

# Sensorteststand zur Entwicklung von Sensorsystemen unter dynamisch-reproduzierbaren Testbedingungen

Kim Möller\*, Christian Scholz\*, Erik Wunder, Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück  
Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik  
Sedanstr. 26  
49076 Osnabrück  
K.Moeller@hs-osnabrueck.de  
C.Scholz@hs-osnabrueck.de

\*Diese Autoren haben gleichermaßen zu dieser Arbeit beigetragen

**Abstract:** Diese Arbeit stellt die mechanische und softwaretechnische Realisierung eines modularen Teststandes für die Vermessung von künstlichen und natürlichen Objekten, wie Pflanzen, bis zu einer Größe von ca. 200x50x80cm (LxBxH) vor. Die Objekte werden hierfür auf einem Förderband platziert und können mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten sensorspezifisch vermessen werden. Ein wichtiger Aspekt ist in diesem Zusammenhang der Begriff Modularität. Dieses bedeutet neben der Möglichkeit nahezu beliebige Objekte vermessen zu können, auch die einfache Positionierung und Integration von Sensoren. Es ermöglicht Sensorsysteme unter gleichbleibenden Bedingungen zu entwickeln und zu optimieren. Durch die Speicherung der Sensordaten mit globalen Orts- und Zeitstempeln sind Sensor- und Datenfusionen möglich.

## 1 Einführung

Sensor- und Systemtechnologien erhalten einen immer größeren Einzug in den agrartechnischen Bereich. Sie sind die Schlüsselkomponente für eine automatische Pflanzenbehandlung und -bonitur, sowohl von Einzelpflanzen als auch von Pflanzenparzellen. Aufgrund der Erfahrungen in der Entwicklung von intelligenten Sensorsystemen haben die Autoren einen Sensorteststand realisiert. Hierdurch können Sensoren, sowie komplexe Sensorsysteme aus mehreren – überwiegend bildgebenden – Sensoren, unter statischen aber vor allem dynamisch reproduzierbaren Bedingungen getestet und weiter entwickelt werden.

## 2 Systemaufbau

Der Sensorteststand besteht aus einem Trägermodul an dem verschiedene Sensoren montiert werden, sowie einem Förderband auf dem beliebige Objekte positioniert wer-

den können. Das Förderband kann in unterschiedlichen Geschwindigkeiten stufenlos betrieben werden, außerdem beinhaltet es einen Inkrementalgeber zur Positionsbestimmung. Im Rahmen dieser Arbeit sind folgende Sensoren auf dem Trägermodul des Teststandes implementiert:

- 1x Lichtgitter (Sende- und Empfangseinheit, vertikale Ausrichtung)
- 2x Triangulationssensor (vertikale und horizontale Ausrichtung)
- 1x 3D Kamera (vertikale Ausrichtung)
- 1x Webcam (vertikale Ausrichtung)

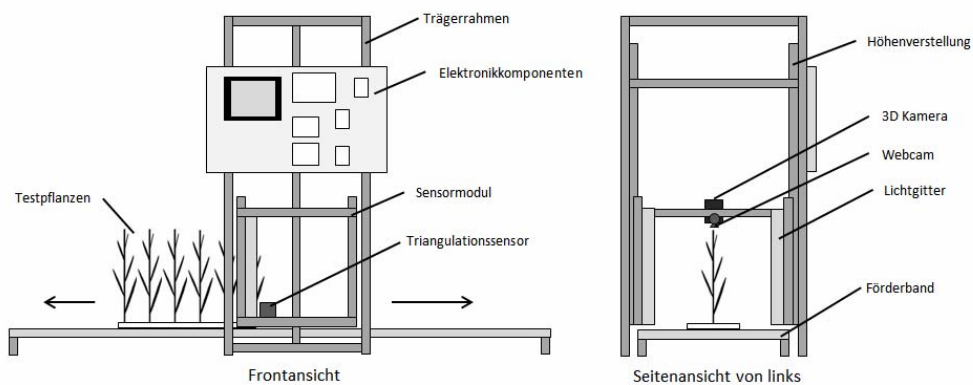


Abbildung 1: schematischer Aufbau

Durch eine Höhenverstellung kann das Trägermodul an unterschiedliche Objektgrößen angepasst werden. Abbildung 1 zeigt einen schematischen Aufbau des Sensorteststandes.

### 3 Datenaufnahme und -auswertung

Für die Aufnahme der Sensordaten wurde das Softwarekonzept von BoniRob und BreedVision [Ru10] weiter verfolgt. Die einfach zu bedienende Software (s. Abb. 2) ist modular aufgebaut und kann leicht um weitere Sensoren erweitert oder reduziert werden.

Die Daten werden per USB- bzw. Gigabit-Ethernet Schnittstelle übertragen und mit einem globalen Zeit- und Ortsstempel, sowie einer Identitätsnummer in einer MySQL-Datenbank gespeichert. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe eines Matlab® Programms. Dieses Programm besteht aus einem Interface sowie PlugIns zur Darstellung der Messdaten bzw. Berechnung spezifischer Kennzahlen.

Mit Hilfe des Ortsstempels kann eine Sensor- und/oder Datenfusion, durch Korrektur des örtlichen Offsets erzielt werden. Eine weitere Besonderheit des Systems ist die hohe Varietät der Messfrequenzen und Datengrößen der verschiedenen Sensoren. Die Messfrequenzen liegen im Bereich von 1Hz bis 1kHz, die Datengrößen zwischen 1 Byte und mehreren Megabyte.

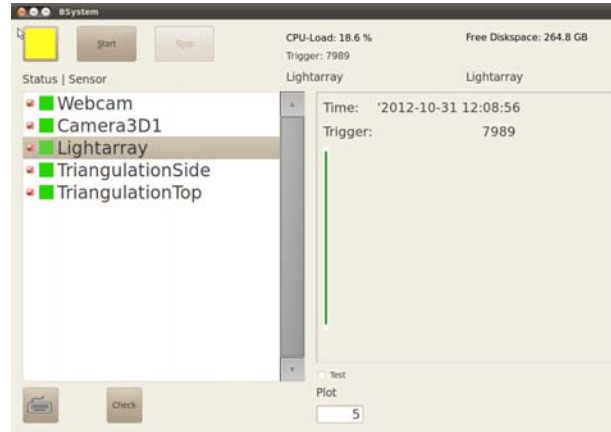


Abbildung 2: GUI zur Statusanzeige und Datenspeicherung der Sensoren

## 4 Messergebnisse

Als Beispielmessung wurden halbkünstliche Objekte (getrocknetes Getreide zu einer Parzelle zusammengefasst) vermessen. Diese Objekte haben den Vorteil gegenüber echten Pflanzen, sich nicht zu verändern. Dadurch können reproduzierbare Messungen durchgeführt werden, um die Qualität der Aufnahmedaten und die Robustheit der Auswertungssoftware zu validieren.

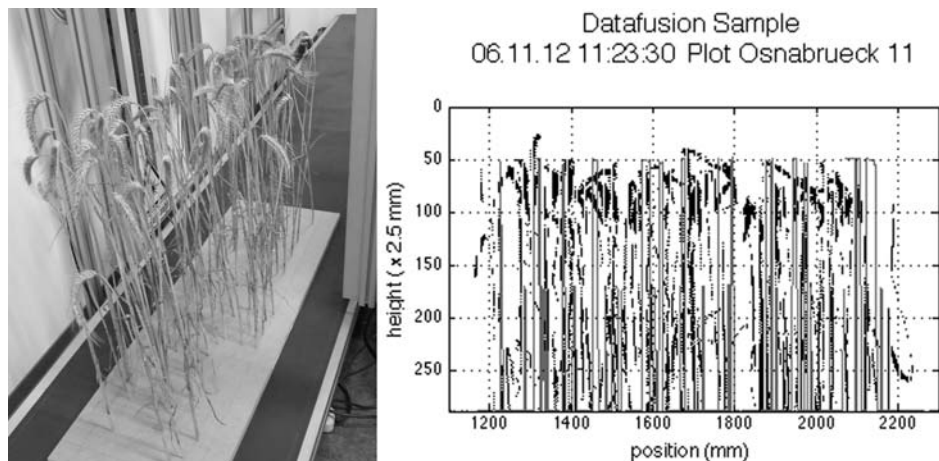


Abbildung 3: Testobjekt und Visualisierung der Rohdaten

Die nachfolgenden Messungen sollen die Dichte von zwei verschiedenen Pflanzenmodellen berechnen. Die aus getrockneten Triticale aufgebauten Testobjekte (Abb. 3, links) besitzen eine Wachstumsdichte von 300 bzw. 600 Pflanzen pro  $m^2$  und wurden jeweils mit drei Wiederholungen und drei unterschiedlichen Geschwindigkeiten mit dem Licht-

gitter und dem vertikal montierten Triangulationssensor vermessen. Abb. 3, rechts zeigt die Rohdaten des Lichtgitters und Triangulationssensors örtlich fusioniert. Als Kennzahl der Wachstumsdichte wurde beim Lichtgitter die Belegung in  $\text{cm}^2$  gewählt, beim Triangulationssensor die mittlere Eindringtiefe in cm.

v [m/s]	Belegung [ $\text{cm}^2$ ]		Mittlere Eindringtiefe [cm]				$\sigma$	
	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 3	Wdh. 4		
0,157	16,553	76,743	16,597	77,359	16,531	76,730	0,033	0,359
0,234	16,533	77,236	16,567	76,573	16,474	77,179	0,047	0,368
0,282	16,592	75,633	16,489	77,189	16,570	75,986	0,054	0,816

Tabelle 1: Messung Triticale, 300 Pflanzen pro  $\text{m}^2$

Tabelle 1 und 2 zeigen, dass die Wiederholbarkeit der Lichtgittermessungen bei den gewählten Geschwindigkeiten und Wachstumsdichten gut korrelieren und nur bei höheren Geschwindigkeiten etwas abnehmen. Die Wiederholbarkeit der Triangulationsmessung ist weniger ausgeprägt und es zeigt sich, dass der Unterschied zwischen beiden Modellen, trotz doppelten Pflanzenbestands, nicht so ausgeprägt ist wie bei der Lichtgittermessung.

v [m/s]	Belegung [ $\text{cm}^2$ ]		Mittlere Eindringtiefe [cm]				$\sigma$	
	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 3	Wdh. 4		
0,157	27,053	69,944	27,053	68,986	27,068	70,049	0,009	0,586
0,234	27,021	69,580	27,046	70,068	27,045	69,288	0,014	0,394
0,282	27,120	69,965	27,078	68,825	27,070	70,164	0,027	0,723

Tabelle 2: Messung Triticale, 600 Pflanzen pro  $\text{m}^2$

## 5 Zusammenfassung

Die Vorteile des entwickelten Sensorteststandes liegen im Bereich der gleichbleibenden und reproduzierbaren Messbedingungen. Die Implementierung von neuen Sensoren, die Ermittlung und Verifizierung von benötigten Messfrequenzen, Integrationszeiten und Messgenauigkeiten bei bildgebenden Sensoren sind weitere Alleinstellungsmerkmale. Durch die hohe dynamische Ausrichtung des Teststandes können Grenzbereiche von Sensoren, wie maximale Geschwindigkeiten, eindeutig bestimmt werden. Des Weiteren ermöglicht der modulare Aufbau des gesamten Systems, eine vereinfachte Erweiterung der Hard- und Software des Sensorteststandes.

Danksagung: Diese Arbeit wurde vom BMBF und INTERREG IVA gefördert.

## Literaturverzeichnis

- [Ru10] Ruckelshausen, A. et al.: Sensor and System Technology for Individual Plant Crop Scouting, 10th International Conference on Precision Agriculture, Denver, 2010