

Laser zum Messen von morphologischen Pflanzenparametern

Die Kenntnis von kleinräumigen morphologischen Bestandesparametern wie Pflanzenmassedichte oder -höhe ist wichtig für optimierte Prozesse bei der Bestandesführung und auch bei der Ernte. Voraussetzung für eine praktische Umsetzung sind Sensoren, die das Messen von Bestandesparametern mit hinreichender Genauigkeit bei geringen Kosten ermöglichen. In den letzten Jahren wurden Lasersensoren zur Abstandsmessung für zahlreiche industrielle Anwendungen entwickelt und erfolgreich eingesetzt. In diesem Beitrag wird untersucht, ob ihr Einsatz auch einen Beitrag zur Messung von morphologischen Pflanzenparametern leisten kann.

Dr.-Ing. D. Ehlert ist Leiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth Allee 100, 14469 Potsdam; e-mail: dehlert@atb-potsdam.de

Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.

Schlüsselwörter

Pflanzenparameter, Messprinzip, Laser-Abstandssensor

Keywords

Crop parameters, measurement principles, laser distance sensor

Literatur

[1] Thönsink, G., J. Preckwinkel, A. Linz, A. Ruckelshausen und J. Marquering: Optoelektronisches Sensorsystem zur Messung der Pflanzenbestandesdichte. Landtechnik 59 (2004), H. 2, S. 78-79

In landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Produktionsverfahren sind die Pflanzenmassedichte und -höhe wichtige Parameter zur Beurteilung von Pflanzenbeständen. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf zu erwartende Erntemengen oder werden genutzt, um den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung zu optimieren. Weiterhin können bei Erntemaschinen die Betriebsparameter, wie Fahrgeschwindigkeit oder Drehzahlen von Maschinenbaugruppen, den Bestandesverhältnissen angepasst werden.

Messmethode

In den letzten Jahren wurden für industrielle Anwendungen neue Lasersensoren zur Abstandsmessung entwickelt und auf den Markt gebracht, die vorrangig nach dem Triangulationsprinzip arbeiten. Einige dieser Sensoren sind preiswert, arbeiten mit sehr geringen Lichtbündelquerschnitten im Millimeterbereich und hoher Messfrequenz. Damit sind die entscheidenden Voraussetzungen geschaffen, mit dem Strahl tief in Pflanzenbestände einzudringen und eindeutige Reflexionssignale in ausreichender Anzahl zu erhalten. Das Grundprinzip der Messung von morphologischen Parametern eines Pflanzenbestandes wie etwa der Pflanzenmassedichte oder der Pflanzenhöhe besteht darin, dass ein in konstanter Höhe über dem Pflanzenbestand bewegter Lasersensor Abstände misst, in denen der Strahl entweder auf die Pflanzenoberfläche oder auf den Boden trifft und reflektiert wird. Nach einer statistischen Auswertung der Reflexionsab-

stände können dann Aussagen über die Beschaffenheit eines Pflanzenbestandes abgeleitet werden, die die Basis für eine optimierte Bestandesführung bilden. Gestützt auf Plausibilitätsüberlegungen kann davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich mit stärkerer Ausbildung des Pflanzenbestandes die gemessenen Abstandswerte mit einer hohen statistischen Wahrscheinlichkeit abnehmen werden (Bild 1).

Auswahl von Modellen

Entsprechend den Einsatzanforderungen zum Erfassen von Bestandesparametern wurden die auf dem Markt angebotenen Lasersensoren hinsichtlich ihrer potenziellen Eignung unter Nutzung des Internets analysiert. Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung von Sensoren, die ausgewählt und einer näheren Betrachtung unterzogen wurden.

Einsatzergebnisse

Um die prinzipielle Eignung von Lasersensoren für das Erfassen von morphologischen Pflanzenbestandesparametern zu untersuchen, erfolgten seit der Vegetationsperiode 2003 Untersuchungen an den in Tabelle 1 aufgeführten Modellen.

Auf Grund des opto-elektronischen Messprinzips und der extrem unregelmäßigen Ausbildung der reflektierenden Pflanzenoberflächen war zu erwarten, dass ungültige Messwerte in Form von Fehlmessungen auftreten. Um dieser Frage nachzugehen, wurden die zu untersuchenden Sensoren vor einem Trägerfahrzeug (Traktor, Geräteträger) angebracht. Die Sensoren waren schräg nach

Tab. 1: Zusammenstellung ausgewählter Lasersensoren

Table 1: Synopsis of selected laser sensors

Anbieter	Sensortyp	Messbereich mm	Wellenlänge nm	Messfrequenz Hz	Laserklasse	~ Preis
Baumer electric	OADM 20i6481/S14F ¹⁾	200-1000	675	1000	2	1 200,-
Waycon	LAS-Z-800-A ¹⁾	50-800	675	100/1000	2	950,-
LASE	ODS 1400 HT ¹⁾	700-2100	670	1000	2	7 100,-
MEL	M7L/400 ¹⁾	80-480	675	17000	3b	7 500,-
Eltrotec	LDS400 ²⁾	300- 4000	665	100/500	2	1 800,-

¹⁾ Triangulationsmessprinzip

²⁾ Laufzeitmessprinzip

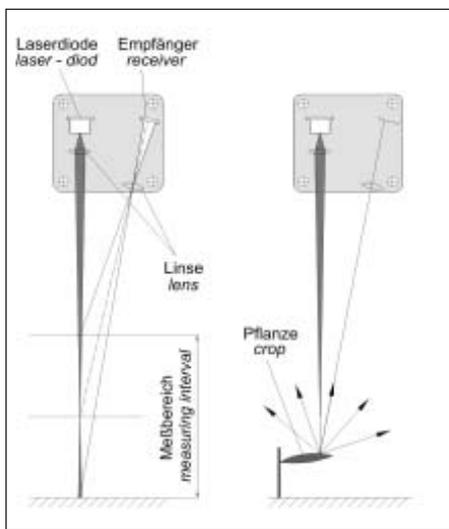


Bild 1: Messprinzip der Laser-Triangulation zum Erfassen morphologischer Bestandesparameter

Fig. 1: Measurement principle of laser-triangulation for recording morphological crop

unten auf den Pflanzenbestand gerichtet und in einer Höhe montiert, die garantiert, dass der Abstand zur Erdoberfläche geringer als der maximale Messabstand war. Da die meisten der untersuchten Sensoren mit einer hohen Messfrequenz im kHz-Bereich arbeiten, konnten nur kurzzeitige Messungen zur Bewertung des Eignungspotenzials durchgeführt werden.

Der Lasersensor der Fa. Baumer electric wurde nicht in eigenen Untersuchungen getestet. Dieser Sensor hat einen Ausgang, über den es möglich ist, Fehlmessungen auszuweisen und zu eliminieren. Erste veröffentlichte Einsatzergebnisse belegen, dass dieser Sensor bei Geschwindigkeiten bis 10km/h noch zufriedenstellend arbeitet und dass nach dem Eliminieren von Fehlmessungen eine exakte Messung des Höhenprofils in einem Haferbestand möglich war [1].

Bereits erste Tests mit dem Waycon LAS-Z-800-A zeigten, dass dieser Sensor nicht bei normalem Tageslicht im Freien arbeitet. Erst mit einsetzender Dämmerung war es möglich, auswertbare Signale zu empfangen. Bei der Auswertung der Häufigkeitsverteilung der Reflexionsabstände nahm in Übereinstimmung mit dem vorhandenen Pflanzenbestand in einem Reflexionsabstand unterhalb von 0,50m die Häufigkeit stetig ab. Auffallend war, dass die unterste Abstandsklasse ($0... < 0,1m$) mit einer abweichend hohen Häufigkeit von 18,4% gegenüber der nächst höheren Abstandsklasse ($0,1... < 0,2m$) mit 3,9% vertreten war. Da der vorgegebene Messbereich eingehalten wurde, ist dieser plötzliche Häufigkeitsanstieg nur aus Fehlmessungen erklärbar, die bei diesem Sensormodell mit einem Wert in der Nähe von Null eingehen.

Der Triangulationssensor LASE ODS 1400 HT wurde speziell entwickelt, um in Walzwerken Abstände zu sehr heißen (glühenden) und strahlenden Oberflächen zu

messen. Der Sensor arbeitet mit einer Messfrequenz von 1000Hz. Er hat zwei Ausgänge, die jeweils das eigentliche Messsignal (Reflexionsabstand) sowie erkannte Fehlmessungen ausgeben. Der Sensor wurde in der ersten Novemberhälfte 2003 bei Sonnenwetter um die Mittagszeit auf Grasland eingesetzt. Eine erste Messfahrt ergab einen Anteil an Fehlmessungen von etwa 10,7%. Eine zweite Messfahrt danach führte zu einem ähnlichen Ergebnis (Bild 2).

Der Sensor M7 L 400 besitzt zwei analoge Ausgänge. Der eine Ausgang liefert das Signal für den Messabstand und der andere ein Signal zur Stärke des reflektierten Lichts mit einem Spannungspiegel von 0 bis 10V. Optimal sind 7V, unter 1V ist die Intensität zu schwach, um Messfehler und erhöhtes Rauschen in Grenzen zu halten. Die Auswertung der Einzelmesswerte ergab, dass die Lichtstärken zu 93,2% unter 1V und damit in einem für den Sensor sehr ungünstigen Bereich lagen. Auch die ausgewiesenen Abstandswerte deuten auf einen hohen Anteil von Fehlmessungen hin. Die errechnete Häufigkeitsverteilung zeigte deutlich, dass 23,6% aller Messwerte oberhalb des maximal und 3,4% unterhalb des minimal möglichen Messabstandes liegen. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Testbedingungen ist davon auszugehen, dass es sich hierbei offensichtlich um Fehlmessungen handelt.

Der Lasersensor LDS 400 arbeitet im Gegensatz zu den anderen vorgestellten Sensoren nach dem Prinzip der Lichtlaufzeitmessung. Er wurde im Juli 2004 auf einer Grünfläche einem Funktionstest unterzogen. Weil infolge der Sensoranbringung und der Bestandesausbildung der Bereich gültiger Messwerte eingegrenzt werden konnte, war es möglich, den Anteil von Fehlmessungen zu bestimmen. Dieser betrug unter den vorhandenen Testbedingungen mehr als 85%. Da die möglichen gültigen Pflanzenabstände innerhalb des zulässigen Messbereichs lagen, ist der hohe Anteil der Fehlmessungen ausschließlich auf eine zu geringe empfangene Reflexionsintensität zurückzuführen.

Im Vergleich zu Triangulationssensoren hat dieser Lasersensor einen relativ großen Strahlenbündeldurchmesser von ungefähr 0,01m. Da Pflanzenoberflächen meist sehr filigran und unregelmäßig ausgebildet sind, herrschen im Gegensatz zu ebenen Oberflächen und definierten Bedingungen äußerst ungünstige Reflexionsbedingungen, die zu den erkannten Fehlmessungen führen.

Schlussfolgerungen

Die im Rahmen der Untersuchungen eingesetzten Lasersensoren wiesen erhebliche Unterschiede auf bezüglich ihrer Eignung Pflanzenbestandsparameter zu erfassen. Die besonders durch starkes Sonnenlicht und unregelmäßige Pflanzenoberflächen verursachten Funktionsprobleme sowie die realisierbaren Messbereiche schränken die Einsetzbarkeit erheblich ein.

Die vorliegenden Erkenntnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass alle aufgeführten Sensoren noch nicht die zu stellenden Anforderungen erfüllen, um unter praktischen Einsatzbedingungen morphologische Pflanzenparameter von Landmaschinen aus mit der erforderlichen Funktionssicherheit zu erfassen.

Auf Grund der signalisierten Fehlmessungen, ihres geringen Anteils und ihrer unbedeutenden Auswirkung auf den mittleren Reflexionsabstand ist zu schließen, dass der Sensor LASE ODS 1400 HT ein erhebliches Eignungspotenzial aufweist. Nach der Realisierung entsprechender technischer Veränderungen sind zukünftig vertiefende Untersuchungen erforderlich, um die Beziehungen zu Pflanzenparametern wie etwa der Pflanzenmassedichte und -höhe sowie zu den Messwerten anderer Sensoren zur Bestandesanalyse eingehender zu klären.

Danksagung

Für die Unterstützung bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Untersuchungen danke ich meinen Mitarbeitern Dipl.-Ing. R. Adameck, Dipl.-Ing. H.-J. Horn und Dipl.-Ing. H. Schmidt.

Bild 2: Häufigkeitsverteilung von Messwerten des Sensors LASE ODS 1400 HT

Fig. 2: Frequency distribution of measured data of the sensor LASE ODS 1400 HT

