

Duo-Körperlichtschranke als bildgebendes Sensorsystem zur Charakterisierung landwirtschaftlicher Gutpartikel

Double light barrier as an imaging sensor system for the characterization of agricultural particles

Frank Fender^(*), Bernhard Lang^(*), Johannes Marquering^(**), Arno Ruckelshausen^(*), Bernd Scheufler^(**)

^(*) Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt Intelligente Sensorsysteme, Fachhochschule Osnabrück, Albrechtstr. 30, 49076 Osnabrück

^(**) Amazonen-Werke GmbH & Co. KG, Am Amazonenwerk 9-13, 49205 Hasbergen-Gaste

Email: a.ruckelshausen@fhos.de

Kurzfassung: Die Entwicklung des bildgebenden Sensorsystems zur Charakterisierung landwirtschaftlicher Gutpartikel basiert auf dem vorhandenen Körnerzähler „Seed-Control“, der aus zwei senkrecht zueinander aufgebauten Lichtschranken besteht; das System wurde mit parallelem Laserlicht und CCD-Zeilensensoren realisiert. Zwei dieser Systeme wurden gekoppelt, um die Geschwindigkeit der Partikel (Saat- oder Düngerkörner) zu bestimmen und Daten für eine vollständige dreidimensionale Bilderverarbeitung zu gewinnen. Das System wurde realisiert, erste Messungen zur Charakterisierung wurden vorgenommen. Die Parameter unterstützen die optimale Einstellung der Maschinen.

Deskriptoren: Lichtschranke, CCD-Zeilensensoren, Bildverarbeitung, Sämaschine, Körnerzähler.

Summary: The development of the imaging sensor system for grain characterization is based on the existing grain counter “Seed-Control” which consists of two light barriers arranged at 90°; the system is realized with parallel laser light and CCD lines sensors. Two of the grain counters have been used to measure the speed of the particles (such as seed or fertilizer) in order to generate data for a complete three-dimensional image processing of the resulting data. The system has been realized and first characterizations have been performed. The resulting parameters support the setup of agricultural machines.

Keywords: Light barrier, CCD line sensors, image processing, seed drill, grain counter.

1. Einleitung

Die Anforderungen in der Drilltechnik haben in den letzten Jahren zu Entwicklungen geführt, die den Übergang vom Wiegen zum Zählen der Körner ermöglichen. Die Praxisbedingungen beim Einsatz stellen hohe Anforderungen an das System, dies betrifft sowohl die mechanische Anordnung als auch die Elektronik und Sensorik. Von den Autoren wurde kürzlich der Körnerzähler „Seed-Control“ auf Basis optoelektronischer Messtechnik vorgestellt (MARQUERING und SCHEUFLER 2006). Die Daten optischer Lichtgitter stellen darüber hinaus Bildinformationen dar („1bit-imaging“), die sich für eine schnelle Bildverarbeitung eignen und insbesondere absolute geometrische Informationen liefern (FENDER et al. 2005). Somit bietet das System die technischen Voraussetzungen für eine Bildverarbeitung zur Analyse einzelner Körner. Aufgrund der Variabilität der Messobjekte bzgl. der Position, der Beleuchtung, des Datenumfangs und der Kosten ist ein solches System dem Einsatz von Kameras deutlich überlegen.

2. Körnerlichtschranke Seed-Control

Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau des Körnerzählers Seed-Control. Jede der beiden Lichtschranken besteht aus einem Laser, einer optischen Anordnung zur Erzeugung von parallelem Licht und einem CCD-Zeilensensors. Die Daten werden einer entsprechenden Analogelektronik und Mikrocontrollertechnik weiterverarbeitet und via CAN-Bus dem Bordcomputer zur Verfügung gestellt. Abbildung 2 zeigt die Messanordnung. Durch die beiden Lichtschranken und die hohe geometrische Auflösung der Sensoren (768 Pixel, 63,5 µm Pixelbreite) können Körner mit Durchmessern unterhalb eines Millimeters gezählt werden.

Die Übertragung der geometrischen Struktur eines Korns in die Lichtschrankeninformation ist in Abbildung 3 dargestellt, die Binärdaten der Lichtschranken liefern Informationen zur äußeren geometrischen Gestalt des Korns.

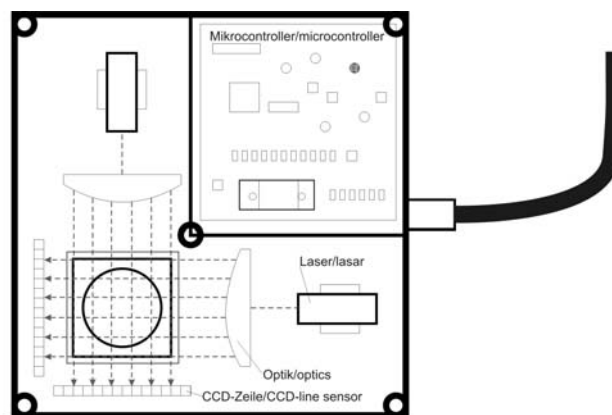


Abb. 1: Schematischer Aufbau des Körnerzählers Seed-Control (MARQUERING und SCHEUFLER 2006).

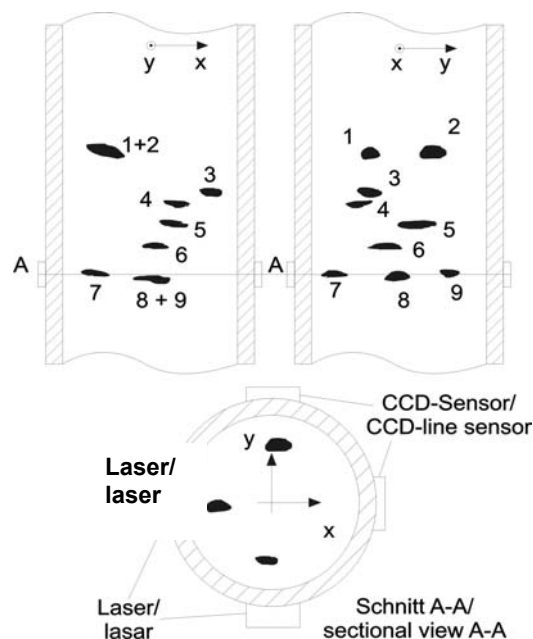


Abb. 2: Messanordnung des Körnerzählers Seed-Control (MARQUERING und SCHEUFLER 2006).

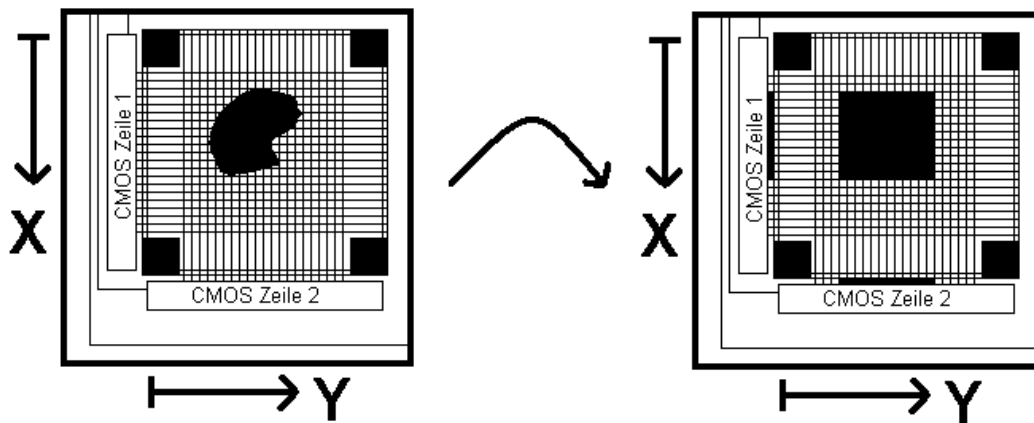


Abb.3: Resultierende Lichtschrankeninformationen (rechts) eines Objektes (links).

3. Duo-Körnerlichtschranke

Die Verwendung der beiden CCD-Zeilensensoren ermöglicht nicht nur eine weitgehende Verhinderung von Doppelzählungen, sondern bietet durch die binären Bilddaten die Option einer Bildverarbeitung. Dabei wird beim Durchfallen eines Korns „scheibchenweise“ die geometrische Umhüllende des Objektes in x- und y-Richtung gemessen und kann zu einem dreidimensionalen Objekt zusammengesetzt werden. Die Umrechnung der vertikalen (Zeit-) Achse hängt jedoch von der Geschwindigkeit des Objektes ab.

Durch die Verwendung von zwei gekoppelten Körnerzählern kann die Geschwindigkeit eines Korns bestimmt werden. Durch den geringen Abstand der beiden Systeme (25 mm) ist eine hohe Sicherheit sowohl bei der Zuordnung des einzelnen Korns als auch der Bestimmung der Geschwindigkeit gegeben. Abbildung 4 zeigt das Prinzip der „Duo-Körnerlichtschranke“ mit insgesamt 4 CCD-Zeilensensoren, die alle nach jeweils 116 μ s ausgelesen werden.

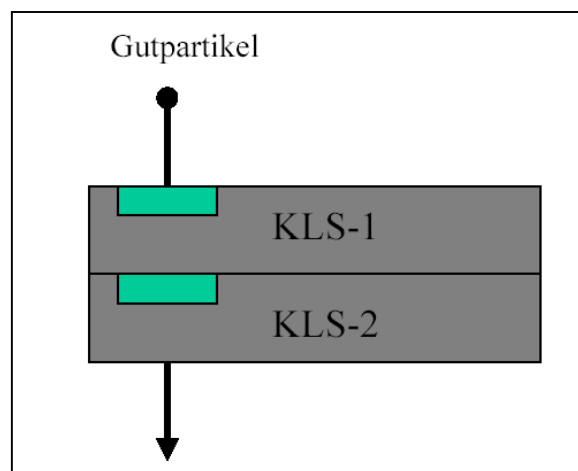


Abb. 4: Prinzip der Duo-Körnerlichtschranke.



Abb.5: (Geöffnete) Körnerlichtschranke Seed-Control (links) und Duo-Körnerlichtschranke (rechts).

Abbildung 5 zeigt die Körnerlichtschranke Seed-Control und die realisierte Duo-Körnerlichtschranke. Die quadratische Öffnung im vorderen Teil der Abbildung stellt den Fallbereich der Körner dar, der Bereich der Mikrocontrollertechnik ist geöffnet, die beiden bzw. vier Laser sind unter den abgedeckten Bereichen angebracht.

4. Ergebnisse und Ausblick

Die Daten der zwei Körnerlichtschranken bzw. 4 CCD-Zeilensensoren werden zeilenweise ausgelesen und mit einem PC ausgewertet. Die Zeileninformationen werden zu zusammenhängenden Bildinformationen zusammengesetzt, aus denen die Zuordnung der Objekte bestimmt wird. Die Messdaten beider Körnerlichtschranken werden korreliert und aus den zeitlichen und geometrischen Informationen die Geschwindigkeit der Objekte bestimmt. Der geringe Abstand der beiden Lichtschrankensysteme führt zu einer weitgehenden Modellunabhängigkeit (Reibung) der Geschwindigkeitsbestimmung.

Abbildung 6 zeigt Bildsequenzen für drei Objekte (Maiskörner), wobei die vertikale Zeitachse aufgrund der Geschwindigkeitsmessung in einen Abstand umgerechnet wurde.

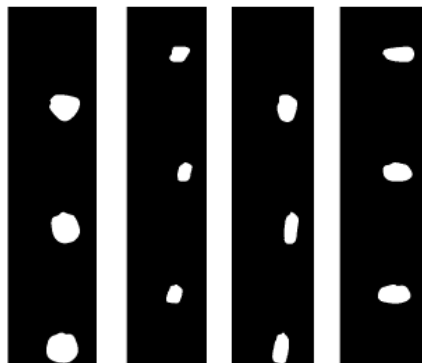


Abb.6: Bildsequenzen der vier CCD-Zeilensensoren beim Durchgang von Gutpartikeln.

Die zweidimensionalen Informationen können zu einem dreidimensionalen Objekt zusammengesetzt werden. Abbildung 7 zeigt die entsprechende Struktur eines Maiskorns.

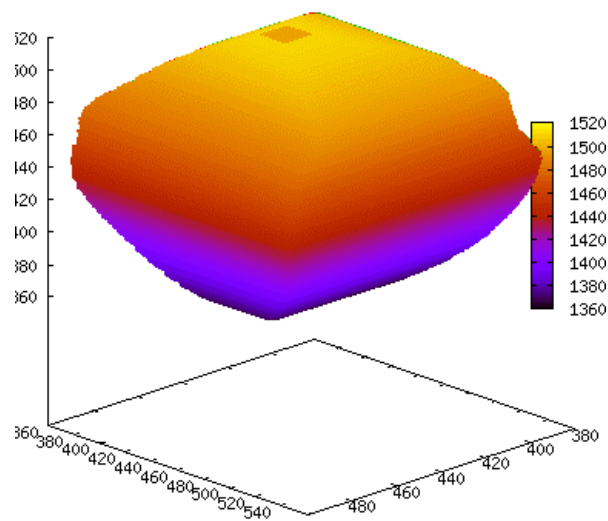


Abb.7: Dreidimensionale Form eines Gutpartikels.

Auf Basis der Daten kann für ein einzelnes Korn eine automatische Bildverarbeitung durchgeführt werden. Es können sowohl zweidimensionale (wie z.B. die Kompaktheit) als auch dreidimensionale Parameter bestimmt werden. Tabelle 1 zeigt Messergebnisse für Testproben.

Probe	Geschwindigkeit (m/s)	Volumen (mm ³)	Kompaktheit (xz-Ebene)	Kompaktheit (yz-Ebene)
1	0,638	361,0	1,58	1,81
2	0,634	299,4	1,61	1,86
3	0,643	365,7	1,69	1,67

Tab. 1: Geschwindigkeitsmessung und Bildverarbeitungsparameter für 3 Probepartikel (Maiskörner).

Die realisierte Duo-Körnerlichtschranke bietet – zusammenfassend - die Möglichkeit zur Bestimmung geometrischer dreidimensionaler Eigenschaften von landwirtschaftlichen Partikeln. Die resultierenden Parameter werden zur Charakterisierung von Saat- oder Düngerkörnern verwendet und dienen der weiteren Verbesserung der optimalen Einstellung landwirtschaftlicher Maschinen.

5. Literatur

Fender, F.; Hanneken, M.; Linz, A.; Ruckelshausen, A.; Spicer, M.: “Messende Lichtgitter und Multispektralkameras als bildgebende Systeme zur Pflanzenerkennung / Imaging for crop detection based on light curtains and multispectral cameras“; Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 40, 2005, S.7-16.

Marquering, J.; Scheufler, B.: „Präzise Saat durch Körnerzähler Sensor“, Landtechnik 61 (2006), H.5, S.248-249.

Dipl.-Ing. (FH) Frank Fender
Fachhochschule Osnabrück / Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt Intelligente
Sensorsysteme (ISYS)
Albrechtstr. 30
49076 Osnabrück
Telefon: +49(0)541 969-3688
Fax: +49(0)541 969-2235
Email: fender@fhos.de

Prof. Dr. Bernhard Lang
Fachhochschule Osnabrück / Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik
Albrechtstr. 30
49076 Osnabrück
Telefon: +49(0)541 969-2193
Fax: +49(0)541 969-2235
Email: b.lang@fh-osnabrueck.de

Dr. Johannes Marquering
AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
Am Amazonenwerk 9-13
49205 Hasbergen
Tel.: (05405)501-112
Fax: (05405)501-234
Email: Dr.Johannes.Marquering@amazone.de

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen
Fachhochschule Osnabrück / Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt Intelligente
Sensorsysteme (ISYS)
49076 Osnabrück
Telefon: +49(0)541 969-2090
Fax: +49(0)541 969-3693
Email: a.ruckelshausen@fhos.de

Dr. Bernd Scheufler
AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
Am Amazonenwerk 9-13
D-49205 Hasbergen
Tel.: (05405)501-158
Fax: (05405)501-234
Email: Dr.Bernd.Scheufler@amazone.de