stellen mit erheblicher Überbelegung mit leergebliebenen Bandstrecken ab. Die Forderung der Eichvorschrift, die Bandbelegung solle zwischen 20 und 100 Prozent der maximalen Bandbelegung liegen, war hierbei keineswegs erfüllt. Dies ist mit Sicherheit die Ursache für die teilweise erhebliche Überschreitung der Eichfehlergrenze bei Rübenschnitzel (—17 Prozent bei Nennlast; Bild 6), während die Eichfehlergrenzen bei Welkgras und bei dem Futterersatz eingehalten wurden.

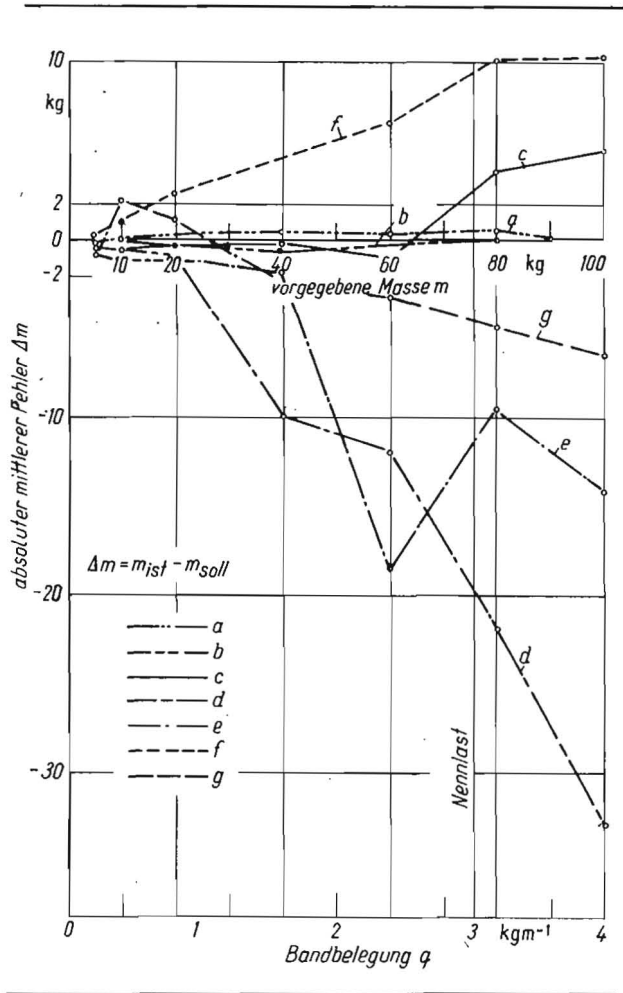


Bild 5. Absoluter mittlerer Fehler bei verschiedenen Einflüssen: a bearbeitete Tragrollen, b serienmäßige Tragrollen, c Verkrustung außerhalb der Wägebrücke, d Verkrustung innerhalb der Wägebrücke (1 Stab), e Verkrustung innerhalb der Wägebrücke (2 Stäbe), f Fehljustierung, Anhebung, g Fehljustierung (Absenkung)

#### 4. Schlußfolgerungen

Aus den Versuchsergebnissen läßt sich folgendes ableiten:

- Die EBW 67 ist nach den bisherigen Untersuchungen zur Massebestimmung von Rindergrundfutter geeignet, wenn bei der Futterdosierung die vorgeschriebenen Grenzen der Bandbelegung (20 Prozent bis 100 Prozent der Nennbelegung) eingehalten werden.
- Verkrustungen der Tragrollen im Wägebrückenbereich sind durch geeignete technologische Mittel zu verhindern, da sie den Wägefehler und die Grenznutzungsdauer der EBW 67 stark beeinflussen.
- Für den Wägebrückenbereich können serienmäßige Tragrollen verwendet werden, wobei Tragrollen mit möglichst wenig Unrundheit (< 1 mm) und Unwucht ausgewählt werden sollten.
- Die Eichvorschrift muß hinsichtlich der Wägebrückenjustierung präzisiert werden.
- Der Wägeschrank ist in einem Raum mit möglichst konstanter Temperatur aufzustellen.
- Bei Untersuchungen mit weiteren Futterarten muß festgestellt werden, ob eine futterspezifische Einstellung bei der Meßbereichskalibrierung vorgenommen werden muß und
- inwieweit die bisherigen Einrichtungen gegen Verkrustung der Tragrollen (Abstreifer) bei einem längeren Betrieb wirksam sind.

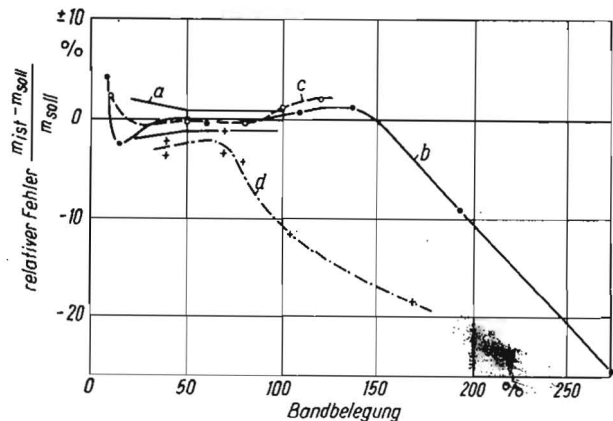


Bild 6. Relativer Fehler in Abhängigkeit von der Bandbelegung: a Eichfehlergrenze, b Sägespäne in Säcken (Modellsubstanz), c Welkgras, d Rübenschnitzel

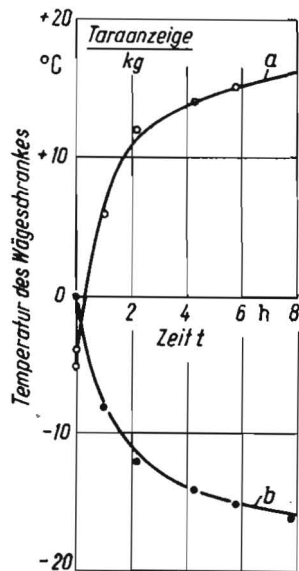


Bild 7. Einfluß der Wägeschranktemperatur (a) auf die Taraanzeige (b)

#### 5. Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Eignung einer elektromechanischen Förderbandwaage EBW 67 als Wägesystem zur Futtermengenbestimmung in industriemäßigen Milchproduktionsanlagen wurde eine Versuchsförderstrecke aufgebaut. Der Kontrolle der Parameter der EBW 67 und des Gurtbandförderers sowie der Kalibrierung der EBW 67 folgten Vergleichsuntersuchungen mit einem repräsentativen Futterersatz (Sägespäne) und eine Betriebsprüfung mit zunächst zwei Futterarten. Aus den Vergleichsuntersuchungen ergeben sich die Bedingungen für den Einsatz und aus der Betriebsprüfung die Eignung der EBW 67 als Wägesystem zur Massebestimmung bei Welkgras und nassen Rübenschnitzeln. Die Betriebsprüfungen werden durch Untersuchungen mit weiteren Futterarten fortgesetzt.

#### Literatur

- /1/ — Prospekt „Elektromechanische Förderbandwaage“. VEB Großwaagen Berlin 1968
- /2/ — Dokumentation zur Förderbandwaage EBW 67 für Durchsätze bis 10 t/h; VEB Großwaagen Berlin 1973 (unveröffentlicht).
- /3/ Padelt, E. / H. Damm: Wägetechnik in der Automatisierung. Berlin: VEB Verlag Technik 1972.
- /4/ — Eichvorschrift DAMW-VM 166.3.1; EV-1; DAMW Berlin, Dezember 1965. A 9491