

Weiterführung der Pflege und Wartung mit einigen speziellen Rechenoperationen.

Auf den gesamten mathematischen Teil kann hier nicht eingegangen werden. Es wird in diesem Zusammenhang auf Tittmann [1] verwiesen.

#### 4. Daten und Programme – Spezifika

Die für ein Programm erforderlichen Daten gliedern sich in Stamm- und Bewegungsdaten. Stammdaten sind alle Daten, die sich über einen längeren Zeitraum nicht ändern, wie Normative und Richtwerte, Materialkosten, Stellplatzflächen, Stundenverrechnungssatz, tägliche Arbeitszeit u. a. Aus ihnen werden Normativdaten in Abhängigkeit vom jeweiligen Maschinentyp gebildet (z. B. Datei „Materialverbrauch“, Datei „Arbeitszeitbedarf“), die von Zeit zu Zeit zu aktualisieren sind.

Die Bewegungsdaten sind ereignisbezogene Daten, d. h. sie sind nicht für alle Landwirtschaftsbetriebe konstant, sondern hängen von der territorialen Lage und dem Produktionsprogramm des jeweiligen Landwirtschaftsbetriebes ab.

Auf die Vielzahl der Daten kann verständlicherweise an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Jedoch muß, die Normen bzw. Normative betreffend, nochmals festgestellt werden, daß diese z. T. veraltet sind und einer Überarbeitung und Aktualisierung bedürfen bzw. einige teilweise noch gar nicht vorliegen. Dies trifft sowohl für Materialverbrauchs- als auch für die Arbeitszeitnormative zu (z. B. Arbeitszeitnormative für die Traktoren U 550/550 DT, K-700 A/K-701, T-150 K, Lader TIH-445, Mähdrescher E 516, Köpflader 6-OCS, Rodelader 6-ORCS). Für diese Fahrzeugtypen muß zunächst mit Vergleichswerten gerechnet werden.

Für das Programm „Plan“ für den BC A5120 wurden folgende Dateien erstellt:

##### *Stammdaten A*

Datei 1: Materialverbrauchsnormative

Datei 2: Arbeitszeitnormative und Normzeiten

Datei 3: Daten zum Pflegezyklus

Datei 4: Konstante Berechnungsgrößen

##### *Bewegungsdaten B*

Datei 5: Angaben zum monatlichen Bezugszeitraum

Datei 6: Angaben zum Typ im monatlichen Bezugszeitraum

Datei 7: Eingabedaten zum Typ

Datei 8: Ergebnisgrößen im monatlichen Bezugszeitraum

##### *Daten zum Programmteil*

###### *„Operativplan“ C*

Datensatz – Eingabedaten für jedes Fahrzeug eines Typs.

Das Hauptprogramm realisiert den Aufruf der einzelnen Programmteile (Prozeduren) und beendet das Programm „Plan“ (Bilder 1 und 2).

Programmteile sind:

- Eingabe der Normative (Prozedur NORM-EIN)
- Druckausgabe der Normative (Prozedur NORMAUS)
- Berechnung Jahresplan (Prozedur RECHN)
- Druckausgabe (Prozedur JAHRAUS)
- Berechnung Operativplan (Prozedur BE-REOP).

Der Programmteil „Eingabe der Normative“ gestattet für maximal 50 Maschinentypen Stammdaten einzugeben (Prozedur NORM-EIN). Es ist dabei zu beachten, daß die Daten genau in die vorgegebenen Masken eingeschrieben werden.

Berechnet werden im Programmteil folgende Planungsgrößen:

- Bedarf an Motorenöl, Hydrauliköl, Getriebeöl, Schmierfett, Filtereinsätzen
- Arbeitszeit für die Durchführung der täglichen Pflege, der Pflegegruppen, der Hauptüberprüfung, der Einsatzvorbereitung und der Abstellung und Konservierung als Summe
- Stellplatzflächenbedarf
- Pflegekosten
- Altölrückführung.

Die berechneten Planungsgrößen werden auf einer Datei abgelegt.

Im Programmteil „Operativplan“ erfolgt die terminliche Festlegung der durchzuführenden Pflegegruppen. Alle Termine mit der dazugehörigen Pflegegruppe werden in Ab-

hängigkeit von der jeweiligen Maschinennummer oder dem polizeilichen Kennzeichen sofort auf dem Drucker ausgegeben.

#### 5. Zusammenfassung

Für die lang- und kurzfristige Planung der Pflege und Wartung an selbstfahrenden landtechnischen Arbeitsmitteln wurde ein Programm „Plan“ für den Bürocomputer A5120 erarbeitet. Die Ergebnisse werden in zwei Drucklisten ausgegeben.

Maximal 50 verschiedene Fahrzeugtypen können für die Berechnung vorgesehen werden.

Die Ergebnisse der Jahresplanung können in einer Datei gespeichert und zu jedem beliebigen Zeitpunkt innerhalb eines Jahres abgerufen werden. Zwei fiktive Speicherplätze auf der Normativdatei (Datei 1) wurden als Reserve vorgesehen. Das Programm ist erweiterungsfähig, z. B. für einen Programmteil Anhängerpflege (z. Z. in Vorbereitung). Eine Vervollständigung und Aktualisierung benötigter Normative ist erforderlich.

Die Berechnung des Operativplans kann wesentlich vorgesehen werden.

Das Programm ermöglicht schätzungsweise eine Zeiteinsparung bis zu 90% gegenüber der manuellen Arbeitsweise. Es wird gegenwärtig getestet.

#### Literatur

- [1] Tittmann, A.: Einsatz eines Bürocomputers zur Pflegeplanung am Beispiel des VEG Schwaneberg. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1985.
- [2] Schröder, C.: Die Planung der vorbeugenden Instandhaltung mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen. agrartechnik, Berlin 21 (1971) 11, S. 494–496.
- [3] Hidde, B.; Bock, W.: Einsatz von Kleinstrechnern für die Planung der Maschinenpflege. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 12, S. 528–531.
- [4] Bock, W.; Naethe, E.: Kurzfristige Planung der Maschinenpflege mit dem Kleinstrechner K 1002. agrartechnik, Berlin 34 (1984), S. 161–163. A 4760

## Messungen mit einem Fluchtungs-laser in Tierproduktionsanlagen

Dr.-Ing. R. Schossée, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

### 1. Problemstellung

Die Erhöhung des Automatisierungsgrades in der Instandhaltung stellt höhere Anforderungen an die Meß-, Kontroll- und Steuerungsverfahren sowie an die Gerätesysteme der technischen Diagnostik. Im Mittelpunkt stehen dabei u. a. folgende Parameter [1]:

- Genauigkeit
- Meßgeschwindigkeit
- schnelle Verarbeitung der Meßergebnisse
- größerer Umfang der Meßtätigkeit und Meßdatenaufwand.

Die bisher eingesetzten Meß- und Kontrollgeräte, wie Fluchtungsfernrohr, Nivelliergerät oder Theodolit, entsprechen in vielen Fällen nicht mehr den o. g. Forderungen. Die

Einführung der Fluchtungs-laser LFG 1 bzw. LF 1 in die Metrologie bedeutet einen enormen Fortschritt hinsichtlich der gerätetechnischen Anforderungen. In vielen Zweigen der Volkswirtschaft ist die Lasertechnik weit verbreitet, vorwiegend für die Materialbearbeitung oder für die Holographie. Die Lasertechnik für Fluchtungs-aufgaben findet bisher größtenteils nur auf dem Gebiet des Bauwesens Anwendung.

Untersuchungsschwerpunkte für den Einsatz von Laserfluchtungsgeräten in Tierproduktionsanlagen bildeten Rohrförderanlagen (RFA) der Fütterungsstrecke in einem Legehennenaufzuchtbetrieb sowie Selbstfangfreßgitter (SFG) der Standausrüstungen einer

Jungrinderaufzuchtanlage. Der Fluchtungs-lasereinsatz soll die Überprüfung des Abnutzungs-zustands und ein genaueres Ermitteln der geforderten Toleranzen bei der Montage ermöglichen.

### 2. Rohrförderanlagen

#### 2.1. Messungen

Bei der Montage von Rohrförderanlagen treten Abweichungen auf, wobei nur die Läng-abweichungen, d. h. horizontale und vertikale Abweichungen von der theoretischen Linienführung der Förderstrecke, ermittelt werden. Das betrifft vor allem die in PVC-Rohren geführte Förderstrecke, die an der

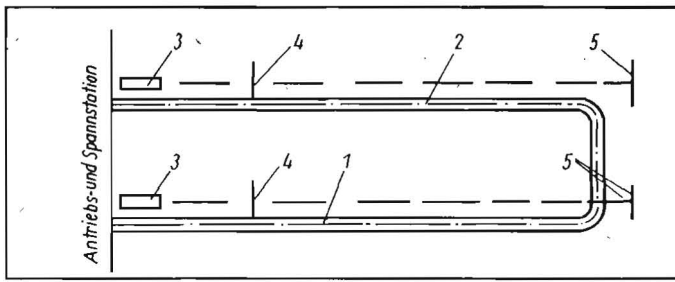


Bild 1. Meßaufbau an einer Rohrförderanlage;  
1 RFA-Vorlauf, 2 RFA-Rücklauf, 3 LFG 1, 4 Meßlatte, 5 Zieltafel

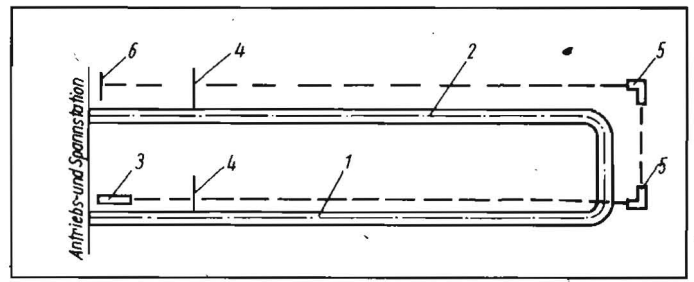


Bild 3. Meßaufbau mit Umlenkoptik;  
1 RFA-Vorlauf, 2 RFA-Rücklauf, 3 Laserfluchtungsgerät LFG 1, 4 Meßlatte, 5 90°-Umlenkoptik, 6 Zieltafel

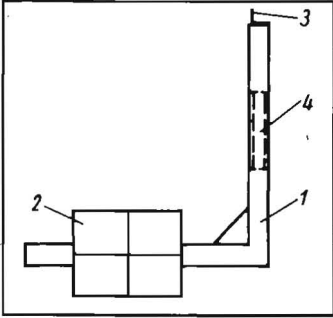


Bild 2. Meßlatte;  
1 Meßlatte, 2 x-y-Koordinatensystem,  
3 Anschlag, 4 Wasserwaage

Deckenkonstruktion mit Halterungen befestigt ist. Durch die Montageabweichungen entstehen im Zugorgan erhöhte Kräfte. Diese bewirken ein Ansteigen der Reibung und somit erhöhten Verschleiß der Rohrförderanlagen. Die Abweichungen führen weiterhin zu einem wachsenden Leistungsbedarf der Rohrförderanlagen.

Bei den in der Schweine-, Geflügel- sowie Jungrinderhaltung angewendeten RFA wurde bisher eine Nutzungsdauer von 2 bis 6 Jahren festgestellt [2]. Angestrebt wird, die Nutzungsdauer aller Rohrförderanlagen auf 6 Jahre zu erhöhen. Ein wichtiger Faktor hierzu ist die Minderung der Montageabweichungen.

Zur Messung müssen das Lasergerät sowie die Hilfseinrichtungen an der Rohrförderanlage aufgestellt und genau ausgerichtet werden (Bild 1).

Das Laserfluchtungsgerät wird am Anfang des Vorlaufförderrohres im seitlichen Abstand von etwa 1 m aufgebaut und horizontal ausgerichtet. Für die vertikale Einrichtung des LFG 1 wird eine rechtwinklige Meßlatte benutzt (Bild 2). Diese Meßlatte wird direkt vor dem Lasergerät am Förderrohr positioniert, um einen definierten Abstand zu erzie-

len. Am Ende des Förderstrangs wird eine Aufrichtzieltafel mit Hilfe eines Stativs (Dreifuß) aufgestellt. Diese Aufrichtzieltafel ist mit der rechtwinkligen Meßlatte so ausgerichtet, daß der Laserstrahl am Anfang und am Ende des Förderstrangs den gleichen seitlichen Abstand vom Förderrohr aufweist. Die Höhe der Zieltafel kann durch den sichtbaren Laserstrahl festgelegt werden. Da die Meßlatte mit einem x-y-Koordinatensystem versehen ist, besteht die Möglichkeit, mit einem einmaligen Anhalten der Meßlatte an das Förderrohr gleichzeitig die horizontalen und vertikalen Abweichungen festzustellen. Um ein Verkanten der Meßlatte als Fehlerquelle auszuschalten, wurde zusätzlich eine Wasserwaage befestigt. Die Meßlatte wird bei den Rohralterungen und genau dazwischen an das Förderrohr gehalten. Dann ist der Wert auf der Meßlatte abzulesen und auf einem vorbereiteten Meßprotokoll zu notieren. Stets werden zwei Meßwerte aufgenommen, der rechte und linke bzw. obere und untere Rand des Laserpunkts. Daraus lassen sich Mittelwerte bilden. Ein direktes Ablesen des Mittelpunkts ist nicht möglich, da der Laserpunkt einen Durchmesser von rd. 10 mm hat. Die Meßwerte, die rechts bzw. oberhalb der Systemlinie liegen, erhalten ein positives Vorzeichen, die Meßwerte links bzw. unterhalb der Systemlinie werden durch ein negatives Vorzeichen gekennzeichnet.

Nach Beendigung der Messungen am Vorlauf wird das LFG 1 neben den Rücklauf gestellt und ausgerichtet. Die Messungen erfolgen dann analog zum Vorlauf.

Ein zweimaliges Ausrichten des Laserfluchtungsgeräts erübrigt sich, wenn zwei 90°-Umlenkoptiken zum Einsatz kommen (Bild 3). An den Umlenkstationen werden jeweils die beiden Umlenkoptiken aufgestellt und der Strahl am Ende des Rücklaufs mit einer Aufrichtzieltafel aufgefangen. Mit dieser Variante konnten jedoch keine Messungen durchgeführt werden, da der Laserpunkt nur noch schwach zu erkennen war. Ausgehend

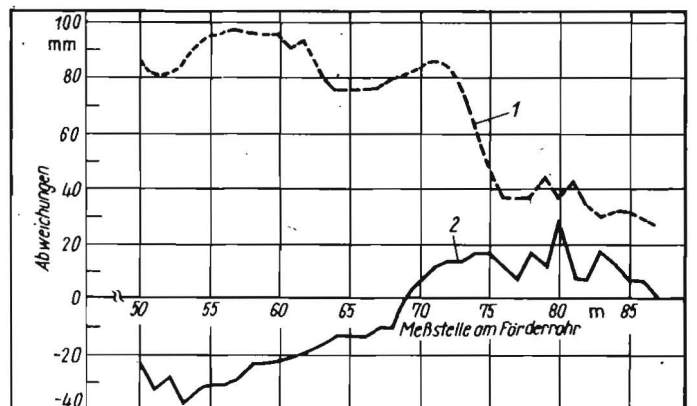
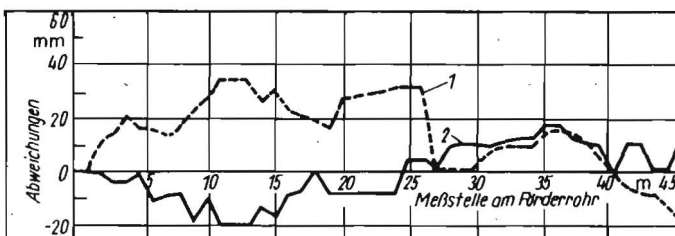
von der Reichweite und der Genauigkeit des Laserstrahls hätte auch dieser Aufbau zu Meßergebnissen führen müssen. Folgende Gründe ließen das nicht zu: Die Messungen wurden nicht in der Serviceperiode durchgeführt, d. h. im Stall befanden sich rd. 15000 Tiere. Durch die ständige Bewegung der Tiere sowie durch eingeschaltete Be- und Entlüftungsanlagen ist der Staubanteil in der Luft sehr hoch. Bedingt durch den hohen Staubanteil, war der Laserpunkt kaum noch erkennbar, und somit mußten die Messungen nach dieser Variante abgebrochen werden. Wie das Beispiel zeigt, wird es künftig notwendig sein, die Messungen mit dem Laserfluchtungsgerät in Legehennenaufzuchtanlagen stets in den Serviceperioden, in denen sich keine Tiere im Stall befinden, vorzunehmen.

## 2.2. Auswertung

Die ermittelten Werte der vertikalen und horizontalen Längenabweichungen sind in Meßreihen zusammengestellt [3]. Zur grafischen Veranschaulichung der Abweichungen werden diese vom RFA-Vor- und Rücklauf in zwei Streckendiagrammen aufgezeichnet (Bilder 4 und 5). Dabei wurde nicht nur der gesamte Umfang der Meßpunkte dargestellt, sondern nur ausgewählte Abschnitte mit den größten Abweichungen. Auf der Abszisse des Koordinatensystems ist die Systemlinie abgebildet. Die Systemlinie stellt den idealen Verlauf der Förderstrecke des Rohrkettenträgers dar. Die vertikalen und horizontalen Montageabweichungen sind an der Ordinate ablesbar. Durch die Messungen konnte festgestellt werden, daß das Förderrohr erhebliche Abweichungen gegenüber dem theoretischen Verlauf aufweist. Die vertikalen Abweichungen, vorwiegend durch die unterschiedliche Deckenkonstruktion hervorgerufen, sind mit Hilfe der Rohralterungen auszugleichen. Die Rohralterungen sollten konstruktiv so gestaltet sein, daß es möglich ist, diese vertikal zu verstell-

Bild 5. Streckendiagramm der Abweichungen an einem RFA-Rücklauf;  
1 vertikale Abweichungen, 2 horizontale Abweichungen

Bild 4. Streckendiagramm der Abweichungen an einem RFA-Vorlauf;  
1 vertikale Abweichungen, 2 horizontale Abweichungen



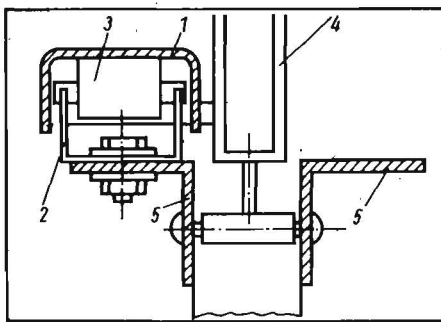
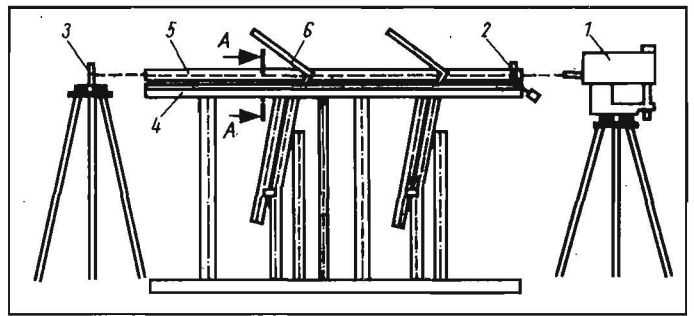


Bild 6  
Schnittdarstellung des oberen Teils am SFG (Schnitt A-A im Bild 7); 1 Schubstange, 2 Rollenbock, 3 Rolle, 4 Winkelhebel, 5 Gitter Bild 7  
Meßaufbau am SFG; 1 LFG 1, 2 Durchlichtzieltafel mit Handhalter, 3 Aufrichtzieltafel, 4 Gitter, 5 Schubstange, 6 Winkelhebel



len, um dadurch einen geradlinigen Verlauf des Förderrohrs zu erreichen.

Ein Laserfluchtungsgerät eignet sich nicht nur für Überprüfungszwecke an Rohrförderanlagen, sondern auch für die Montage von RFA. Mit entsprechenden Hilfseinrichtungen ist eine Montage mit hoher Genauigkeit möglich. Durch einen nahezu geradlinigen Verlauf des Förderrohrs läßt sich die Reibung im Rohr gering halten und somit Verschleiß reduzieren. Die Nutzungsdauer von Rohrförderanlagen würde sich erhöhen und der Leistungsbedarf der Antriebsstation sinken.

### 3. Selbstfangfreßgitter

#### 3.1. Messungen

Das einwandfreie Funktionieren des Selbstfangfreßgitters ist die wichtigste Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Betriebsablauf. Deshalb sind schon bei der Montage dieser Baugruppe folgende Toleranzen einzuhalten:

- Abweichungen in der Flucht 3 mm
- Abweichungen in der Höhe 2 mm.

Treten während der Montage oder während des Einsatzes eines SFG durch die Kräfteeinwirkung der Tiere Abweichungen auf, die nicht in den festgelegten Toleranzbereichen liegen, sind Störungen unvermeidlich. Diese Störungen äußern sich z. B. darin, daß sich der Bedienmechanismus nicht bzw. schwer betätigen läßt. Die Ursache dafür liegt darin, daß sich der Rollenbock mit den Rollen in der Schubstange des Freßgitters verklemmt (Bild 6). Dies würde nicht auftreten, wenn die vertikalen und horizontalen Abweichungen des Freßgitters in den geforderten Toleranzbereichen lägen.

Das LFG 1 wurde am Beginn des Freßgitterstrangs in Höhe der Schubstange aufgebaut und horizontal ausgerichtet (Bild 7). An dieser Stelle traten Probleme auf, da durch das unten liegende Futterband unterschiedliche Fußbodenhöhen entstanden. Diese lassen sich nur schlecht durch das Stativ ausgleichen, weil auf dem Betonfußboden die Stativfüße keinen festen Stand haben und leicht wegrutschen. Über eine Zieltafel mit Millimetereinstellung wurde das LFG genau vertikal eingestellt. Nach ordnungsgemäßer Einstellung des Geräts erfolgte die Messung, zu der eine weitere Zieltafel auf eine Halterung mit Dosenlibelle geschraubt und diese mit einem Handhalter auf die jeweilige Meßstelle aufgesetzt wurde.

Um ein genaueres Ablesen zu ermöglichen, erhielt die Durchlichtzieltafel eine Millimetereinstellung. Die Messungen erfolgten auf

der Schiene des Gitters jeweils bei den Winkelhebeln in Abständen von 750 mm. Aufgrund des relativ großen Strahldurchmessers wurden hier ebenfalls stets zwei Meßwerte, der obere und untere bzw. rechte und linke Rand des Laserpunkts abgelesen und der Mittelwert auf einem Meßprotokoll notiert.

#### 3.2. Auswertung

Durch die Messungen konnten bis zu 25 mm horizontale und bis zu 21 mm vertikale Abweichungen festgestellt werden. Bei einem Vergleich mit den zulässigen Montagetoleranzen – horizontale Abweichungen 3 mm und vertikale Abweichungen 2 mm – ist festzustellen, daß zwischen Soll- und Istzustand des Freßgitters erhebliche Differenzen auftreten. Ursachen für diese Differenzen können eine nicht sachgerechte Montage des Freßgitters oder eine Verformung des Gitters durch die Kraftereinwirkung der Tiere sein. Beim Betätigen des Bedienmechanismus war aufgrund der großen Abweichungen des Gitters ein erhöhter Kraftaufwand notwendig. Für die Messung der etwa 80 m langen Strecke des Freßgitterstrangs wurde eine Zeit von 60 min benötigt. Die Zeit des Einrichtens des Lasers sowie der Zieltafel betrug 25 min. Um die Messungen ordnungsgemäß durchführen zu können, ist eine Arbeitskraft ausreichend.

Entsprechend der Bedienanweisung für das Selbstfangfreßgitter wird vom Hersteller eine vierteljährliche Überprüfung dieser Baugruppen vorgeschrieben. Im Rahmen dieser Überprüfung ist es möglich, das LFG 1 einzusetzen, um festzustellen, inwieweit das Freßgitter in der Flucht und in der Höhe von der theoretischen Linienführung abweicht. Die Kenntnis über den Schädigungsstatus bzw. die Größe der Abweichungen und den genauen Ort ihres Auftretens bildet die Voraussetzung, um vorbeugende Instandhaltungsarbeiten durchzuführen. Das Laserfluchtungsgerät eignet sich nicht nur zur Überprüfung von SFG, sondern wäre auch bei der Montage mit entsprechenden Hilfsmitteln einsetzbar [3].

#### 4. Zusammenfassung

Die Lasertechnik wird bereits in vielen Zweigen der Volkswirtschaft eingesetzt, hat aber im Bereich der Landtechnik bisher noch keine Anwendung gefunden. Mit der Einführung der Fluchtungslasertechnik in die Landwirtschaft werden neue Möglichkeiten zur Überprüfung von Systemen und Baugruppen in stationären landtechnischen Anlagen erschlossen. Aufgrund der Möglichkeit der Er-

zeugung von Fluchtungsstrahlen, die Entfernungen bis zu 1000 m erreichen, ist es zweckmäßig, nur solche Anlagenelemente zu überprüfen, die über lange Meßstrecken verfügen.

Um einen vielseitigen Einsatz des FluchtungsLasers realisieren zu können, werden verschiedene Zusatzausrüstungen benötigt. In unterschiedlichen industriemäßigen Tierproduktionsanlagen erfolgten Messungen an technischen Systemen und Baugruppen mit dem Laserfluchtungsgerät LFG 1. In einer Legehennenaufzuchtanlage wurde eine Rohrförderanlage hinsichtlich Abweichungen gegenüber der theoretischen Linienführung überprüft. Aufgrund der geringen Helligkeit und hoher Staubanteile in der Luft war eine Messung mit dem Nivellierinstrument nur schlecht möglich, hingegen konnte eine Messung mit dem Laserfluchtungsgerät wegen seiner hohen Strahlungsintensität über die gesamte Meßstrecke problemlos durchgeführt werden. Im Vergleich zum Nivellierinstrument z. B. zeichnet sich das Laserfluchtungsgerät vor allem durch seine große Reichweite und hohe Genauigkeit aus.

In einer Jungrinderaufzuchtanlage wurden Messungen an einem Selbstfangfreßgitter durchgeführt. Dabei konnten erhebliche vertikale und horizontale Abweichungen gegenüber den zulässigen Montagetoleranzen festgestellt werden. Aus den Abweichungen in den aufgeführten Beispielen lassen sich Schlußfolgerungen für die Instandhaltung ziehen. Das volkswirtschaftliche Grundanliegen, vorhandene Ressourcen effektiv und rationell mit höchstem Ergebnis zu nutzen, erfordert auch den Einsatz der Metrologie in der Landtechnik. Die eingesetzten Meßgeräte sollen kostengünstig und rentabel sein, d. h. genaue Meßergebnisse sind bei geringem Arbeits- und Geräteaufwand unter variablen Einsatzbedingungen zu erreichen. Diese Forderungen werden durch das Laserfluchtungsgerät LFG 1 weitgehend erfüllt.

#### Literatur

- [1] Apel, P.: Entwicklung und Anwendung der Meßtechnik im Bauwesen. Institut für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen Leipzig, 1981.
- [2] Hoffmeister, U.: Untersuchungen zum Einfluß der Montageabweichungen auf den Leistungsbedarf der Rohrförderanlage. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983.
- [3] Truckenbrodt, U.: Ermittlung von Anwendungsmöglichkeiten der Laserfluchtungsmessung in stationären landtechnischen Anlagen. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1985.

A 4746