

Hans-Rainer Langner und Hartmut Böttger, Potsdam-Bornim

# Bildgestützte Unkrauterkennung

*Am Institut für Agrartechnik Bornim ATB wurde ein Kamerasystem für Unkrautbonituren entwickelt, das während der Überfahrt eines Schlages kleinräumige Unkraut-Heterogenitäten in Echtzeit erfassen kann. Der Beitrag beschreibt die hierfür erforderliche Software, die Arbeitsschritte zur Kalibrierung des Systems sowie die praktische Anwendung.*

**H**erbizide werden auf landwirtschaftlichen Flächen gegenwärtig noch mit annähernd einheitlicher Dosierung eingesetzt, nur in Einzelfällen erfolgt eine gesonderte Behandlung von Teilbereichen eines Schlages. Mit einer schlageinheitlichen Bewirtschaftung ergeben sich bei der Ausbringung von Herbiziden demzufolge Teilbereiche, die nicht bedarfsgerecht versorgt werden. Eine Unterbehandlung wirkt sich negativ auf den Ertrag aus, eine Überbehandlung erhöht die Kosten und belastet unnötig die Umwelt [1, 2]. Nachfolgend wird eine Hard- und Softwarelösung zur automatischen Unkrautbonitur vorgestellt, die mit Unterstützung des BMBF entwickelt wurde und perspektivisch zur bedarfsgerechten Ausbringung von Herbiziden beitragen kann.

## Notwendige Softwarekonfigurationen

Die Software zur Unkrautbonitur wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner, der Fa. Symacon Bildverarbeitung, Magdeburg, entwickelt. Die Anbindung an einen Steuerrechner ACT realisiert die Firma Müller-Elektronik aus Salzkotten [3].

In der Fa. Symacon wurde die Softwareentwicklung in C++ an einem interaktiven Bildverarbeitungssystem durchgeführt, wobei eine vom Hersteller der Unkrautkamera mitgelieferte Software zur Kamerasteuerung (DT Control) in das Gesamtpaket eingebunden wurde [4]. Die Softwarelösung mit dem Namen "Beikraut" steuert den gesamten Datenfluss von der Unkrautkamera MS2100 über die Bilderfassungs-Karte der Fa. Matrox und die Datenverarbeitung innerhalb eines Industrie-PC.

Als Kamera wird eine MS2100 CIR der Fa. Laser2000 verwendet (Bild 1), wobei allerdings im Unterschied zum Katalogprodukt [5] schmalere Filter für die Spektralbereiche Rot, Grün und Infrarot bestellt wurden. Zur Aufnahme einer automatischen Bonitur wird die Kamera am Fahrzeug in einer Höhe von etwa 40 cm geführt, so dass sich bei Ausnutzung der Bildfläche auf dem Chip eine Objektgröße von 20 cm • 15 cm ergibt (Bilder 2 und 3). Die Längsseite des



Bild 1: Kamera MS2100

Fig. 1: Camera MS2100

Bildes wird dabei in Fahrtrichtung orientiert. In Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg kann die Bildfolge so gewählt werden, dass eine lückenlose Aufnahme entsteht (digitaler Film). Bei einer Bildfrequenz von 15 Bildern/sec mit jeweils 5 Bildern/m entspricht dies einer Fahrgeschwindigkeit von 3 m/s oder 10,8 km/h. Bild 2 zeigt die montierte Kamera an einer Traktorfront.

## Kalibrierung des Wegsignals

Am Fahrzeug wird ein Signalgeber installiert, der ein Wegsignal für die Software zur Verfügung stellt. Die Signalgewinnung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, zum Beispiel durch Impuls- oder Inkrementalgeber am Rad, an der Kardanwelle oder einem Tellerrad. Die Kalibrierung des Wegsignals erfolgt auf einer ausgemessenen Distanz von 100 m. Die angezeigte Wegstrecke ist manuell korrigierbar, da der Kalibriervorgang je nach Bodenbeschaffenheit unterschiedlich ablaufen kann und daher gegebenenfalls wiederholt werden muss. Auch wenn keine Messstrecke befahren wird, also die Messungen auf einer rotierenden Scheibe unter Laborbedingungen stattfinden, muss ein Wert vorgegeben werden. Eine korrekte Wegstrecke wird von der Software zur Festlegung der Teilbilder benötigt.

## Durchführung einer Messung

Beim Messvorgang werden Anzahl und Größe der Unkräuter jeweils über eine Wegstrecke von 5 m gezählt, wobei eine Mittelung von bis zu 25 Bildern möglich ist. Das Ergebnis der Bildauswertungen durch die PC-Software ist der "Zählwert" dieser Messung, der als Eingangsgröße für weitere Auswertungen dient oder als Sollwert für ange-schlossene Applikationstechnik genutzt wer-

Dipl.-Ing. Hartmut Böttger und Dr. Hans-Rainer Langner sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zanke); e-mail: hlangner@atb-potsdam.de

Gefördert im Zeitraum 9/2001 bis 10/2003 als Teilprojekt 02 (5444) im Rahmen des BMBF-Förderprogramms "Forschung für die Umwelt"

## Schlüsselwörter

Kamera, Bilderfassungs-Karte, Software, Applikationstechnik, Unkrautbonitur

## Keywords

Camera, frame grabber card, software, application technology, weed rating

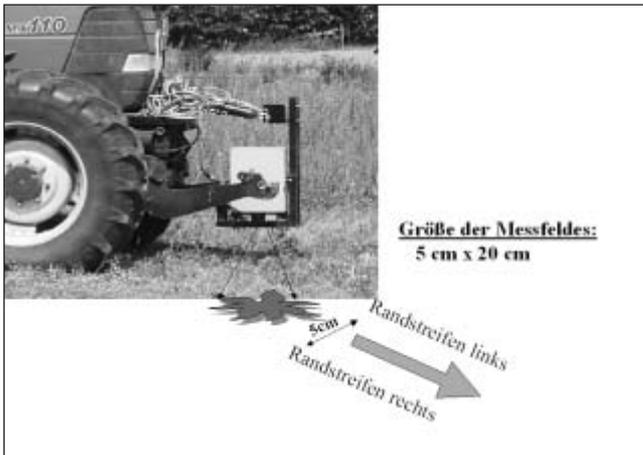


Bild 2: Größe des Messfeldes bei der Unkrautbonitur

Fig. 2: Size of the measuring region during weed rating

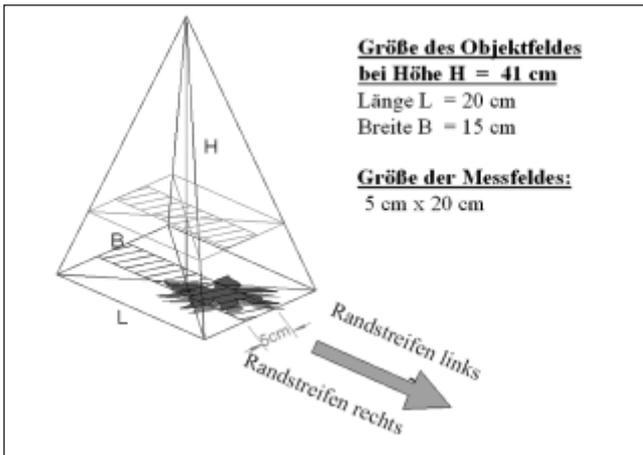


Bild 3: Kamerahöhe und Objektfeld

Fig. 3: Camera height and object size

den kann (als analoge Spannung zwischen 1 V und 4 V oder als digitaler Wert).

Der "Zählwert" wird für Kontrollzwecke auf dem Bildschirm angezeigt und kann in einer Ergebnisdatei gespeichert werden. Die Speicherung der Daten erfolgt in einem ASCII-Format, das mit wenigen Modifikationen in Auswerteprogramme wie zum Beispiel Microsoft EXCEL einlesbar ist. Die Anzeige, Speicherung und Ausgabe eines prozentualen Wertes "Bedeckung" kann analog zum Parameter "Zählwert" erfolgen.

#### Kalibrierung einer Unkrautbonitur

Voraussetzung für eine Kalibrierung ist das Ergebnis einer Handbonitur, also der visuellen Bestimmung von Anzahl, Größe und Art der Unkräuter auf einer Referenzfläche. Die gleiche Fläche wird nach der Handbonitur mit der Unkrautkamera gescannt (Bild 2). Ein spezieller Kalibriermodus in der Software dient dem Vergleich zwischen Handbonitur und automatischer Bonitur.

Bild 4 skizziert den zeitlichen Ablauf einer Kalibrierung. Beim Überfahren einer bonitierten Fläche liefert die Unkrautkamera fortlaufend Bilder einer bestimmten Anzahl (TTL 1), die insgesamt zum Ergebnis "Zählwert" verrechnet werden. Damit die bonitierte Fläche möglichst genau erfasst wird, werden Startpunkt und Endpunkt elektronisch durch das Signal TTL 2 gekennzeichnet und während der Kalibrierung mittels

Signalgeber erfasst. Die Länge der Boniturfläche muss vorher festgelegt werden und sollte jeweils ein Vielfaches der Objektfeldlänge entsprechend Bild 3 betragen. Die Anzahl der Bildlängen innerhalb der Boniturfläche sollte für ein gutes Messergebnis zwischen 25 und 50 betragen.

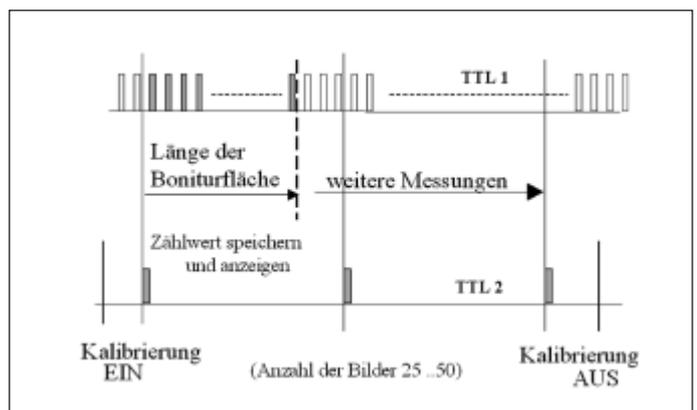
#### Weitere Auswertungen

Zusätzlich zu den Ergebnissen "Zählwert" und "Bedeckung" kann die Größe der Unkräuter erfasst und in einer Messwert-Datei gespeichert werden. Eine ausreichende Klassierung ist mit zehn festen Klassengrenzen erreichbar, etwa in folgender Abstufung: 2, 16, 64, 100, 225, 400, 900, 1600, 2500, 3600 [pro m<sup>2</sup>]

Innerhalb des Bildfeldes der Kamera wird gegenwärtig nur der mittlere Bereich, etwa 1/3 der Objektfeldfläche, zur Detektion von Unkräutern genutzt. In einer zukünftigen

Bild 4: Kalibrierung einer Unkrautbonitur

Fig. 4: Calibration of a weed rating



Softwareversion werden auch die Randstreifen rechts und links im Bildfeld (Bild 3) Steuerinformationen für die Bonitur liefern.

#### Schema der Softwarelösung

Die Hardwareadressierungen für die verwendete Bilderfassungs-Karte Meteor2 von Matrox Imaging und die Messwerterfassungs-Karte DAS-6025 von Measurement Computing Corp. erfolgen über Treiber und DLL-Bibliotheken der jeweiligen Hersteller. Für die Meteor2/Digital wird die Matrox Imaging Library 6.1 (MIL 6.1) verwendet, die auch eine große Anzahl von Bildverarbeitungs-funktionen zur Verfügung stellt. Für die DAS-6025 ist es die Universal Library 5.33, mit der die Parametrierung und Steuerung der I/O-Karte ermöglicht wird.

Das gesamte Programm "Beikraut" ist modular aufgebaut. Die Kommunikation zwischen den Modulen erfolgt über programminterne Schnittstellen. Die verwendeten Module wurden objektorientiert entworfen und arbeiten durch das Austauschen von Botschaften zusammen.

#### Literatur

- [1] Dammer, K.-H., G. Wartenberg und D. Ehlert: Variable rate real-time application of fungicides in cereals by use of a sensor-controlled field sprayer. In: International Conference on Agricultural Engineering (AGENG) 2002. 30. Juni - 3. Juli 2002 in Budapest, CD-ROM (ISBN 963 9058 15 7), edited by the Scientific Society of Mechanical Engineering (GTE)
- [2] Sommer, C., R.H. Biller, A. Hollstein und R. Schicke: Verminderung des Aufwandes an Herbiziden in der Pflanzenproduktion durch zielflächenorientierte Applikation. Abschlussbericht zum Projekt Nr. 06331 der FAL (BB), 2000
- [3] Fa. Müller-Elektronik: Prospekte ACT 2, das Traktor-Terminal entsprechend den Normen des Landwirtschaftlichen Bus-Systems und BASIC TERMINAL, das Traktor-Terminal am ISOBUS nach ISO 11783
- [4] Kruglinski, D., G. Sheperd and S. Wingo: Inside Visual C++. Microsoft Press Deutschland 1998, ISBN 3-86063-461-5
- [5] Katalog Bildverarbeitung 2003/2004 der Fa. Laser2000, Weßling (München). Bulletin No. 1004, S.49-50