

Entwicklung einer automatischen Lenkung für Hackgeräte

Prof. Dr. sc. techn. P. Jakob, KDT, Humboldt-Universität Berlin, Sektion Nahrungsgüterwirtschaft und Lebensmitteltechnologie¹⁾
 cand. Agraring. B. Schwalenberg, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

Seit dem Jahr 1981 besteht am Lehrstuhl Landtechnik der Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ein Jugendforscherkollektiv. Vor 5 Jahren fand die erste Zusammenkunft von Wissenschaftlern und Studenten statt, wo beraten wurde, welche Möglichkeiten bestehen, die Mikroelektronik erfolgreich in den Prozessen der Pflanzenproduktion einzusetzen. Von Anfang an wurde eine enge Verbindung zwischen Theorie und Praxis angestrebt. An dem inzwischen überbetrieblichen Jugendforscherkollektiv sind neben der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg die Agrar-Industrie-Vereinigung (AIV) Querfurt, der VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig sowie die Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion, beteiligt. Von den insgesamt 23 Kollektivmitgliedern sind 10 Absolventen und Studenten sowie 6 Facharbeiter.

Im Jugendforscherkollektiv werden hauptsächlich Automatisierungseinrichtungen in der Zuckerrübenproduktion untersucht. Sie dienen der Steigerung der Erträge, der Verbesserung der Arbeitsbedingungen, der Senkung der Verluste und der Senkung des Aufwands an lebendiger Arbeit [1]. Eine wichtige Aufgabenstellung betraf Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Bau und Erprobung einer automatischen Lenkung auf mikroelektronischer Basis für das Hackgerät P437 und dessen Nachfolgetypen. Erste Erfolge wurden in bezug auf den theoretischen Vorlauf durch Diplomarbeiten geschaffen. In ihnen wurden die Möglichkeiten einer automatischen Lenkung und der internationale Entwicklungsstand analysiert. Durch die automatische Lenkung für Hackgeräte sollen die Qualität der Hackarbeit erhöht, die Rübenpflanzenverluste gesenkt und die Arbeitsbedingungen entscheidend verbessert werden. Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse der Arbeit des Jugendforscherkollektivs vorgestellt.

1. Aufbau der automatischen Lenkung

Die Lenkung besteht aus mehreren Bauteilen bzw. Baugruppen, die auf dem Hackgerät montiert sind.

Elektrische Berührungstaster

Ein Tasterpaar besteht aus gut elektrisch leitendem Werkstoff [2]. Jeweils rechts und links neben einer Rübenreihe, die durch das Hackgerät bearbeitet wird, ist eine Tastkufe angeordnet. Diese Tastkufen sind am Werkzeugträger des Hackgeräts angebracht. Ihr Abstand kann beliebig verändert werden. Die Tastkufen sind vor den Hackwerkzeugen dieser Reihe in einem Abstand von rd. 400 mm befestigt. Entsprechend der Fahrgeschwindigkeit kann dieser Abstand (Vorlauf) verändert werden.

Durch das Tasterpaar wird die Rübenreihe oder, wenn die Rüben noch gar nicht aufgegangen sind bzw. die Rübenpflanzen zum Abtasten noch zu klein sind, der „Leithafer“ abgetastet. Zum Abtasten der Rübenpflanzen müssen diese etwa das Stadium des vierten Blättpaares erreicht haben.

Elektronisches Steuerteil

Das elektronische Steuerteil gewährleistet eine Verstärkung des gewonnenen Signals der Taster bei Pflanzenberührung. Dabei wird aufgrund des Aufbaus des Steuerteils als Zweikanalverstärker zwischen Berühren auf der rechten bzw. linken Seite unterschieden. Das Signal wird zu einem Magnetkernstellventil weitergeleitet.

Magnetkernstellventil

Für die Steuerung des Ölstroms, der durch die Hydraulikpumpe des Zugtractors erzeugt wird, zum Hydraulikzylinder wird das Magnetkernstellventil verwendet. Dieses Ventil ist ein Dreipunktglied. In der entsprechenden Stellung ruft es ein Verschieben des Werkzeugträgers durch den Hydraulikzylinder hervor, d. h. entsprechend der Berührung der Taster nach rechts bzw. links.

Zum Aufbau gehören Kabelverbindungen vom Zugtractor zum Steuerteil und von diesem zu den Tastern und zum Magnetkernstellventil, des weiteren Hydraulikschläuche vom Zugtractor des Hackgeräts zum Magnetkernstellventil und von diesem zum Hydraulikzylinder.

2. Funktionsprinzip der automatischen Lenkung

Das Hackgerät bzw. die einzelnen Hackwerkzeuge sind so an den Rübenreihen entlangzuführen, daß sich die Rübenreihe in der Mitte zwischen den Hackmessern befindet. Nach dem gleichen Prinzip erfolgt die Einstellung der Taster.

Werden der Werkzeugträger oder das Hackgerät seitlich verschoben – das kann aus vielerlei Gründen passieren, z. B. bei Bodenunebenheiten oder ungeradem Reihenverlauf – dann kommt es zum Berühren des Tasters mit der einzelnen Rübenpflanze. Hierbei wird die elektrische Leitfähigkeit biologischer Systeme genutzt. Zwischen dem positiven Pol der Tastspeisung, der Pflanze, dem Boden und den in den Boden eingreifenden Werkzeugen, die ein Massepotential tragen, wird ein Stromkreis geschlossen. Dieses elektrische Signal wird im Steuerteil verstärkt. Durch das verstärkte Signal wird das Magnetkernstellventil einseitig beaufschlagt. Über den Hydraulikzylinder erfolgt solange eine Verschiebung des Werkzeugträgers nach der Seite, die Kontakt mit der Pflanze hatte, bis dieser Kontakt unterbrochen ist. Der Abstand der Tastkufen ist in jedem Fall so einzustellen, daß er geringer als der Abstand der Hackwerkzeuge ist, da sonst die Rübenpflanze weggehackt wird [3].

3. Kenndaten der automatischen Lenkung

Die automatische Lenkung hat folgende technische Parameter:

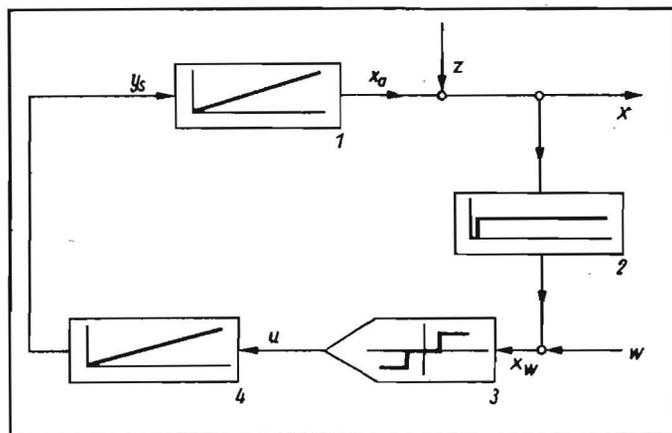
– Betriebsspannung	12 V
– max. Stromaufnahme	1,5 A
– Tastspeisung	90 V
– Steuerleistung für Stellventil	2 × 15 W
– Einsatzbereich bei Pflanzenwiderständen	0 bis 1 MΩ
– Signallaufzeit	1 ms
– Stellgeschwindigkeit des Werkzeugträgers	500 mm/s.

Die Stromversorgung erfolgt über die mit der Lichtmaschine des Traktors erzeugte Spannung, so daß keine weiteren Stromquellen benötigt werden.

Durch die extrem kurze Signallaufzeit kann die Lenkung auf jede veränderte Lage des Werkzeugträgers zur Leitlinie (Rübenreihe) reagieren, und zwar in einer Zeit, die so kurz ist, daß mit dem Hackgerät theoretisch eine Arbeitsgeschwindigkeit von 12 km/h erreicht werden könnte. Eine gleiche Aussage trifft auf die Stellgeschwindigkeit des Werkzeugträgers zu.

Bild 1. Signalflußbild der automatischen Lenkung des Hackgeräts:

1 Regelstrecke mit stetig-linearem Verhalten (Werkzeugträger), 2 Meßglied (Taster), 3 Dreipunktregler (elektronisches Steuerteil), 4 1-Glied (hydraulische Stelleinrichtung)
 x Regelgröße (Ist-Kurs), z Störgröße (Stromfluß bei Pflanzenberührung), w Führungsgröße (Pflanzenreihe), x_w Regelabweichung, u Stellgröße (drei diskrete Signalzustände), y Steuerstellgröße (direkt auf Regelstrecke einwirkend), x_s Ausgangsgröße der Regelstrecke



1) Die Arbeit entstand während der Tätigkeit des Autors an der Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

4. Signalfußbild der automatischen

Lenkung des Hackgeräts

Im Bild 1 ist der prinzipielle Aufbau der automatischen Lenkung dargestellt.

5. Vorteile und Nutzen der automatischen Lenkung gegenüber der bisherigen manuell-hydraulischen Lösung

Die automatische Lenkung für Hackgeräte hat folgende Vorteile:

- wirkungsvolle Umsetzung der Vorteile der Mikroelektronik mit Bauelementen aus der DDR-Produktion
- Eignung zur Nachrüstung für P437 und Nachfolgetypen
- durch eventuelle mechanische Veränderungen überall dort einsetzbar, wo elektrisch leitende Objekte und eine Führungslinie gegeben sind (z. B. in Reihenkulturen, im Gartenbau, in der Forstwirtschaft)
- einsetzbar für Arbeitsgeschwindigkeiten bis 12 km/h
- Steigerung der Arbeitsproduktivität um 33% je Aggregat
- Einsparung einer Arbeitskraft beim Kopplungswagen T890
- bedeutende Verbesserung der Arbeitsbedingungen (eine Bedienperson ist nur noch notwendig beim Einsetzen der Taster bzw. Hackwerkzeuge in die Pflanzenreihe und zur Überwachung bei Fehlstellen und Verstopfungen), d. h. subjektiver Einfluß wird reduziert

- Erhöhung der Funktionssicherheit durch unkomplizierte Parallelschaltung eines zweiten Tasterpaares möglich

- schnelle Erfassung des Standorts der Einzelpflanze und automatische Reaktion (Stellgeschwindigkeit 500 mm/s).

Der im Anwenderbetrieb (AIV Querfurt) ermittelte Nutzen beträgt auf einer Fläche von 350 ha 2520 M je Aggregat mit Kopplungswagen T890. Erreicht wurde eine qualitätsgerechte Hacke auch bei starker Verunkrautung oder sichtbehinderndem Blattwuchs.

Durch die automatische Lenkung entfällt das manuelle Lenken des Hackgeräts entlang der Rübenreihe durch die Bedienperson. Durch die monotone und ermüdende Arbeit ist die Konzentration der Bedienperson nach einer Arbeitszeit von 2 bis 3 Stunden erheblich vermindert. Die Bedienperson ist dann nicht mehr in der Lage, schnell zu reagieren. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit wird somit auf 3 bis 5 km/h begrenzt. Beim Einsatz der automatischen Lenkung kann sich die Bedienperson ausschließlich auf Überwachungsaufgaben konzentrieren.

Die exakte Nachführung durch die automatische Lenkung ermöglicht eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit auf 7 km/h bei der ersten und dritten Hacke und auf 12 km/h bei der zweiten Hacke. Das erforderte aber zusätzlich die Entwicklung von Schnellarbeitswerkzeugen [4]. Bei Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit zeigten die herkömmlichen Werkzeugformen einen großen Häufel-effekt. Das führte zu Pflanzenverlusten

durch Verschüttung der Rüben. Die neu entwickelten Hackmesser haben eine längere Schneide und einen kleineren Scharschneidwinkel.

Entsprechend den Bedingungen, z. B. Verunkrautung, Steinigkeit des Bodens u. a., kann eine Arbeitskraft zur Bedienung des 10,80 m breiten Hackgeräts eingespart werden.

Das kann aber nur der Fall sein, wenn die verbleibende Bedienperson alle Werkzeuge in den 24 Reihen gut beobachten kann. Das Ziel besteht darin, zwei Arbeitskräfte einzusparen. Das wird nur dann der Fall sein, wenn der Traktorist die Überwachung übernehmen kann, z. B. durch eine automatische Überwachung der Hackwerkzeuge.

Literatur

- [1] Jakob, P.; Albrecht, H.; Illini, H.: Spezielle Probleme der Automatisierung von Arbeitsorganen technischer Arbeitsmittel zur Zuckerrübenproduktion. Wiss. Beiträge der MLU Halle-Wittenberg (1984) 6, S. 96-112.
- [2] Jakob, P.; Illini, H.; Schwalenberg, B., u. a.: Elektrischer Berührungstaster für die automatische Lenkung an Pflanzenreihen. WP A01B/2798092.
- [3] Jakob, P.; Thiel, W.; Schwalenberg, B., u. a.: Automatische Lenkung an Pflanzenreihen. WP A01B/269263.
- [4] Jakob, P.; Seidel, B.; Bensch, G., u. a.: Schnellarbeitswerkzeuge für Hackgeräte. WP A01B/273749/0.

A 4701

Historisches

Alte Patentschriften zum Thema „Rübenrodewerkzeuge“

Pat.-Ing. B. Unger, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig

Einleitung

Die Patentliteratur ist eine Fundgrube für technische Lösungen zu Aufgaben, die ihrer Zeit entsprechen, aber vielfach auch zukunftsweisende Aspekte haben.

Das erste Deutsche Patentgesetz stammt aus dem Jahr 1877. Seit dieser Zeit liegt praktisch lückenlos eine Dokumentation über den jeweils neuesten Stand der Technik vor.

Da in einer Patentschrift die Lösung einer technischen Aufgabe recht detailliert, logisch und umfassend mit Ziel, Aufgabe und Funktion dargestellt ist, bietet sie dem Techniker, aber auch dem Historiker viele Anhaltspunkte und Anregungen zur Einschätzung des Entwicklungsstandes der Technik zu dem bestimmten Zeitpunkt.

Der Landmaschinenbau spielt bei dieser Entwicklung und in seiner Darstellung in der Patentliteratur im Rahmen des Maschinenbaus eine bedeutende Rolle. Gerade die Entwicklung der Landtechnik war ein Grundbedürfnis der gesellschaftlichen Entwicklung, denn schließlich ist historisch gesehen die Landwirtschaft, d. h. die Produktion von Nahrungsmitteln, eines der ältesten und notwendigsten Tätigkeitsgebiete der menschlichen

Gesellschaft. Daher ist es nicht verwunderlich, daß sich gerade in den Anfängen des gesetzlich geordneten Patentrechts Ende des 19. Jahrhunderts die Erfinder mit der Landtechnik beschäftigten, was sich in vielen Patenterteilungen aus diesem Zeitraum niederschlägt.

Wenn man diese alten, inzwischen über 100jährigen Dokumente durchsieht, ist es immer wieder überraschend, festzustellen, daß viele heute in der Bodenbearbeitung oder in der Erntetechnik genutzten Prinzipie schon zu jener Zeit erfunden wurden. Der Beginn der Massenproduktion von Kartoffeln, Rüben, Getreide und Futter stimulierte damals die Erfinder, eine rationelle Erntetechnik zu entwickeln, die sich natürlich auch am Entwicklungsstand der übrigen Technik, beispielsweise der Zugmittel, orientieren mußte. So war beispielsweise die Rübenerntetechnik in der Patentliteratur schon seit Anfang an mit vertreten. Zuckerrüben, Futterrüben oder auch Möhren, Zwiebeln und Kartoffeln waren Grundnahrungsmittel, die rationell zu ernten waren.

Das wichtigste Grundelement der Rübenerntetechnik ist das Werkzeug, mit dem die

Rübe aus dem Boden gehoben wird. Die Werkzeuge für Erntemaschinen kann man wie folgt einteilen:

- starre Werkzeuge
 - Pflugschare
 - Zinken
 - Plattenschare
- bewegte Werkzeuge
 - rotierend: Roderäder, Rodezinken, Zinkenräder
 - schwingend: Grabegabeln, Zinken, Platten
 - umlaufend: Werkzeugketten mit Pflugschneidern, Platten, Zinken.

In ihrer Funktion werden unterschieden:

- Werkzeuge, die die Rüben lockern, aber im Boden stehen lassen
- Werkzeuge, die die Rüben ausheben und auf den Boden ablegen bzw. an Förderelemente übergeben.

Diese Werkzeuge werden seit Anbeginn des betrachteten Zeitraums bereits mit Einrichtungen ergänzt, die die Rüben

- von der Erde befreien
- beim Roden nicht beschädigen
- in geordneten Reihen ablegen
- vor dem Roden oder danach köpfen