

Axel Böhme, Ellerau

Rechnergestützter Weinbau

Denkbare und zum Teil realisierte Anwendungen

Sind Boden, Klima oder Pflanzenbestand innerhalb eines Weinbergs stark unterschiedlich und ist die zu bewirtschaftende Fläche von ausreichender Größe, sollte man über rechnergestützte Bewirtschaftung nachdenken.

Unberührt von der Flächengröße bleiben die mit dem präzisen Weinbau verbundenen Vorteile der Automatisierung. Der Rechnereinsatz eröffnet Möglichkeiten zur Informationsbeschaffung für Dokumentation und Entscheidungsfindung wie auch zur automatischen Maschinensteuerung. Im Weinbau denkbare und teilweise realisierte Anwendungen werden vorgestellt.

Dr. Axel R. Böhme war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Technik der Forschungsanstalt für Weinbau in Geisenheim unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Werner Rühling. Mit seiner dort gefertigten Dissertation „Umweltgerechte Technik für den Steillagenweinbau“ promovierte er bei Prof. Dr. Hermann Seufert, Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Schlüsselwörter

Präziser Weinbau, rechnergestützte Maschinensteuerung, Automatisierung

Keywords

Precision viticulture, computer-aided machine control, automation

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03205 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Im Ackerbau werden bei der bedarfsgerechten Düngung mit Stickstoffsensoren gemessene Unterschiede umgehend in Behandlungsmaßnahmen umgesetzt. Beschrieben mit den Worten „Messen, Rechnen und Steuern in einem Arbeitsgang“ wird mit optischen Sensoren die Grünfärbung und Dichte des Pflanzenbestandes gemessen und, den Vorgaben entsprechend, die Düngemenge geregelt [1]. Auch die meisten praxisreifen rechnergestützten Anwendungen im Weinbau basieren auf einer solch direkten Umsetzung der gemessenen Zustandsinformation.

Messen, Rechnen und Steuern in einem Arbeitsgang

Zur Beikrautererkennung bei der Herbizidapplikation im Unterstockbereich werden nahe der Spritzdüse zwei Photodioden angebaut, die mit verschiedenen Filtern versehen sind. Sie messen die spezifischen Lichtreflexionen von Beikraut und Boden. Nur wenn Beikraut erkannt wird, wird über ein Elektromagnetventil Spritzbrühe zur Düse geleitet. Erste Untersuchungen ergaben hohe Erkennungsraten und somit um 25 bis 45% verringerte Herbizidaufwendungen bei nur geringfügig verschlechterter biologischer Wirksamkeit [2].

Beim Pflanzenschutz mit dem Jacologic-Sprühgerät [3] werden mit Infrarotsensoren die Unterschiede in der Reflexionsintensität zwischen geschlossener und lückenhafter Laubwand im Zielbereich jeder einzelnen Düse gemessen (Bild 1). Bei Bestandslücken an einer Düse wird über Elektromagnetventile die Sprühbrühenausbringung unterbrochen. Untersuchungen ergaben ei-

nen um 35% verringerten Bedarf an Sprühbrühe gegenüber dem gleichen Sprühgerät ohne Fehlstellenerkennung [4]. Bei gleicher biologischer Wirksamkeit wurden Abdrift und Austrag auf den Boden durch die Fehlstellenerkennung verringert. Das System zur Fehlstellenerkennung verteuert das Sprühgerät um etwa 5000€, also auf fast das Doppelte des Gerätepreises.

Die Firma Pellenc rüstet ihre Vollernter mit einem Pfahlschutz aus. Photosensoren („Pfahlfühler“) erkennen die Pfähle der Unterstützungseinrichtung während des Erntens. Zum Schutz wird im Bereich des Pfahls der Rüttelzyklus verringert [5].

Aufnahme von Grundlageninformation

Wichtige Grundlageninformation bildet die über mehrere Ernten verglichene Ertragsverteilung im Weinberg. In Australien und den USA werden Geräte zur Ertragserfassung [6] seit 1998 [7] angeboten und in Traubenvollerntern der Firma Gregoire [8] eingesetzt. Mit Ultraschallsensoren wird dabei das Profil der Maische auf einem Transportband der Erntemaschine bestimmt. Die Erträge werden erfasst und kartiert mit dem Ziel, ertragsschwache Bereiche im Weinberg zu erkennen und gegebenenfalls neu anzupflanzen. Untersuchungen in den USA ergaben Messfehler im Bereich von 5 bis 10% [9]. Messungen in zwei australischen Weinbergen [10] haben eine merkbare Variation der Ernteerträge 1999 über der Fläche aufgezeigt. Die Variation hat sich bei der Ernte 2000 weitgehend wiederholt, was den



Bild 1: Sprühgerät mit Fehlstellenerkennung (Foto: Jacobi)

Fig. 1: Atomiser with detection for misses



Bild 2: Laubschneider, am stromdurchflossenen Draht des Unterstützungsgestütes gesteuert (Foto: ERO)

Fig. 2: Leaf cutter, controlled by live trellis wire

Schluss zulässt, dass sie standortbedingt ist. Auf einem Schlag mit Reben der Sorte Cabernet Sauvignon mit einem durchschnittlichen Ertrag von 9 t/ha variierten die Erntemengen zwischen 2 t/ha und 16 t/ha [11]. Systeme zur Ertragsmessung, einschließlich Ultraschallsensoren, der Geschwindigkeitsmessung am Förderband und Steuereinheit kosten ~ 10000 US\$.

In der Erprobung ist die Fernerkundung mit Satelliten oder Flugzeugen zur Aufnahme von Bodenverhältnissen [12] und Unterschieden in der Rebenentwicklung zum Erntezeitpunkt [13]. Genutzt wird dazu die unterschiedliche Reflexion der Laubwand im nahen Infrarotbereich, die vom Chlorophyllgehalt abhängt. Die Unterscheidung von Reben und Bodenbedeckung ist jedoch noch nicht befriedigend gelöst.

Automatische Geräteführung und Maschinenlenkung

Zur Führung von Arbeitsgeräten und automatischen Lenkung von Arbeitsmaschinen können mechanische, photooptische und elektromagnetische Sensoren und hochgenaue GPS-Geräte eingesetzt werden.

Mechanische Sensoren zur automatischen Feinststeuerung von Geräten ermöglichen beispielsweise das Unterstockmulchen um den Rebstock [14]. Bei Kontakt des vor dem Mulcher angebrachten Sensors mit dem Stock wird der Mulcher hydraulisch aus dem Unterstockbereich geschwenkt. Zur selbsttätigen Steuerung von Arbeitsplattformen bei Seilzugmechanisierungssystemen sind ebenfalls mechanische Sensoren in der Erprobung. Ohne Sensoren und Rechner funktioniert die Steuerung eines (nicht mehr vertriebebenen) selbstlenkenden Spritzgerätes für Steillagen. Bei diesem Gerät wirken Bügel

bei Berührung mit dem Stock direkt auf die Lenkung.

Neben mechanischen Sensoren können optische Sensoren zur Führung von Landmaschinen eingesetzt werden [15]. Für Mähdrescher entwickelte Steuerungen wären auch im Weinbau zur Ausrichtung an Rebreihen geeignet. Vom Mähdrescher werden dazu gebündelte Lichtimpulse ausgesendet, die vom stehenden Bestand und den Stopeln reflektiert werden. Das von den Stopeln reflektierte Licht ist länger unterwegs als das aus dem stehenden Bestand. Das reflektierte Licht wird vom Sensor aufgenommen und aus dem Zeitunterschied der Verlauf der Bestandskante ermittelt, an der entlang der Mähdrescher gelenkt wird. In Weinbergsanlagen kann aber auch ein am Drahtrahmen erzeugtes elektrisches Feld zur Führung von Geräten oder Maschinen verwendet werden. Fließt durch den Draht der Unterstützungsvorrichtung ein elektrischer Strom, lassen sich Maschinen entlang dem Magnetfeld dieses Leiters führen [16, 17]. Der Draht kann entweder über fest verlegte Leitungen oder durch Induktion, wie von der Firma ERO entwickelt, von der zu führenden Maschine selbst mit Strom versorgt werden [18] (Bild 2). Der Draht muss dazu als geschlossener Stromkreis ausgebildet sein, beispielsweise in dem

Bild 3: GPS-gesteuerter, fahrerloser Weinbergtraktor (Foto: John Deere)

Fig. 3: GPS controlled driver-less viticultural tractor



zwei Heftdrähte miteinander verbunden werden.

Zur automatischen Führung von Pflanzmaschinen für Reben werden Laser und neuerdings GPS eingesetzt. Zur Vorbereitung der Führung durch Laser müssen die Rebreihen vor dem Pflanzen am oberen und unteren Ende abgesteckt werden. Der Laserstrahl wird dann entlang der Reihe ausgerichtet und die Pflanzmaschine am Laserstrahl gesteuert. Einfacher ist die Führung durch GPS. Hier reicht es, im Weinberg einen Anfangspunkt für die Pflanzung zu bestimmen und die Richtung, in der die Reihen verlaufen sollen, anzugeben. Vom GPS geführt legt die Maschine dann vom Ausgangspunkt in der vorgegebenen Richtung die erste Pflanzreihe an und richtet alle weiteren Reihen daran aus.

Während Parallelfahrhilfen mit GPS für erdgebundene Fahrzeuge gerade erst im Ackerbau Einzug halten, sind solche Systeme zur Führung von Fluggeräten bei Pflanzenschutzbehandlungen bereits weit verbreitet. Die als „Flying Flagman“ bekannt gewordenen Systeme würden auch beim Hubschraubereinsatz im Steillagenweinbau entscheidend zur Verbesserung der Applikationsqualität beitragen, Kosten senken und Umweltauswirkungen verringern. Unter Berücksichtigung der Arbeitsbreite des Fluggerätes werden dabei, parallel zum ersten Schwad, die Flugbahnen der Anschlusschwade berechnet und der Pilot wird entsprechend geleitet. Gehen die Pflanzenschutzmittel im Feld aus, wird der Pilot nach dem Wiederauffüllen zu der Stelle geführt, an dem die Anwendung unterbrochen wurde. In Verbindung mit einem Durchflussregler lassen sich Unterschiede in der Flugeschwindigkeit ausgleichen, um eine gleichmäßige Ausbringungsmenge zu erzielen. Am Boden kann aus Flugaufzeichnungen die Arbeitsqualität der Applikation bewertet werden. Aufgezeichnet werden Flugbahnen, Flughöhe und die Ausbringungsmengen.

Weitreichendere Möglichkeiten bietet ein von John Deere Ende 2001 als Versuchsträger vorgestellter fahrerloser, durch GPS geleiteter Weinbergtraktor [19] (Bild 3). Die seit Ende 2002 von John Deere angebotene automatische GPS-gestützte Lenkung für Raupentraktoren dient vorerst nur zur Entlastung des Fahrers. Das eigenständige Wenden am Vorgewende ist (noch) nicht vorgesehen. Die Eignung von 2-Frequenz GPS Anlagen mit einer Genauigkeit unter einem Dezimeter wurde bereits für Reihenkulturen und in Steillagen erprobt [7].

Die vorgestellten Anwendungen lassen sich über den Weinbau hinaus auch im Obstbau einsetzen. Ausschlaggebend für den Erfolg des rechnergestützten Weinbaus ist letztendlich, wie die im Weinberg erfasste Information genutzt werden kann.