

Massekontrolle am Grobfutterdosierer H 10.2

Dipl.-Ing. W. Berg, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

1. Problemstellung

In der Rinderhaltung haben die Futterkosten den größten Anteil an den Gesamtkosten [1, 2]. Der Abschnitt Fütterung verlangt daher besondere Beachtung und die Anwendung von Technologien und Ausrüstungen, die einen hohen Effektivitätszuwachs ermöglichen. Dazu zählt die massekontrollierte Verabreichung der Grobfuttermittel. Die Kenntnis der verabreichten Grobfuttermasse ist die Grundvoraussetzung für jegliche bedarfsgerechte Fütterung, so z. B. auch dann, wenn nur das Konzentralfutter differenziert eingesetzt werden soll. Nachfolgend befaßt sich der Autor, ausgehend von den Möglichkeiten der massekontrollierten Grobfutterverabreichung bei stationärer Mechanisierung der Fütterung, mit der Konstruktion und der Untersuchung einer Wägeeinrichtung für den Grobfutterdosierer H 10.2. Die Arbeiten wurden gemeinsam mit dem Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen durchgeführt und stellen eine Fortführung der in [3] dargestellten Leistungen dar.

2. Möglichkeiten der massekontrollierten Grobfutterverabreichung bei stationärer Mechanisierung der Fütterung

Mit den im Bild 1 aufgeführten Wägeeinrichtungen kann die Masse der an die einzelnen Tiergruppen verabreichten Futtermittel erfaßt werden. Eine günstige Variante stellt der Wägebühler mit Dosierorgan dar. Diese Lösung ermöglicht die Masseerfassung nicht nur beim Futteraustausch aus dem Dosierer, sondern auch bei dessen Befüllen.

Elektromechanische Wägeeinrichtungen gewinnen bereits seit einigen Jahren aufgrund der Vorteile der elektrischen Meßverfahren gegenüber den nichtelektrischen an Bedeutung. Solche Vorzüge sind u. a. [4, 5]

- verläßliche Registrierung und Zählung auch schnell verlaufender Vorgänge
- Möglichkeit der Meßwertverarbeitung
- einfache Fernübertragung der Meßsignale
- Vermeidung komplizierter mechanischer Übersetzungen und damit hohe Lebenserwartung sowie geringer Wartungsaufwand
- große Anpassungsfähigkeit an die Meßgröße
- geringe Rückwirkung auf das Meßobjekt
- hohe Meßgenauigkeit
- gute Bedienbarkeit.

Die elektrische Kraftmeßtechnik steht auf einem sehr hohen Niveau. Vorhanden ist eine Vielzahl von Meßgebern und entsprechenden Meßwertverarbeitungsgeräten. Anhand der für den Anwendungsfall erforderlichen Nennkraft und Genauigkeit kann bereits eine Vorauswahl getroffen werden. Für die Auswahl des einzusetzenden Meßsystems sind

weiterhin folgende Parameter heranzuziehen:

- Überlastungssicherheit
- Einfluß parasitärer Belastungen und Kraftfehlverteilungen
- Nennverformungsweg
- Abmessungen und Gestaltung des Meßgebers
- Art der Meßwertübertragung und -verarbeitung
- Art der Anzeige und Registrierung
- zu erwartende Störungen am Einsatzort
- Wartungsaufwand
- Zuverlässigkeit
- Lebenserwartung
- Kosten
- Paß- bzw. Erweiterungsfähigkeit.

Danach eignet sich für den praktischen Einsatz vor allem ein Meßsystem, dessen aktive Meßwandler Dehnmeßstreifen sind.

3. Konstruktion einer Wägeeinrichtung für den Grobfutterdosierer H 10.2

Die Wägeeinrichtung ist für einen Grobfutterdosierer H 10.2 ausgelegt, der über 4 Behältersegmente verfügt (Gesamtlänge 9000 mm) und stationär durch einen Gurtbandförderer befüllt wird. Der gesamte Dosierer wird einschließlich der Antriebsstation für die Stegkette auf einem Rahmen montiert, der sich auf 4 Kraftmeßgebern abstützt. Dieser Aufbau ermöglicht die Messung der Gewichtskraft auch während des Dosierens und die Ermittlung des Gesamtschwerpunktes der Einrichtung bei unterschiedlich befülltem bzw. entleertem Dosierer. Der Rahmen besteht aus 2 Längsträgern, die sich unterhalb der Seitenwände des Dosierers befinden und über 4 Querstreben miteinander verschraubt sind. Diese Schraubverbindungen lassen eine vertikale Verschiebbarkeit der beiden Längsträger gegeneinander zu, so daß stets die Auflage des Rahmens auf allen 4 Kraftmeßgebern gewährleistet ist, ohne daß eine aufwendige Justage der Kraftmeßgeber vorgenommen werden muß. Die Antriebsstation für die Stegkette wird auf

3 Querträgern gelagert, die neben dem Fräskopf an dem einen der beiden Längsträger angeschraubt sind. Um die Bauhöhe der Einrichtung nicht unnötig zu vergrößern, ist der Dosierer ohne Stützfüße und mit um 257 mm gekürzten Seitenteilen des Fräskopfes auf dem Rahmen montiert.

Der Dimensionierung des Rahmens liegen eine Leermasse des Dosierers von 6000 kg, eine Zuladung von 12000 kg und eine theoretisch ermittelte Lastverteilung zugrunde. Danach lassen sich für die beiden Längsträger 300 mm hohe I-Profile (nach Standard TGL 0-1025) einsetzen, die in den Bereichen der höchsten Beanspruchung mit Hilfe von eingeschweißten Blechen verstärkt werden.

Die 4 Kraftmeßgeber sind unterhalb der Seitenwände angeordnet - zwei unter dem Fräskopf und zwei unter dem letzten Behältersegment (Bild 2). Für die Wägeeinrichtung kommen Kraftmeßgeber des Typs M7504.12 (Hersteller: VEB Meßelektronik Dresden) mit einer Nennkraft von 100 kN zum Einsatz. Die Meßwertverarbeitung erfolgt mit einem Präzisionsmeßgerät M1606 vom selben Hersteller.

Die Kraftmeßgeber sind jeweils auf einer Grundplatte mit Hilfe von Zylinderstiften fixiert. Die Kräfteinleitung erfolgt über ein gehärtetes Druckstück mit einer ebenen Kräfteinleitungsfläche. Diese ist mit Korrosionsschutzfett KMF 50 versehen, wodurch zum einen die Oberflächengüte des Druckstücks erhalten werden soll und sich zum anderen die Haftreibungszahl auf 0,1 verringert, so daß maximal 10% der in den Kraftmeßgeber eingeleiteten Normalkraft als Querkraft wirksam werden können. Damit wird die für den Kraftmeßgeber zulässige Querkraft nicht überschritten. Horizontal angeordnete Bleche, die sich unmittelbar über jedem Kraftmeßgeber befinden, nehmen die Horizontalkräfte auf und schützen somit die Kraftmeßgeber vor Querkraftbelastungen (Bild 3). Die von den Blechen aufgenommene Vertikalkraft beträgt $2,25 \cdot 10^{-2}\%$, bei einer Ge-

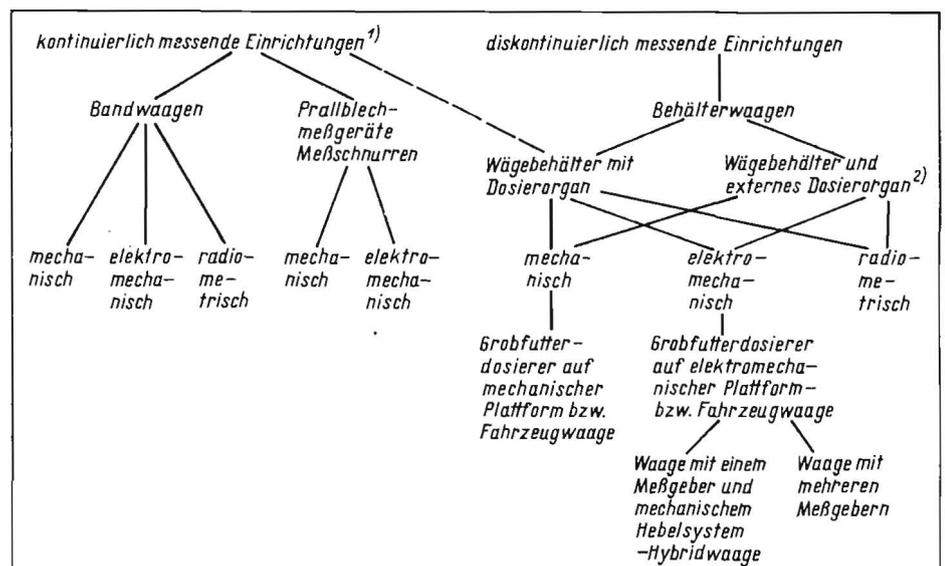
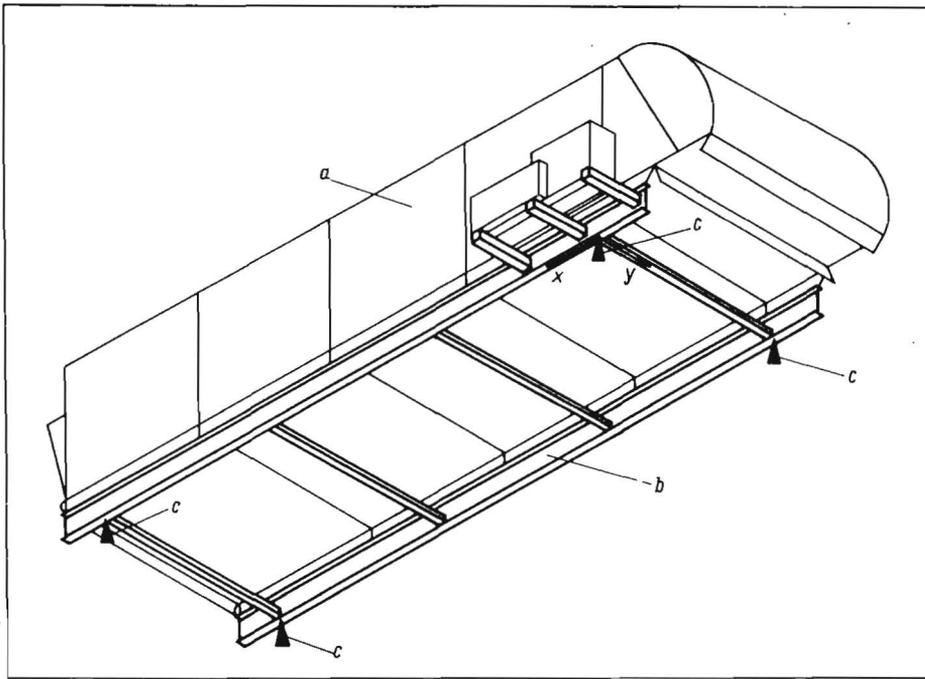


Bild 1. Zur massekontrollierten Grobfutterverabreichung einsetzbare Wägeeinrichtungen bei stationärer Mechanisierung der Fütterung;

- 1) Wägeeinrichtung ist dem Dosierer nachgeschaltet
- 2) Wägeeinrichtung ist dem Dosierer vorgeschaltet



1 2. Schematische Darstellung der untersuchten Einrichtung; a Grobfutterdosierer, b Rahmen, c Kraftmeßgeber

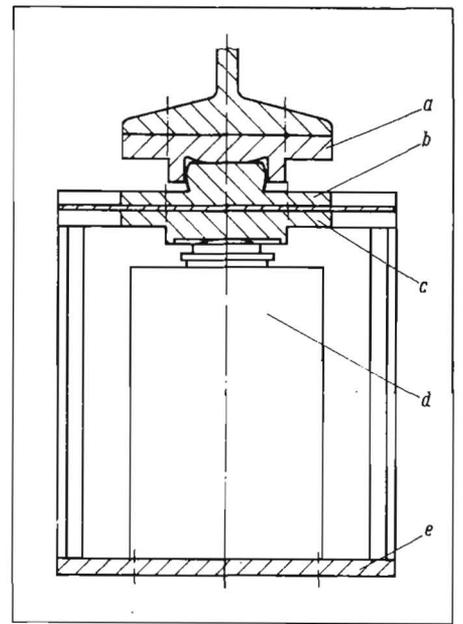


Bild 3. Gestaltung der Einbauelemente für die Kraftmeßgeber in der Wägeinrichtung für den Grobfutterdosierer H10.2; a Druckstück 1, b Druckstück 2, c Druckstück 3, d Kraftmeßgeber, e Grundplatte

wichtskraft der kompletten Einrichtung von beispielsweise 160 kN sind das weniger als 36 N. Der durch diesen Kraftnebenschuß bewirkte, ohnehin nur geringe Fehler wird beim mechanischen Kalibrieren der Einrichtung vollständig ausgeglichen, da er der Belastung direkt proportional ist.

4. Untersuchungsergebnisse

An der beschriebenen Einrichtung wurden Untersuchungen zur Wägegenauigkeit, zur Lastverteilung und zum dynamischen Verhalten während des Dosierens sowie zum Futterraustrag durchgeführt.

Die Wägegenauigkeit ist mit einer Kalibrier- masse von 6000 kg unter Verwendung der bereits genannten Meßtechnik überprüft worden. Die mittlere Abweichung zwischen Anzeigewert und Kalibrier- masse beträgt 1,7 kg bzw. 0,06%. Die Anzeigewerte weisen eine Standardabweichung von 1,3 kg auf. Damit liegt der Vertrauensbereich für eine statistische Sicherheit von 95% bei $1,7 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$.

Ermittelte Gesamtschwerpunktverläufe der Einrichtung während des Dosierens sind im Bild 4 dargestellt. Die Verschiebung des Gesamtschwerpunkts betrug während der durchgeführten Messungen in Dosiererquer- richtung (y-Koordinate) maximal 145 mm und in Dosiererrängsrichtung (x-Koordinate) maximal 1200 mm. Die Schwerpunktverschiebung in Dosiererquerrichtung wird vor allem durch den um über 290 mm außerhalb der Längsachse liegenden Schwerpunkt bei leerem Dosierer hervorgerufen. Die Befüllung des Dosierers und die Verteilung der Futtermittel im Dosierbehälter erfolgten bei der Einrichtung, an der die Untersuchungen stattfanden, relativ gleichmäßig. Der Schwerpunkt des Futterstapels im Dosierer lag bei den Messungen zwischen 1090 und 1295 mm in Dosiererquerrichtung (y-Koordinate). In Dosiererrängsrichtung (x-Koordinate) betrug die Schwerpunktkoordinate des Futterstapels maximal 3710 mm.

Bei der Untersuchung des dynamischen Ver- haltens der Einrichtung wurde das Massesi-

Bild 4 Schwerpunkt- verlauf am Grobfutter- dosierer H10.2 wäh- rend des Dosierprozes- ses;

S₁, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 7500 kg,

S₂, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 8000 kg,

S₃, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 5000 kg,

S₄, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 8600 kg,

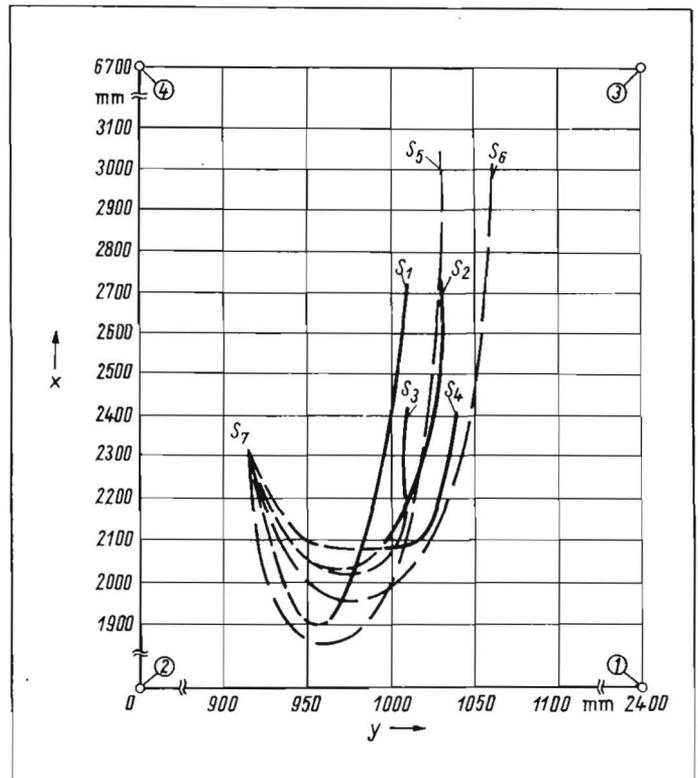
S₅, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 8000 kg¹⁾,

S₆, Schwerpunkt bei einer Zuladung von 9600 kg¹⁾,

S₇, Schwerpunkt bei leerem Dosierer

1) Der Futterstapel reicht vom Aufgäbe- punkt bis zur Behäl- terrückwand.

① ② ③ ④ Lage der Kraftmeßgeber 1, 2, 3 und 4



gnal vom Analogausgang des Präzisionsmeß- geräts mit einem Lichtschreiber aufgezeich- net. Während des Dosierens wurden Ampli- tuden der Massesignalschwingungen von durchschnittlich $\pm 100 \text{ kg}$ registriert. Der An- lauf der Frästromein verursachte Ampli- tuden von bis zu $\pm 400 \text{ kg}$. Einflüsse des Fül- lungsgrades des Dosierers oder der Vor- schubgeschwindigkeit der Stegkette auf die Amplituden waren nicht festzustellen. Die Frequenz der Massesignalschwingungen be- trug etwa 3,3 Hz und entspricht den Fräs- trommeldrehzahlen.

Ein Maß zur Beurteilung der Arbeitsquali- tät des Dosierers ist der Variationskoeffizient des Massestroms. Mit zunehmender Dosier-

zeit wird der Variationskoeffizient geringer. Der bei den durchgeführten Messungen er- mittelte Wert beträgt bei einer Dosierzeit von 10 s 15%, bei 30 s 10%, bei 60 s 8%, bei 120 s 6% und bei 240 s 5%. Eine Beeinflus- sung des Variationskoeffizienten durch die Beschaffenheit der Futtermittel ist erkenn- bar. So führen beispielsweise große Häcksell- ängen zu einem größeren Variationskoeffi- zienten als kleine Häcksellängen. Vergleicht man die ausgetragene Futter- masse jeweils zweier unmittelbar aufeinan- derfolgender Abstreifungen¹⁾ bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit der Stegkette, so betragen die Differenzen im Mittel der Meß- werte 7% der in dieser Zeit ausgetragenen

Futtermasse. Der Variationskoeffizient dieser Differenzen liegt bei 80% und resultiert hauptsächlich aus der sich im Verlauf der Fütterung ändernden Beschaffenheit der Futtermittel und deren Mischungen (Feuchteanteil, Häcksellänge, Dichte, Strohanteil u. ä.).

5. Zusammenfassung

Die Untersuchungen an und mit der Wägeeinrichtung für den Grobfutterdosierer

1) Als Abstreifung wird eine Teilgabe mit einer Dosierzeit von 4,5 min bezeichnet. In dieser Zeit läßt sich in der Milchviehanlage, in der die Untersuchungen erfolgten, 1 Futterkrippe vollständig befüllen.

H 10.2 unterstreichen einerseits die Notwendigkeit einer massekontrollierten Grobfutterverabreichung und belegen andererseits die prinzipielle Eignung der geschaffenen Lösung. Die Messungen zum Futteraustrag haben gezeigt, daß dem Fütterer bereits mit einer einfachen Erfassung der an die einzelnen Tiergruppen verabreichten Futtermasse ein Instrument zur Verfügung steht, das eine dem Bedarf der Tiere wesentlich besser entsprechende Futterverabreichung ermöglicht, als es bislang der Fall war. Die Gestaltung der Wägeeinrichtung läßt sich mit den gewonnenen Erkenntnissen verbessern, vor allem wenn das Massesignal nicht während des Dosierens auszuwerten ist. Für einen praktischen Einsatz in der Rinderhaltung, der nicht so hohe Anforderungen an die Wägenauigkeit stellt, steht auch weniger genaue und damit billigere Meßtechnik zur

Verfügung, die nach dem gleichen Meßprinzip arbeitet, wie die hier verwendete.

Literatur

- [1] Kolbitz, K.; Howitz, C.: Zur Entwicklung der Futtermittelökonomie. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskau/Berlin 31(1987)6, S. 461-463.
- [2] Paul, W.: Modellbetrachtungen zur optimalen Fütterung einer Milchkuh über eine Laktationsperiode. Landbauforschung Völknerode 30(1980)1, S. 43-50.
- [3] Berg, W.: Massekontrollierte Grobfutterdosierung. agrartechnik, Berlin 38(1988)12, S. 554-555.
- [4] Baumann, E.: Elektrische Kraftmeßtechnik. Berlin: Verlag Technik 1976.
- [5] Tränkler, H.-R.: Die Schlüsselrolle der Sensortechnik in Meßsystemen. Sonderheft „Sensoren“ der Zeitschrift „Technisches Messen“. München: R. Oldenbourg Verlag 1983. A 5942

Zum Instandhaltungsaufwand am Annahmedosierer H 10.2 der Innenfutterstrecke industriemäßiger Milchviehanlagen

TZL Dr. agr. M. Koallick/Dipl.-Agr.-Ing. R. Tröger

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

Einleitung und Aufgabenstellung

Die vom Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben seit mehreren Jahren durchgeführten Untersuchungen zum Instandhaltungsaufwand der Ausrüstungen in drei Milchproduktionsanlagen nach dem Angebotsprojekt Milchviehanlage (MVA) mit 1930 Tierplätzen beruhen auf der Erfassung von einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen, die nach Maschinen geordnet werden [1, 2]. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Informationen zur Einzelmaschine zu erhalten und, soweit es die Aufzeichnungen zulassen, über die ursprüngliche Aufgabenstellung hinaus bis zur Baugruppe vorzudringen.

Ziel der Untersuchung ist es, das vorliegende Material zum Annahmedosierer H 10.2 der Innenfutterstrecke soweit aufzuarbeiten, daß Angaben über den personellen und finanziellen Aufwand der Instandhaltung, über den dazu erforderlichen Material- und Fremdleistungsaufwand und Schwerpunkte nach Baugruppen der Maschine herausgearbeitet werden. Dabei war es nicht möglich, konstruktive Änderungen der einzelnen Maschinen durchgehend zu berücksichtigen.

Untersuchungsmaterial

Zur Verfügung steht das bereits in [2] beschriebene Untersuchungsmaterial. Beim Vorhandensein mehrerer Maschinen gleichen Typs war eine konsequente Datenerfassung nach jeder Einzelmaschine noch nicht durchgängig möglich. Das betrifft besonders Durchsichten, Wartungs- und Pflegearbeiten, die wenig Zeit beanspruchten, aber auch den Materialeinsatz, besonders kleinerer Verschleißteile. Somit muß hier mit einer Art „Sammelkonto“ gearbeitet werden, und es sind nur Durchschnittswerte je Maschinenart erreichbar. Als kleinste Zeiteinheit sind zweckmäßigerweise 0,25 h Arbeitszeit vereinbart. Überprüfungen, Wartungen und

Elektrikerarbeiten an Einzelmaschinen liegen oft darunter, so daß hier mit gerundeten Werten gearbeitet wird. Die Ersatzmaterialien wurden weitgehend den einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen bzw. Maschinen zugeordnet, wobei die Grenze bei Kleinteilen erreicht wird. Diese lassen sich nur nach einem bestimmten Schlüssel aufteilen.

Ergebnisse

Bereits in [2] wurde auf Unterschiede der Futterhäuser in den untersuchten MVA aufmerksam gemacht, die sich auf die Einsatzbedingungen der jeweils zwei vorhandenen Annahmedosierer auswirken (Tafel 1). Somit kann nur in den MVA A und C Futter direkt vom Fahrzeug in die Annahmedosierer abgekippt werden, während in der MVA B das Futter über die Außenfutterstrecke stationär übernommen wird. Nach den Bauprojektvarianten bedeutet dieser Unterschied, die Annahmedosierer nur in der MVA B ebenerdig aufzustellen. Für die Abkipptechnologie wurden die Annahmedosierer in sehr beengten und zu wenig tiefen Gruben aufgestellt, die starke Behinderungen bei der Instandhaltung bedingen und erhebliche Schwierigkeiten bei der Sauberhaltung unter den Maschinen und ihres Umfeldes verursachen. So können bestimmte Instandsetzungsarbeiten nur erschwert (Seitenwandwechsel an der Abkippsseite) oder nur nach völliger Demontage der Dosierer (Austausch von Bodengruppen) durchgeführt werden, da die bauliche Gestaltung der Grubenwände eine andere, durchaus mögliche Lösung (wie im Fall der MVA B) nicht zuläßt. Folgende Baugruppen wurden erfaßt:

- Umlenkstation
- Antriebswelle
- Antriebsatz
- Transportkette

Zwischensumme Kratzerboden mit Antrieb

- Frästrommel
- Frästrommelantrieb

Zwischensumme Fräskopf mit Antrieb

- Egalisierereinrichtung
- Behälter
- Sicherheitseinrichtung
- Elektroanlage und Steuerung
- Sonstiges

Summe Annahmedosierer

Die Elektroanlage und ihre Steuerung wird aber nur soweit berücksichtigt, wie sie dem Annahmedosierer direkt zuordenbar ist. Zusätzlich muß der Begriff „Sonstiges“ für diese Untersuchung angewendet werden. Hier verbergen sich die Instandhaltungsmaßnahmen, die sich auf mehrere Baugruppen oder den gesamten Annahmedosierer beziehen, wie Durchsichten, Wartung und Pflege, Kleinmaterial oder Grundinstandsetzungen bzw. Fremdleistungen ohne genaue Spezifikation. Der Prozentsatz dieser Maßnahmen ist gleichzeitig ein Maß für die Möglichkeiten, unter den gegebenen Bedingungen bis zur Baugruppe vorzudringen. In der Untersuchungszeitspanne ergaben sich in der MVA A im Jahr 1981 (6. Nutzungsjahr) und im Jahr 1984 (9. Nutzungsjahr) je ein Austausch eines Annahmedosierers. In der MVA B erfolgten im Jahr 1984 (8. Nutzungsjahr) ein Austausch und eine Grundinstandsetzung je eines Annahmedosierers, wobei die Grundinstandsetzung bis auf wenige Teile (u. a. Getriebe) einem Austausch gleichkam. In der MVA C waren im Jahr 1987 (7. Nutzungsjahr) eine und im Jahr 1988 (8. Nutzungsjahr) die zweite Grundinstandsetzung notwendig. Ob eine Grundinstandsetzung oder ein Austausch vorgenommen werden, hängt in den untersuchten MVA weniger vom Verschleißgrad als von der Bereitstellung neuer Annahmedosierer ab. Hier liegt auch der Grund unterschiedlich hoher Aufwendungen, besonders