

Martina Jakob und Martin Geyer, Potsdam-Bornim

Bewegungsanalyse

Untersuchung von Arbeitsabläufen im Gartenbau

Berichtet wird über ein DFG-Projekt, dessen Ziel es ist, die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine möglichst objektiv zu bewerten und optimal zu gestalten. Charakteristisch für Arbeitsplätze im Gartenbau ist ein hoher Anteil an Handarbeit. Maschinelle Lösungen entstehen oft direkt in Praxisbetrieben und werden dort ohne lange Testzeiten eingesetzt. Das Extrac-System – bestehend aus einem Kamerasystem mit zwei CCD-Kameras – bietet die Möglichkeit, Bewegungslinien als x, y, z-Koordinaten zu speichern und zu verrechnen. Hiermit ist es möglich, Wege und Geschwindigkeiten von Körperteilen im Raum zu berechnen und so Arbeitsplätze zu bewerten.

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung ^aTechnik im Gartenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zasko); Dipl. Ing. agr. Martina Jakob ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung; e-mail: mjakob@atb-potsdam.de

Das Vorhaben wird aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Schlüsselwörter

Bewegungsanalyse, Arbeitswirtschaft, Ergonomie

Keywords

Motion analysis, work science, ergonomics

Der Grundgedanke der Untersuchungsmethode, Bewegungsspuren bestimmter Körperteile aufzuzeichnen, ist schon alt und in der Industrie, unter dem Namen Motografie, vielfältig eingesetzt worden. Die rasante technische Entwicklung bietet uns heute eine Weiterentwicklung dieser Methode, welche die exakten Raumkoordinaten ausgewählter Körperpunkte ermittelt.

Beschreibung des Systems

Das sogenannte Extrac-System besteht aus einem Kamerasystem mit zwei CCD-Kameras, die am linken und rechten Ende in ein Aluprofil eingebaut sind, welches wandhängend oder auf ein Stativ montiert wird [1]. Die Kameras zeichnen die Lichtpulse von maximal acht mit dem dazugehörigen Rechner verbundenen und durch ihn gepulsten Infrarot-Leuchtdioden auf. Die Gesamtpulsfrequenz liegt bei 50 Hertz. Diese Lichtpulse werden sofort auf dem angeschlossenen Monitor abgebildet und zeigen die Bewegung der Versuchsperson (Bild 1).

Diese so entstehende Punktwolke gibt einen ersten Eindruck über den Bewegungsverlauf. Jeder Kanal wird in einer eigenen Farbe dargestellt. Zur Kontrolle ist mittig im Aluprofil eine Videokamera eingebaut, die den gesamten Prozess zusätzlich aufzeichnet und extreme Bewegungen später nachvollziehbar macht.

Ähnliche Bilder bietet auch die alte motografische Methode der Langzeitbelichtung im abgedunkelten Raum, nämlich Bewegungsspuren, die dann anhand ihres Aussehens miteinander verglichen werden. Dank der IR-Leuchtdioden wird jedoch bei dem Extrac-System unter normalen Lichtbedingungen gearbeitet und neben den reinen Abbildungen werden die Bewegungslinien auch als x-y-z-Koordinate gespeichert. Diese Koordinaten liegen im System als ASCII-Daten vor und werden durch ein speziell für das System geschriebenes Programm für die weitere Interpretation verrechnet. Diese spezielle Software befindet sich im Rahmen des Projektes in ständiger Weiterentwicklung. Sie bietet die Möglichkeit, beispielsweise Wege und Geschwindigkeiten der Hände



Bild 1: Bewegungsspuren der untersuchten Körperpunkte

Fig. 1: Motion tracks of analysed body parts

oder Winkel zu bestimmen. Es entstehen Kenngrößen, die objektive Vergleiche ermöglichen. Dank der hohen Aufzeichnungsfrequenz der Lichtpulse sind die Messwerte genügend dicht, um auch schnelle Bewegungen vollständig darzustellen und zu berechnen. Ebenso werden alle Bewegungen in ihren drei Dimensionen grafisch dargestellt, wahlweise in verschiedenen Farben (Bild 2), die beispielsweise unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeiten wiedergeben.

Versuchsaufbau

In Annäherung an folgendes Praxisbeispiel wurde zunächst ein Laborversuch durchgeführt: In einem Chicoreebetrieb werden die Treibkisten von je zwei Arbeitskräften bestückt. Die ungeordnet auf einem Förderband ankommenden Wurzeln greifen je eine Arbeitskraft von links und eine von rechts und stellen sie dann in die Treibkiste auf der anderen Körperseite. Nur eine der beiden Arbeitskräfte hat dabei einen optimal angeordneten Arbeitsplatz!

Anhand eines Simulationsversuches (Aufnahme von Eppendorf-Gefäßen aus einer Schale, Schließen des Gefäßes und Einstellen in eine spezielle Vorrichtung) wurden dazu verschiedene Anordnungen der Arbeitsmittel untersucht. Die Versuchsperson wur-

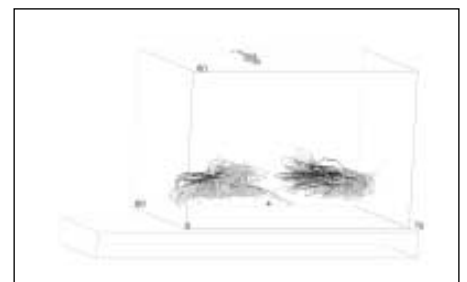


Bild 2: Verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten (schnell = dunkel, langsam = hell)

Fig. 2: Different working speeds (fast = dark, slow = light)

de mit drei Leuchtdioden bestückt (Bild 1), eine auf dem Kopf und je eine auf dem linken und dem rechten Handrücken. Der vollständige Arbeitsablauf wurde mehrfach aufgezeichnet, wobei die Anordnung der Arbeitsmittel nach zehn Wiederholungen verändert wurde. Als Kenngröße wurden die Bewegungssummen der beiden Hände sowie des Kopfes errechnet. Die Kopfbewegungen waren recht konstant. Die Handbewegungen dagegen variierten stark, abhängig davon, ob die aufzunehmenden Gefäße links (Anordnung 1) oder rechts (Anordnung 2) der Abstellvorrichtung lagen (Bild 3).

Quantitative sowie qualitative Analyse des Arbeitsprozesses

Dieser einfache Vorgang verdeutlicht sehr gut, wie verschieden die beiden Hände je nach Anordnung der Arbeitsmittel eingesetzt werden. Es ergaben sich auch zeitliche Differenzen. Eine Zunahme der Bewegungssummen bedeutete jedoch nicht immer eine längere Zeitdauer. Als günstige Anordnung der Arbeitsmittel wäre die Aufnahme der Gefäße von links (Anordnung 1) zu bewerten, da beide Hände ähnlich stark belastet werden und der Gesamtvorgang schneller erledigt wird.

Bisher wird in der Arbeitswirtschaft hauptsächlich mit der benötigten Zeit für einen bestimmten Prozess gearbeitet. Das Extrac-System bietet neben der Zeitdauer wesentlich detailliertere Angaben über die Prozesse. Hier nur einige Beispiele:

- Über Weg und Geschwindigkeit lässt sich die zeitliche Verteilung der ausgewählten Körperpunkte im Raum darstellen und auf Übereinstimmung mit dem optimalen Greifraum oder Arbeitsraum prüfen, beispielsweise um neue Maschinen in der Vorproduktionsphase abzustimmen.

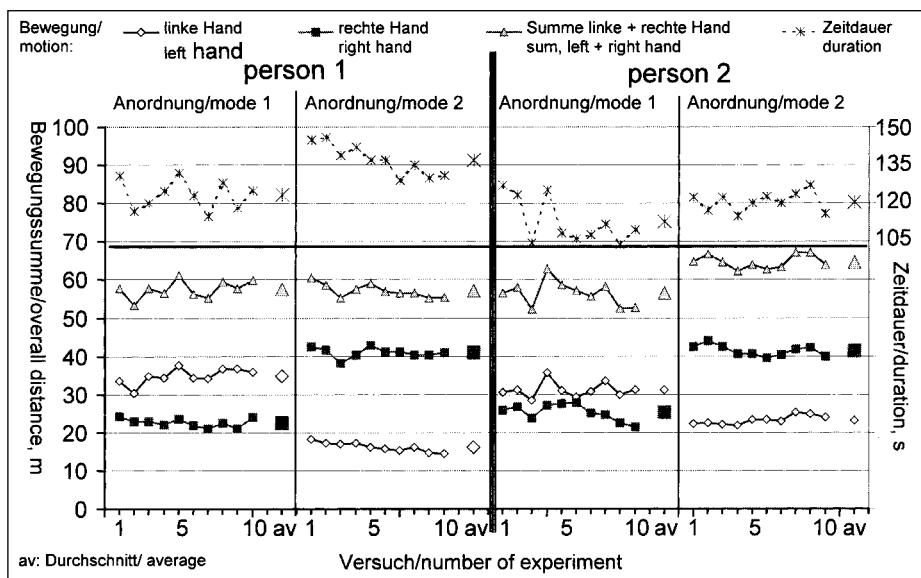


Bild 3: Bewegungssumme und Zeitdauer zweier Personen bei verschiedenen Versuchsanordnungen (Anordnung 1 von links, 2 von rechts)

Fig. 3: Overall distance and exposure of two workers in different operation modes (mode 1 from the left, mode 2 from the right)

- Art und Übereinstimmung von Bewegungen geben Rückschlüsse auf den Übungsgrad und die Eignung der Arbeitskraft. Der Erfolg von Schulungsmaßnahmen ließe sich überprüfen.
- Die Zergliederung des Gesamtprozesses in seine Einzelbewegungen erlaubt neben der Wahl der schnellsten Methode auch die anderer Kriterien, wie etwa die der geringsten Belastung [2].

Fazit

Die dreidimensionale Bewegungsanalyse bietet die Möglichkeit, objektive Daten über typische Arbeiten im Gartenbau zu erfassen, um damit neben der zeitlichen Komponente

auch die ergonomische Arbeitsgestaltung wieder stärker in den Vordergrund zu rücken. Zu einer nachhaltigen Landwirtschaft gehört auch, die Arbeitsbedingungen des Menschen so zu gestalten, dass gesundheitliche Schäden aufgrund schlechter Arbeitsbedingungen nicht auftreten.

Literatur

[1] Georg, H. und P. Oberdellmann: Online-Motografie zur Bewegungsanalyse von Freßvorgängen bei Milchkühen. Landtechnik 54 (1999), H. 6, S. 344-345
 [2] Kluth K, J. Böhlmann und H. Strasser: A system for a strain-oriented analysis of the layout of assembly workplaces. Ergonomics 37 (1994), pp.1441-1448

NEUE BÜCHER

Bewirtschaftung großer Schläge

KTBL-Datensammlung mit CD-ROM. Vertrieb: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH 48084 Münster-Hiltrup Tel. 02501/801-300, Fax: 02501/801-351, E-Mail: service@lv-h.de; 2001, 200 S., 18 €, ISBN 3-7843-2133-X (Best.-Nr. 19467)

Mit der neu erscheinenden Datensammlung ^aBewirtschaftung großer Schläge kommt das KTBL der Forderung entgegen, den speziellen betrieblichen Verhältnissen großer Landwirtschaftsbetriebe besser gerecht zu werden. Die Arbeitszeit- und Kostenkalkulation für die Außenwirtschaft kann so auf Schlaggrößen bis 80 ha erweitert werden.

Für die wichtigsten Fruchtarten sind Beispielproduktionsverfahren mit wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung und mit Direktsaat für mittelschweren Boden dargestellt. Daneben werden Beispielverfahren der Futterernte (Grassilage, Bodenheu) aufge-

zeigt. Die Beispiele können mit den umfangreichen Arbeitsgangdaten des Anhangs von Hand oder mit Hilfe der beiliegenden CD-ROM variiert werden oder es können eigene Produktionsverfahren zusammengestellt werden. Auf der CD-ROM sind zusätzlich Produktionsverfahren und Arbeitsgänge für schweren und leichten Boden enthalten. Die Ergebnisse können in eine Tabellenkalkulation übernommen werden. Beispielhafte Angaben zu den Materialkosten und die Darstellung des Einflusses der Schlaggröße und Schlaggestaltung liefern zusätzliche Informationen.

Traktoren Highlights

Von Klaus Herrmann. Vertrieb: DLG-Verlag, Frankfurt/M.; 2002, 128 S., zahlreiche Farbbildungen, 14,90 €, ISBN 3-7690-0598-8
 Mit den stark nach Marketing klingenden ^aTraktoren Highlights hat der Autor Dr. Klaus

Herrmann, Leiter des Deutschen Landwirtschaftsmuseums in Hohenheim, seiner umfangreichen Veröffentlichungsreihe ein weiteres Buchlein angefügt. Die für den Zeitraum 1951 bis 2001 chronologisch aufgelisteten und vorgestellten ^ainteressantesten Traktoren der letzten 50 Jahre — so der Untertitel — stellen naturgemäß eine subjektive Auswahl dar, die bei der teilweise großen Vielfalt einzelner Jahrgänge sicher nicht leichtgefallen ist. Den einzelnen Jahrzehnten wird jeweils ein einleitendes Kapitel vorangestellt, das die Stimmung jener Jahre anspricht und wichtige Trends nennt. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die ausgewählten Meilensteine der Traktorengeschichte am Ende der Schrift. Das sehr gut bebilderte Buchlein weckt bei den älteren Landtechnikern viele Erinnerungen, den jüngeren gibt es einen guten Überblick über die Traktorengeschichte der letzten 50 Jahre.