

Bild 7. Abgitterung; a) Variante III, b) Variante IV

gegenwärtig eingesetzten Holmabgitterung (Masse 47,5 kg) nur 54 % bzw. 66 %. Weitere Vorteile der flexiblen Abgitterung sind die Fertigungs- und Korrosionsschutzgerechtigkeit. Die Abgitterung wurde auf Schweißautomaten gefertigt, die im Bauwesen für die Herstellung von Bewehrungsmatten für Be-

tonplatten im Einsatz sind. Durch das Widerstandspunktschweißen ist gewährleistet, daß die Rundstäbe optimal miteinander verbunden sind und damit eingeleitete Kräfte über das gesamte Abgitterungselement verteilt werden können.

## Weiterentwicklung mobiler Futterverteilterchnik

Dozent Dr.-Ing. M. Prinz, KDT/Prof. Dr. sc. agr. R. Werner, KDT/Dr. agr. H. Gröning

### Einleitung

Mit dem L433 [1] wird vom VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen der Landwirtschaft der DDR ein Grobfutterverteilerfahrzeug zur Verfügung gestellt, das den grundlegenden Anforderungen entspricht. Im Vergleich zu bisherigen Verteilfahrzeugen wird Grüngut bis zu einer Halm-länge von 600 mm ausgetragen, die Forde-rungen zur Austragemenge und zur Arbeits-qualität werden bei hoher Zuverlässigkeit er-füllt [2]. Eine massekontrollierte Futterver-teilung und Fernverstellung der Austrage-menge ist gegenwärtig nicht realisiert.

### Anforderungen an die weiterzuentwickelnde mobile Futterverteilterchnik

Auf der Grundlage zweier Leistungsverträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg mit dem VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen (VEB Wissenschaftliches Zentrum Ferdinandshof) und mit dem Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Land-wirtschaft Schlieben wird in enger Koopera-tion seit dem Jahr 1986 an der Weiterent-wicklung des Antriebssystems, des Stegket-tenförderers und des Austrageförderers ein-schließlich ihrer Antriebsgestaltung gearbei-

tet. Unter den Bedingungen einer automati-sierten bzw. teilautomatisierten, massekon-trollierten und in das Produktions-, Kontroll- und Steuersystem eingeordneten mobilen Futterverteilung besteht die Zielstellung darin, Wirkelemente vorzuschlagen und zu begründen, die sich gegenüber dem L433 besonders durch folgende Kriterien aus-zeichnen [3]:

- höhere Verfügbarkeit, geringerer Ver-schleiß
- günstigeres Masse-Leistung-Verhältnis
- geringere spezifische Masse
- geringerer Energiebedarf
- besserer Korrosionsschutz
- Senkung des Fertigungsaufwands (auto-matisierte Fertigung) und höherer Stan-dardisierungsgrad
- geringerer Bedienungs- und Wartungsauf-wand
- Eignung für alle Futtermittel und -struktu-ren entsprechend den agrotechnischen Forderungen (ATF).

Voraussetzungen dafür sind:

- technisch-technologische Prozeßanalyse
- Schadensanalyse an den Hauptbaugrup-pen im Einsatz befindlicher Futtervertei-lerwagen
- Analyse der Wirkpaarungen Futterstock-

Diese entwickelten flexiblen Abgitterungen befinden sich seit 1988 in der Erprobung.

### Literatur

- [1] Schreck, W.: Korrosionsschäden an Standausrüstungen in Tierproduktionsanlagen und deren Vermeidung. agrartechnik, Berlin 30(1980)9, S. 392-393.
- [2] Schiffl, E.: Rekonstruktion von Gebäuden und Anlagen der Tierproduktion. Bauzeitung, Berlin 33(1979)2, S. 92-93.
- [3] Scharmentke, S.: Weiterentwicklung - Standausrüstung Rinderhaltung. VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen, Betriebsteil Ferdinandshof, Studie 1982.
- [4] Krone, R.: Experimentelle Ermittlung der Belastungswerte für die Standausrüstung in Milchproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 27(1977)11, S. 488-490.
- [5] Runge, U.: Weiterentwicklung der Haltungstechnik in Rinderanlagen. VEB Ausrüstungskombinat für Rinderanlagen Nauen, Betriebs-teil Ferdinandshof, Forschungsbericht 1977.
- [6] Schütz, W.: Über eine Beziehung zwischen der Lebensdauer bei konstanter zur Lebensdauer bei veränderlicher Beanspruchungsamplitude und ihre Anwendbarkeit auf die Bemessung von Flugzeugbauteilen. Technische Hochschule München, Dissertation 1965.
- [7] Venzlaff, F.: Bestimmung der Betriebsbelastung an Tierplatzausrüstungen für die Gruppenhaltung von Absatzkälbern. agrartechnik, Berlin 28(1978)3, S. 127-130.
- [8] Füll, C.; Ehlert, D.; Freitag, B.: Bedeutung von Stoff- und Wirkpaarungskenngrößen im Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß. agrartechnik, Berlin 24(1974)9, S. 441-444.
- [9] Autorenkollektiv: Hütte, des Ingenieurs Taschenschub. Berlin: Verlag Wilhelm Ernst & Sohn 1955.
- [10] Rössel, D.: Materialökonomische Konstruktion von Standausrüstungen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, Rostock 28(1979)1, S. 17-24. A 5715

Trag-/Förderelement, Futterstock-Fräselelement, Fräselement/Futter-Austragorgan und Austragorgan-Futterkrippe

- Analyse des Antriebssystems
- genaue Kenntnis des Kräfte- und Drehmomentenverlaufs sowie des Energiebedarfs in Abhängigkeit von Konstruktions-, Betriebs- und Stoffparametern.

### Versuchsstand

Zur Erfüllung o. g. Zielstellungen wurde an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg ein Versuchsstand [4] entwickelt und gebaut, mit dem das Gesamtsystem des Futterverteilerwagens in seiner Komplexität untersucht werden kann (Bild 1). An allen Hauptbaugruppen des Versuchsstands befinden sich Meßstellen zur Bestimmung der Drehzahlen und Drehmomente. Hinsichtlich des Antriebs der Arbeitsorgane sind 2 Varianten möglich:

- Alle Arbeitsorgane des Versuchsstands werden gemeinsam durch den Hauptantriebssatz angetrieben.
  - Die Arbeitsorgane Stegkettenförderer, Fräsrollen, Austrageförderer werden einzeln angetrieben.
- Diese Lösung erlaubt es, die Arbeitsorgane getrennt nach ihren Betriebs- und

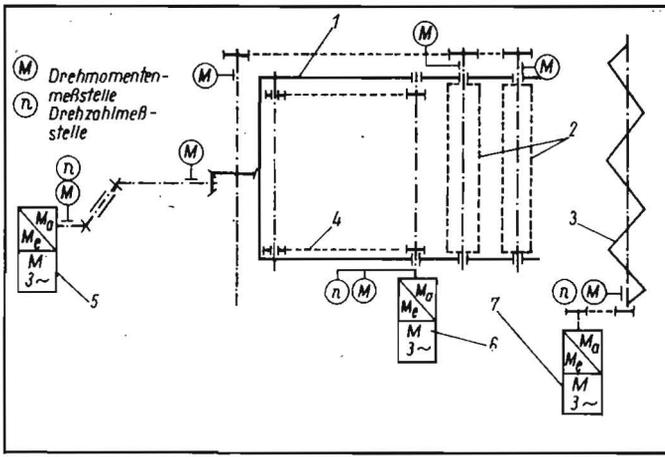


Bild 1  
Gesamtkonzept  
des Versuchsstands  
L433 [4];  
1 Behälter,  
2 Fräsrollen,  
3 Austrageschnecke,  
4 Stegkettenförderer,  
5 Haupttriebssatz,  
6 Antrieb Stegkette,  
7 Antrieb Schnecke  
M Motor,  
 $M_e$  Ausgangsrehmo-  
ment,  
 $M_e$  Eingangsrehmo-  
ment

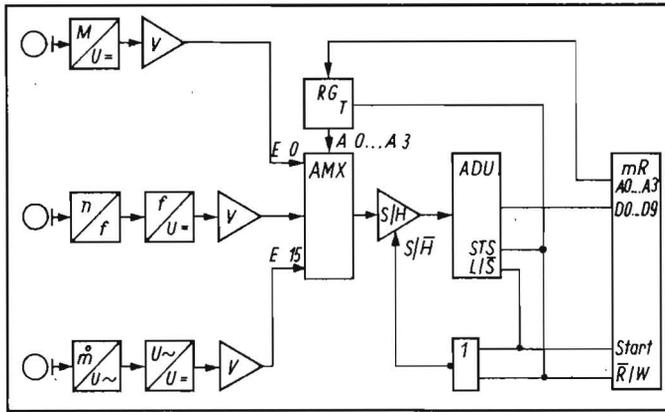


Bild 2  
Gesamtkonzept der  
elektronischen Meß-  
wertverarbeitung [4]

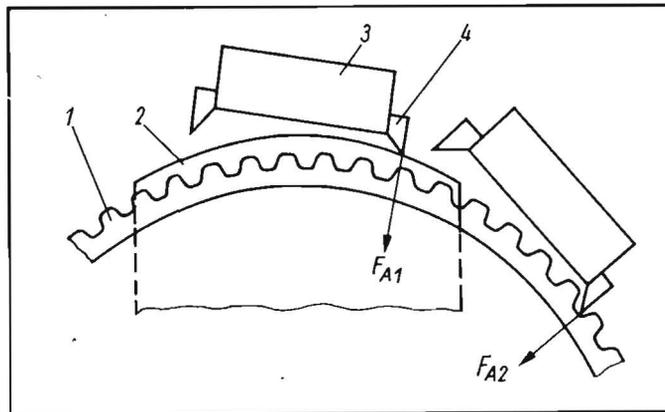


Bild 4  
Stellung der  
Doppelknagge wäh-  
rend eines  
Arbeitshubs;  
1 Knaggenrad,  
2 Kurvenscheibe,  
3 Doppelknagge,  
4 Arbeitsklinke  
 $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$  Federkraft

Konstruktionsparametern zu untersuchen. Zur Wandlung des Drehmoments in eine elektrisch meßbare Größe wurden die Meßwellen mit Präzisionsdehnungsmessstreifen ausgestattet, die in Vollbrücke geschaltet eine drehmomentproportionale Differenzspannung liefern.

Die vielen Meßstellen – auch die Drehzahlmessung erfolgt elektronisch – und die Zielstellung, alle Werte gleichzeitig zu erfassen (gleiche Versuchsbedingungen an allen Meßstellen), erfordern bei Anwendung der herkömmlichen Meßtechnik mit separaten Meßgeräten und Meßwertschreibern für jede Meßstelle einen nicht vertretbaren Aufwand. Daher wurde rechnergestützte elektronische Meßwertverarbeitung vorgesehen.

Dieses System umfaßt:

- 16-Bit-Mikrorechner
- Spannungsversorgung
- Meßwertverarbeitungssystem mit 16 analogen Eingängen (Bild 2) – 16 Meßwertnehmer – 16 Meßverstärker.

Diese elektronische Meßwertverarbeitung gestattet es, 16 analoge Kanäle gleichzeitig anzuschließen und die Meßwerte mit einem Mikrorechner sofort zu erfassen. Sie liegen in maschinenlesbarer Form vor und stehen somit direkt der weiteren rechnergestützten statistischen Auswertung zur Verfügung. Der Programmablaufplan der Meßwertverarbeitung ist in 2 Abschnitten erfaßt:

- manuell ermittelte Daten zu Konstruktions-, Betriebs- und Stoffparametern
- automatisch erfaßte Betriebsparameter.

#### Ausgewählte Untersuchungsergebnisse

Hinsichtlich der Realisierung unterschiedlicher Futteraustragemengen durch Änderung der Stegkettengeschwindigkeit und hoher Dosierqualität durch funktionssicheres, kontinuierliches Zuführen des Futterstocks zu den Fräsrollen sind der Stegkettenförderer und sein Antrieb besonders wichtig. Schadenanalysen, die seit dem Jahr 1987 an einer Vielzahl von Futterverteilmagazinen der L-

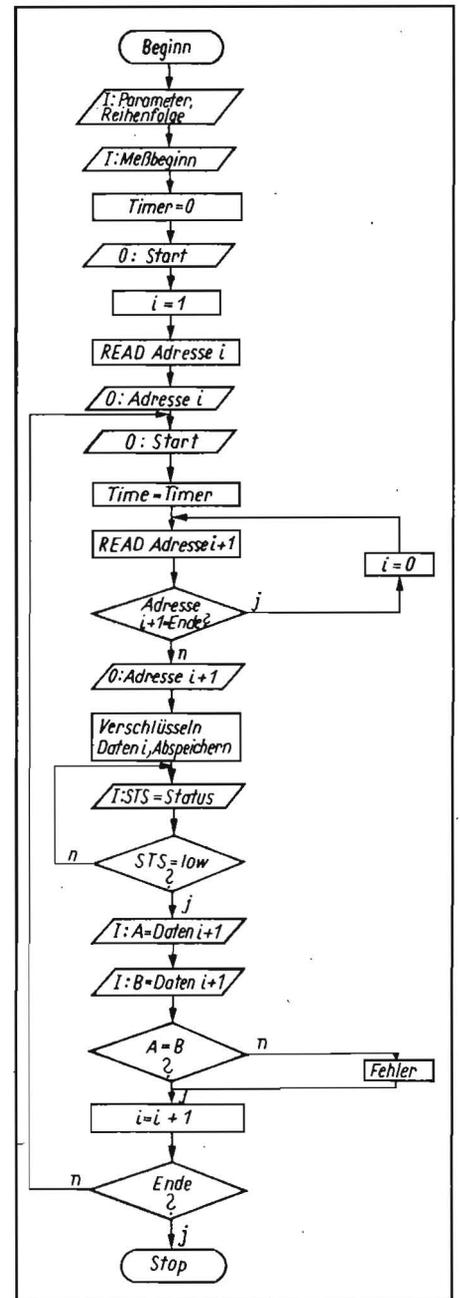


Bild 3. Programmstruktur zur Meßwertverarbeitung [4]

Baureihe durchgeführt wurden [5], haben sich zur Vorbereitung begründeter Forschungsaufgaben bewährt.

Sie ergaben in bezug auf das Ausfallverhalten der Hauptbaugruppen folgende Reihenung:

- Knaggenantrieb mit Doppelknagge, Hartgewebelager und Rillenkugellager des Exzenters
- Stegkettenförderer mit Stegen, Antriebsnüssen und Ketten
- Zinkentrommel
- Behälter und Fahrwerk.

Das Hauptverschleißteil des Knaggenantriebs ist die Doppelknagge. Aufgrund ihrer konstruktiv bedingten Werkstoffpaarung (Stahl-Stahl) und des Gleitens der Arbeitsklinke der Doppelknagge auf der Kurvenscheibe (Bild 4) kommt es zu einem deutlichen Einschleifen der Knagge. Dadurch ist ein regulierter Futteraustrag nicht mehr möglich. Den Zusammenhang zwischen den Stellstufen der Steuerscheibe und der effektiven Nutzungsdauer gibt Bild 5 wieder.

Die im Jahr 1989 veränderten Knaggen und Kurvenscheiben führten zur Erhöhung der Nutzungsdauer des Knaggenantriebs auf das 4- bis 5fache. Weitere Veränderungen erfordern eine genaue Kenntnis des Kräfte- und Momentenverlaufs.

Das Bild 6 zeigt den Drehmomentenverlauf am Stegkettantrieb in Abhängigkeit von der Futterart, von der Gutbeladung und vom kontinuierlichen bzw. diskontinuierlichen Antrieb. Beim kontinuierlichen Antrieb ist eine nahezu lineare Abhängigkeit des Drehmomentenbedarfs von der Lademasse erkennbar. Ausgehend von einem Leerlaufmoment von 70 Nm kann darauf geschlossen werden, daß bei einer Lademasse von 4,6 t ein maximales Drehmoment von rd. 1500 Nm erforderlich ist.

Infolge zusätzlicher Beschleunigungskräfte und Haftreibungswiderstände beim diskontinuierlichen Antrieb sind die erforderlichen Drehmomente wesentlich höher. Der Drehmomentenverlauf zeigt keine Linearität. Durch Haftreibungs- und Beschleunigungswiderstand des Gutstapels steigt das erforderliche Drehmoment zunächst auf ein Maximum an und fällt danach auf die zur Überwindung der Gleitreibung notwendige Größe ab. Nach Beendigung der Vorschubbewegung geht das Drehmoment auf eine Vorspannung zurück, die der während des Stillstands des Futterstocks verbleibenden Vorspannung entspricht und durch die Rückhalteknagge erhalten wird.

In der weiteren Forschung soll deshalb u. a. der mechanische Antrieb so weiter entwickelt werden, daß ein ständiger Vorschub des Futterstapels realisiert wird. Obwohl sich international hydraulische Antriebe bewährt haben, weisen mechanische Schrittschalteintriebe eine Reihe von Vorteilen auf, die bei der weiteren Entwicklung noch besser ausgeschöpft werden sollten [6, 7]. Die aus den Momentenmessungen rechnerisch ermittelten Kettzugkräfte wurden durch Zugkraftmessungen an den Ketten des Stegkettentransporters bestätigt. Die Untersuchungen weisen nach, daß die Kettensicherheit bei diskontinuierlichem Antrieb 1,7 und bei kontinuierlichem Antrieb 2,27 beträgt. Es wird aber eine Kettensicherheit von 4 gefordert.

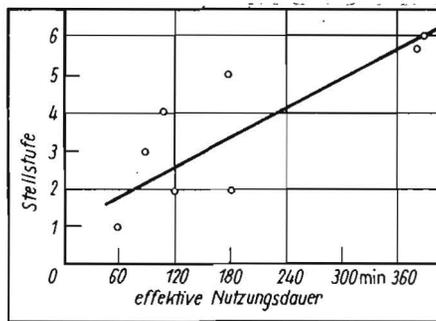


Bild 5. Effektive Nutzungsdauer der Arbeitskette in Abhängigkeit von der Stellstufe der Steuerscheibe [5];  
 $y = 0,013x + 1$ ,  $R = 0,79$

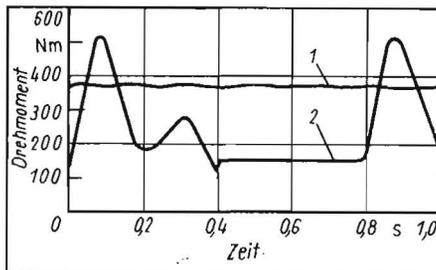


Bild 6. Drehmomentenverlauf an der Antriebswelle des Stegkettentransporters für Maissilage (Masse 1000 kg, Dichte 300 kg/m<sup>3</sup>);  
 1 kontinuierlicher Antrieb ( $M_{d-k} \approx 88,7 \text{ Nm} + 0,286 m_r$ , drehzahlunabhängig),  
 2 diskontinuierlicher Antrieb bei Schaltstufe 5 ( $M_{d-dk-5-max} \approx 212,8 \text{ Nm} + 0,294 m_r$ )

Bei langsamlaufenden Förderketten, wie z. B. im Futterverteilwagen, ist diese Unterschreitung jedoch zulässig.

Eine enge Zusammenarbeit der Beteiligten bei Schadensanalyse, Weiterentwicklung, Konstruktion und Produktion führt dazu, den Forschungsprozeß zu verkürzen, neue Erkenntnisse in Produkte zu überführen und diese der landwirtschaftlichen Praxis zur Verfügung zu stellen.

#### Zusammenfassung

Mit dem Aufbau eines Versuchsstands, an dem von einer Vielzahl von Meßstellen Da-

ten rechnergestützt erfaßt und ausgewertet werden können, wurden wichtige Voraussetzungen geschaffen, um in Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern theoretisch begründete, experimentell erprobte Weiterentwicklungen an den Hauptbaugruppen mobiler Futterverteiltechnik vorzunehmen. Das rechnergestützte Simulationsmodell für das Antriebssystem eines Futterverteilwagens ist auch auf andere Systeme übertragbar, die eine Vielzahl von Meßstellen aufweisen.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, daß sich ein enges Zusammenwirken von Schadensanalyse in der Praxis und im Labor einschließlich der Ermittlung der Schadensursachen und Weiterentwicklung bewährt hat. Die dazu entwickelte Forschungskooperation hat wesentlichen Anteil daran, daß erreichte Forschungsergebnisse schnell in die Produktion überführt werden konnten.

#### Literatur

- [1] Katzmarek, G.; Huschke, W.: Futterverteilwagen L433. agrartechnik, Berlin 36(1986)8, S. 339-342.
- [2] Huschke, G.: Futterverteilwagen L433, L433.1. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1985.
- [3] Prinz, M.; Graichen, J.: Quantifizierung der statischen und dynamischen Belastungen an mobiler Futterverteiltechnik. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Pflichtenheft (G1) 1986 (unveröffentlicht).
- [4] Schieck, A.: Untersuchungen zum Antriebssystem. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Teilabschlußbericht zum Forschungsthema „Weiterentwicklung mobiler Futterverteiltechnik“ 1989 (unveröffentlicht).
- [5] Werner, R.; Gröning, H.; Strömer, U.: Landwirtschaftlich-technologische Untersuchungen zur Präzisierung der Anforderungen an die technische Weiterentwicklung mobiler Futterverteiltechnik Rind. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Studie 1989 (unveröffentlicht).
- [6] Daniel, U.; Prinz, M.: Technisch-ökonomische Aspekte bei der Entwicklung des Kratzerkettentransports am Futterverteilwagen. agrartechnik, Berlin 38(1988)8, S. 359-360.
- [7] Daniel, U.: Entwicklung eines kontinuierlich arbeitenden mechanischen Kratzerkettentransports. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsabschlußbericht (A4) 1987 (unveröffentlicht). A 5716

## Grundlagenuntersuchungen zur automatischen Qualitätssortierung von Hühnereiern

Dipl.-Ing. T. Lorf, KDT/cand. ing. F. Kauschke/cand. ing. H. Messing

### Problemstellung

In der DDR werden jährlich rd. 5 Mrd. Eier produziert. Davon entfallen etwa 2,5 Mrd. Eier auf 16 Kombinatbetriebe des VE Kombinat Industrielle Tierproduktion. Die tägliche Eierproduktion je Kombinatbetrieb liegt zwischen 200000 und 800000 Stück [1]. Voraussetzung für die Vermarktung dieser Eier ist eine Sortierung nach Masse (A-, B-, C-Eier) und Qualität. Bei der Qualitätssortierung müssen Abweichungen vom genutztauglichen Ei, wie Schmutzei, Lichtsprungei, Knick- und Blutei, Blutfleck- und Faulei, erkannt werden [2]. In den Kombinatbetrie-

ben werden durchschnittlich 13,3% aller produzierten Eier aussortiert. Zu diesen aussortierten Eiern gehören 4,5% Knick- und Lichtsprungeier, 4,2% Schmutzeier, 0,13% Bluteier und sonstige Aussonderungen, wie Über- oder Untergrößen.

Bei allen in Produktion befindlichen Eiersortieranlagen muß die Fehlererkennung und Fehlerzuweisung vom Menschen ausgeführt werden. Diese Tätigkeiten sind sehr monoton und führen zu frühzeitigem Ermüdungserscheinungen. Die erreichte Sortierqualität ist im hohen Maß von der Verfügbarkeit, vom Ermüdungszustand und von Mono-

tonieerscheinungen der Arbeitskraft abhängig.

Zur maschinellen Erkennbarkeit der o. g. Mängel werden an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg Grundlagenuntersuchungen durchgeführt.

### Sensorkonzept und Abtastung

Zur Eiinspektion wird die gesamte Eioberfläche während der Rotation des Eies um seine Längsachse mit einem eindimensionalen, optoelektronischen Halbleitersensor (CCD-Zeilenkamera ZFK-1021) abgetastet (Bild 1). Die Abbildung des Eies wird als die rasterförmig