

besuchten Anlage standen an Futtermitteln nur eine geringe Menge an Konzentraten sowie Küchenabfälle, denen 14% Melasse zugesetzt waren, zur Verfügung. Während das Küchenabfall-Melasse-Gemisch über eine Rohrfütterungsanlage vom Futteraufbereitungshaus in die Tröge verteilt wurde, ließ sich das Konzentrat nur in Handarbeit dosieren. Die Gülle wird täglich mit Wasser ausgespült und fließt über unmittelbar an die Buchten angrenzende, entlang dem Stall verlaufende offene Gerinne in eine außerhalb der Anlage befindliche Lagune. Die Verladung der Schlachtschweine erfolgt mit Hilfe von Rampen.

In der Anlage arbeiten 37 Arbeitskräfte. Eine vorgesehene Schwarz-Weiß-Trennung mit Personenschleuse erlaubt bei Bedarf entsprechende seuchenhygienische Maßnahmen.

Die angetroffenen Lösungen wurden auszugsweise dargestellt.

### Literatur

- [1] Estrada, F.: Angaben zur Charakteristik der Rinder in Kuba (spanisch). Zentraluniversität Santa Clara. Manuskript 1977. (unveröffentlicht).
- [2] Die aktuelle Entwicklung und die Perspektive der Konstruktionen der Landwirtschaft in Kuba (spanisch). Herausgeber: Nationale Gruppe für Konstruktion in der Landwirtschaft DESA, La Habana, September 1974.

A 2418

# Radiometrische Streckenbelegungs sonden – eine Kurzbeschreibung mit Angabe von Einsatzmöglichkeiten

Dr. M. Gläser/Dr. M. Beer, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Seit der ersten Anwendung der radiometrischen Streckenbelegungs sonden als Rationalisierungsmittel in der landtechnischen Forschung [1, 2] hat sich ihr Benutzungsumfang wesentlich erweitert [3]. Auch in der Industrie wird ihr Einsatz erprobt. Der vorliegende Bericht soll den gegenwärtigen Stand der Entwicklung dieser Sonden, ihre wesentlichen Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten zusammenfassend darstellen.

Streckenbelegungs sonden sind eine Variante des Signalgebers (anstelle von beispielsweise Rollen auf Druckmeßdosen) für die Streckenbelegung  $m^*$  in Bandwaagen (Bild 1). Ihr Signal führt, wie das anderer Geber, unter zusätzlicher Erfassung von Gurtgeschwindigkeit und Förderzeit gemäß Gl. (1) zu den interessierenden Meßgrößen Massenstrom (Durchsatz)  $\dot{m}$  und transportierte Gesamtmasse  $m$ . Bei ausreichend konstanter Gurtgeschwindigkeit  $v_1 = v$  kann auf die kontinuierliche Erfassung der Gurtgeschwindigkeit verzichtet werden. Diese Variante ist für die meisten Forschungs- und Prüfzwecke ausreichend.

## 2. Wirkungsweise und Aufbau

### 2.1. Wirkungsweise

Radiometrische Streckenbelegungs sonden und solche enthaltende Bandwaagen sind bekannt (z. B. [4 bis 9]). Sie haben den Nachteil, daß das Meßgutprofil quer zur Förderrichtung nahezu konstant gehalten werden muß. In den im FZM Schlieben/Bornim entwickelten Varianten wurde durch die Anordnung der Quellen und durch eine spezielle elektronische Impulsverarbeitung erreicht, daß die transportierte Masse auch bei unregelmäßiger, sich verändernder Querverteilung gemessen werden kann [10, 11].

### 2.2. Kurzbeschreibung

Die wesentlichen Daten (Tafel 1) der z. Z. verfügbaren Sonden RSS-3, RSS-4 und RSS-5 (Bilder 2 bis 4) unterscheiden sich aufgrund des äußeren Aufbaus der Sonden (Kompakt- bzw. Segmentbauweise). Ihr Meßbereich ist durch den wahlweisen Einbau von Amerizium-241, Cäsium-137 und Kobalt-60 als Strahlungsquelle

an die jeweils vorliegenden maximalen Flächenbelegungen optimal anpaßbar.

In der o. g. Reihenfolge ist die elektronische Bestückung mit modernen Bauelementen zur Anpassung an die neueren Meßgerätegenerationen erfolgt. Während zum Betrieb der RSS-3 und RSS-4 noch mehrere periphere Geräte erforderlich sind, konnten durch den Übergang zu integrierten Schaltkreisen in zunehmendem Maß die erforderlichen Spannungen einem einzigen Gerät entnommen werden. Als solches hat sich der „Kleine Strahlungsmeßplatz 20026“ des VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden bewährt (Bild 5). Dadurch konnten der Aufbau- und Bedienungsaufwand bei der RSS-5 gegenüber den anderen Ausführungen wesentlich reduziert werden.

Die von den Sonden gelieferte Endinformation über die jeweilige Streckenbelegung liegt in Form von Impulszahlen vor. Sie repräsentieren die in der jeweiligen Wägezeit vorhandene mittlere Streckenbelegung. Aus entsprechenden Kalibrierkurven (Abschnitt 2.3.) wird diese Streckenbelegung  $m^*$  dann entnommen und über die Beziehung

$$m = \int_{t_1}^{t_2} m_i^* v_i dt \quad (1)$$

bzw. bei hinreichend konstanter Gurtgeschwindigkeit über

$$m = m^* v (t_2 - t_1) \quad (2)$$

mit Gurtgeschwindigkeit und Wägezeit (Förderzeit) zur interessierenden Fördermenge verrechnet (vgl. Bild 1).

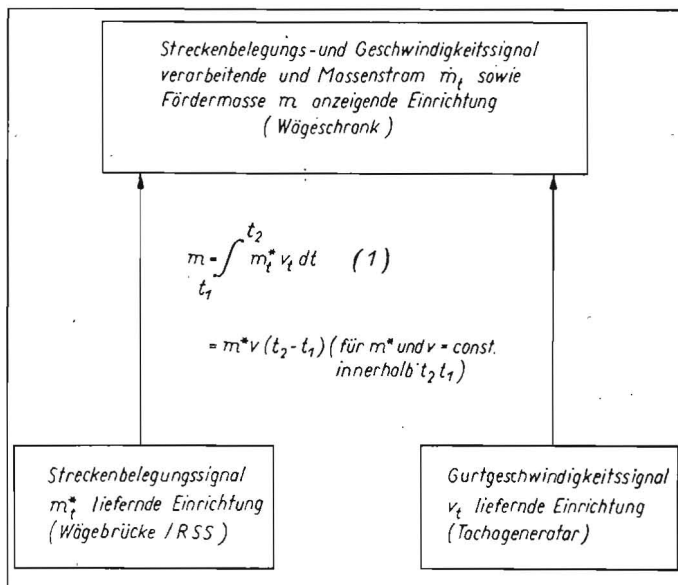
Die on-line-Auswertung mit Hilfe eines unmittelbar in die Sonde integrierten Kleinrechnerschaltkreises (U 820 D) ist ebenfalls realisiert und in Praxiseinsätzen erprobt worden [12, 13].

### 2.3. Kalibrierkurve der Sonden

Die Kalibrierung der Sonden erfolgt im Prinzip auf zweierlei Weise:

— Der Wägeaufgabe angepaßte bekannte Kalibrier-Fördermengen werden durch die Sonde gefördert und die sich gegenüber dem leeren Gurt ergebende Zählratendifferenz in

Bild 1  
Hauptbestandteile einer (radiometrischen) Bandwaage



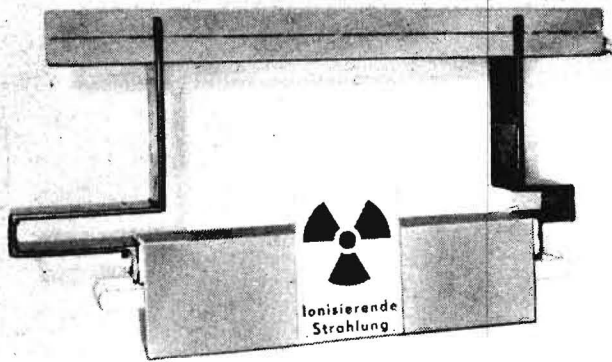


Bild 2. Radiometrische Streckenbelegungs-sonde RSS-3

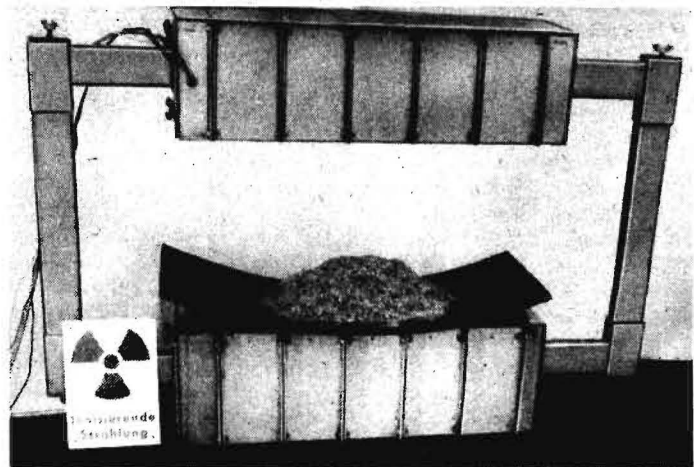


Bild 4. Radiometrische Streckenbelegungs-sonde RSS-5

Tafel 1. Hauptkenndaten der bisher realisierten Streckenbelegungs-sonden

Kenndaten	Ausführungsvariante			
		RSS-3	RSS-4	RSS-5
Einsatzbreite	mm	500	600	100...900 (in 100-mm-Stufen)
lichte Höhe	mm	300	300	300
erforderliche Einbaulänge	mm	100	175	200
Radionuklid		Cs-137	Am-241	Cs-137 je Segment 2 x 7,4 · 10 <sup>7</sup>
Aktivität	Bq	18 x 7,4 · 10 <sup>7</sup>	9 x 3,7 · 10 <sup>5</sup>	Am-241 2 x 3,7 · 10 <sup>5</sup>
Detektoren/Zählrohrtyp		6 x VA-Z-221	9 x Sonderanfertigung	je Segment 2 bis 3 x VA-Z-221
Fördergut		beliebig	reinorganische bzw. spezielle Kalibrierung	beliebig reinorganische bzw. spezielle Kalibrierung
Bereich maximaler Flächenbelegung	kg/m <sup>2</sup>	40...250	20...95	40...250 20...95
Dauerbetrieb ohne Zählrohrwechsel	a	2...3	2...3	2...3
Meßunsicherheit	%	<3	<3	<3

Beziehung zu diesen Fördermengen gesetzt. Jede andere geförderte Menge läßt sich dann durch Verhältnisbildung ermitteln („dynamische“ Kalibrierung, Betriebsprüfung [14]). — In den Strahlengang werden — bei laufendem Gurt — Gutschichten des zu wägenden Materials gebracht, die bestimmten Flächen- bzw. Streckenbelegungen entsprechen. Man erklärt eine Kalibrierkurve, aus der die der mittleren Zählratenänderung im Förderzeitraum entsprechende mittlere Streckenbelegung entnommen werden kann („statische“ Kalibrierung, Normallastprüfung [14]).

Im Bild 6 sind die Kalibrierkurven der Sonde RSS-5 wiedergegeben. Durch Veränderung der in den Detektorein-

heiten wirksamen Sperrzeiten kann man die Linearisierung der Kalibrierkurven bis zu der jeweils vorliegenden maximalen Flächen- bzw. Streckenbelegung bewirken. Diese Linearisierung ist die wichtigste Voraussetzung für die o.g., von der Querverteilung des Gutes unabhängige Erfassung der Streckenbelegung [10, 11]. Eine Linearisierung über diesen gerade notwendigen Bereich geht auf Kosten der Meßempfindlichkeit. Wird die Meßempfindlichkeit zu gering, ist zum Sondentyp mit der energiereicheren Gammastrahlung überzugehen.

### 3. Arbeitsergebnisse

#### 3.1. Materialeinfluß

Die mit Cäsium-137 bestückten Sonden liefern

ein von der chemischen Zusammensetzung des Fördergutes unabhängiges Signal. Extreme Wassergehaltsunterschiede ( $\geq 30\%$ ) können jedoch einen Einfluß auf das Meßergebnis haben; in solchen Fällen muß dann eine spezielle Überprüfung erfolgen.

Bei den mit Americium-241 bestückten Sonden liegt prinzipiell ein Materialeinfluß vor, so daß für jede zu fördernde Gutart eine spezifische Kalibrierkurve aufgenommen werden muß. Ist jedoch der prozentuale Gehalt der in unterschiedlichen Gütern enthaltenen chemischen Elemente konstant, wie z.B. in erdfreien organischen Futtermitteln, so können trotz des Vorhandenseins unterschiedlicher chemischer Verbindungen für diese die gleichen Kalibrierkurven bzw. Bezugswerte benutzt werden. Schwankender Wassergehalt hat bei organischen Stoffen keinen Einfluß auf das Meßsignal [3].

#### 3.2. Gutprofileinfluß

Die Querverteilung des auf dem Gurt liegenden Materials hat keinen Einfluß auf das Meßsignal (vgl. Bild 7) [2, 3]. Stark schwankende Längsverteilung führt bei statischer Kalibrierung zu systematischen Fehlern, die durch dynamische Kalibrierung mit entsprechender Streckenbelegung ausgeschaltet werden können.

#### 3.3. Temperatureinfluß

Sämtliche 3 Sonden zeigen im Temperaturintervall +5°C  $\leq t \leq 45^\circ\text{C}$  eine maximale Drift des Meßsignals von  $\leq 2\%$ .

#### 3.4. Meßunsicherheit

Die Meßunsicherheit (maximale Abweichung von Vergleichswägungen mit Hilfe geeichter Fahrzeugwaagen) liegt unter dem durch die ATF für Bandwaagen in der Landwirtschaft geforderten Wert von  $\pm 4\%$ . Es wurden bereits

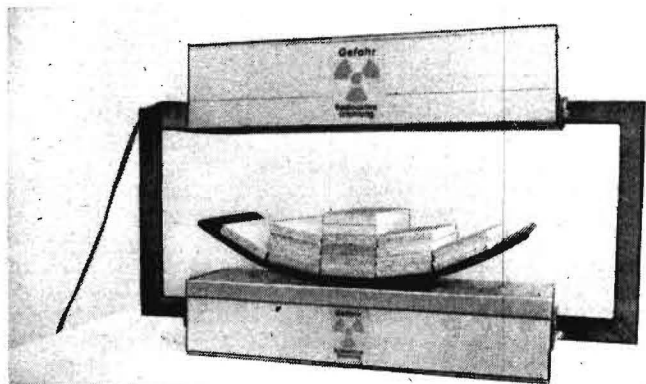
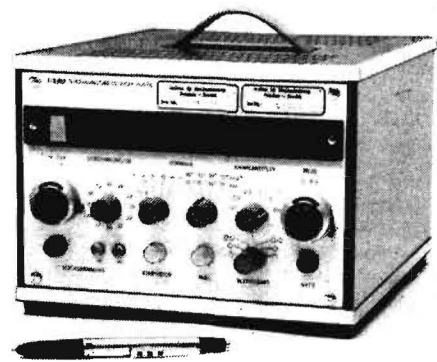


Bild 3. Radiometrische Streckenbelegungs-sonde RSS-4

Bild 5. Kleiner Strahlungsmeßplatz 20026 vom VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden



Meßunsicherheiten von maximal  $\pm 2,6\%$  erreicht [3].

### 3.5. Strahlenschutz

Bei den mit Amerizium-241 bestückten Sonden herrscht außerhalb des eigentlichen Strahlengangs eine so niedrige Dosisleistung, daß sich auch dosimetrisch nicht überwachte Personen in unmittelbarer Nähe der Sonde ununterbrochen (volle Arbeitsschicht) aufhalten dürfen. Manipulieren im Strahlengang ist jedoch für diese Personen untersagt.

Die Sonden, die mit Cäsium-137 bestückt sind, lassen auch die Mitarbeit von dosimetrisch nicht überwachten Personen bei der Montage und Demontage sowie beim Betrieb am Förderband zu, die Aufenthaltsdauer ist jedoch auf der Grundlage vorliegender Dosisleistungsmessungen zu begrenzen.

Manipulationen im Strahlengang sowie in den Quelleneinbauten sind jedoch nur von dosimetrisch überwachten Personen vorzunehmen, die eine aktenkundige Einweisung erhalten haben. Die Überprüfung der Quellen selbst obliegt ausschließlich dem Hersteller dieser Sonden.

### 4. Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten sollen durch einen Überblick über die bisher erfolgten Einsätze dieser Sonden in der landtechnischen Forschung umrissen werden:

- Messung des Überlaufs (Kartoffeln und Resterde) an einer Versuchs-Kartoffelermaschine [2].
- Messung der Streckenbelegung zur Durchsatzregelung in der Kartoffel-ALV-Anlage [15].
- Vergleichsuntersuchungen an einer mechanischen, elektromechanischen und radiometrischen Bandwaage zur Bestimmung ihrer Meßunsicherheiten (Wägefehler) bei Wägung landwirtschaftlicher Futtermittel [16].
- Ermittlung der maximalen Streckenbelegung (bzw. des Durchsatzes) an Gurtbandförderern [17].
- Überprüfung der Dosierqualität (Stetigkeit) von Dosierern [18].

Die Kosten für eine mit Cs-137 bestückte Sonde betragen etwa 20000 M, mit Am-241 rd. 35000 M.

Besonders bewährt hat sich die hohe Anpassungsfähigkeit der Sonde RSS-5 an verschiedene Förderbandbreiten und Durchsätze.

### 5. Schlußbemerkungen

Die beschriebenen radiometrischen Streckenbelegungs sonden stehen für einen breiten Einsatz in der Forschung, insbesondere in der landtechnischen Forschung, als Rationalisierungsmittel zur Verfügung. Sie zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Einsatzbedingungen (Förderbandarten, -breiten, Streckenbelegungen) aus. Der Einsatz in landwirtschaftlichen Praxisanlagen zur Prozeßkontrolle ist denkbar. Der Nachweis der Anwendbarkeit in Praxisanlagen anderer Industriezweige ist bereits erfolgt [12].

### Literatur

- [1] Gläser, M.: Radiometrische Durchsatzsonde zur Rationalisierung von Forschungsarbeiten. agrartechnik 25 (1975) H. 10, S. 516.
- [2] Gläser, M.: Radiometrische Durchsatzsonde zur Bestimmung des Siebüberlaufes an Kartoffelermaschinen. Isotopenpraxis 12 (1976) H. 4, S. 160—164.
- [3] Gläser, M.: Radiometrische Streckenbelegungs-

Bild 6  
Kalibrierkurven der  
RSS-5 (gleichzeitig  
Nachweis der Linearisierbarkeit durch Sperrzeiten)

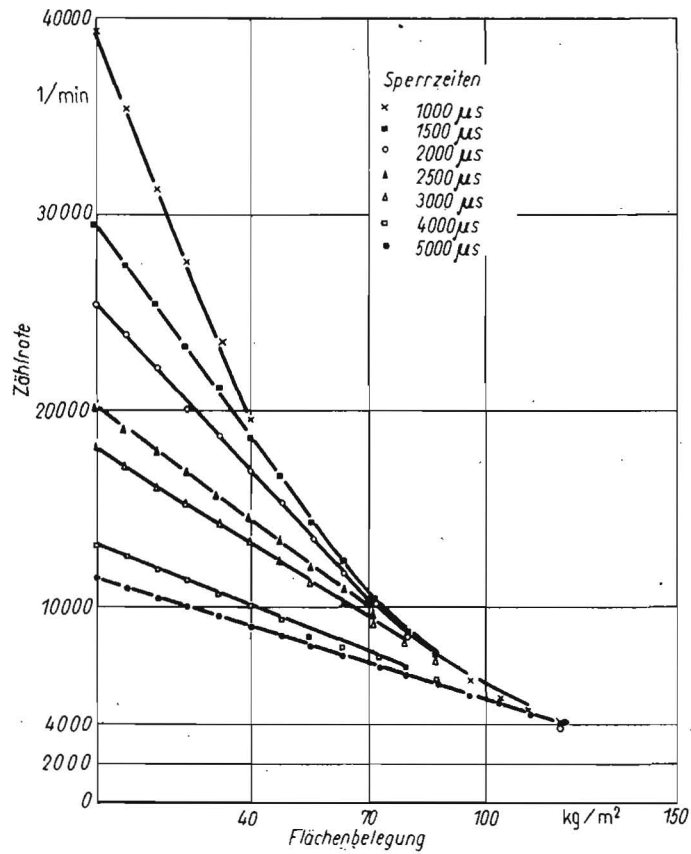
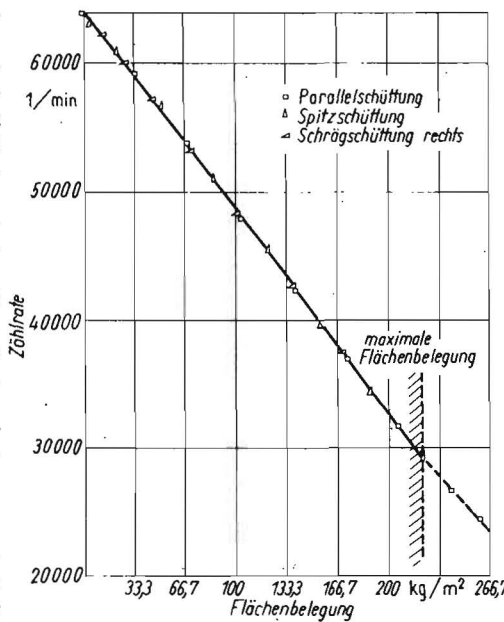


Bild 7  
Kalibrierkurve der  
RSS-3 (gleichzeitig  
Nachweis der Unabhängigkeit des Meßsignals der Sonde von der Querverteilung des Gutes)



sonden (Gamma-Waagen). FZM Schlieben/Bornim, 1978 (unveröffentlicht).

- [4] Holzhey, J.; Krüger, G.: Ein radiometrisches, berührunglos arbeitendes Verfahren zur Fördermengenbestimmung beim Bandtransport. Bergakademie 18 (1966) H. 9, S. 541.
- [5] Radioisotopen-Förderbandwaage RILIN 2/800, Prospekt und Gerätebeschreibung. Kerntechnische Fabrik Plevin (VR Bulgarien).
- [6] Radiometrische Förderbandwaage Typ 110, 210, 311, Prospekt und Gerätebeschreibung. Zakład Doswiadczalny ZZUI „Polon“ Warszawa (VR Polen).
- [7] Radiometrische Förderbandwaage „Neweigher“, Prospekt und Gerätebeschreibung. Nuclear Enterprises Ltd. Beenham (England).
- [8] Nukleare Förderbandwaage KAY-RAY Modell 6000, Prospekt (USA).
- [9] Improvements in and relating to the Measurement of Material on a Conveyer. UK-Patent 1, 078, 831 vom 9. Aug. 1967.

- [10] Gläser, M.; Beer, M.: Radiometrische Förderbandwaage. DDR-Patent Nr. 101757 vom 12. Nov. 1973; IPK G 01 G 11/04.
- [11] Gläser, M., u. a.: Radiometrische Wägeeinrichtung für Massenströme, insbesondere Förderbandwaage. DDR-Patent Nr. 130963 vom 12. Mai 1978; IPK G 01 G 11/00.
- [12] Steuer, D.; Gläser, M.: Koksaustragsmessungen mit der radiometrischen Bandwaage RBW 01. Mitteilungen des Brennstoffinstituts Freiberg (in Vorbereitung).
- [13] Steuer, D.; Zobel, G.; Kästner, P.: Auswertelektronik für radiometrische Bandwaagen. DDR-Patent Nr. 132208 vom 6. Sept. 1978; IPK G 01 G 11/00.
- [14] Eichvorschrift „Förderbandwaagen“ ASM-VM 166. (3.1. — EV) vom 1. Juli 1977.
- [15] Fock, W.: Wissenschaftlich-technische und verfahrenstechnische Grundlagen für die Ausrüstung neuer und die Nachrüstung vorhandener Kartoffel-ALV-Anlagen. FZM Schlieben/Bornim, Bericht 1977 (unveröffentlicht).
- [16] Zschaage, F.; Gläser, M.: Zum Einsatz von Bandwaagen in Futter- und Tierproduktionsanlagen. Vortrag zum Symposium „Mechanisierung der Futtermittelversorgung und -verarbeitung in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen“ am 2. und 3. Nov. 1976 in Potsdam-Bornim.
- [17] Huschke, W.: Gurtbandförderer-Baukastensystem T 430. ZPL Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1977.
- [18] Huschke, W.: Dosierer HS 114. ZPL Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1978.