

Neues Verfahren zur Bestimmung der Anzahl von Zuckerrüben bei der Ernte von Parzellen

Dr. sc. agr. K. Berndt/Dipl.-Phys. H.-J. Paul, Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben der AdL der DDR

1. Vorbemerkung

In allen naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen bildet das Messen die Grundlage für die Entwicklung des Fachgebiets. Dieser Umstand gilt gleichermaßen für die Züchtung neuer leistungsfähiger Sorten.

Bei der Zuckerrübenzüchtung im Institut für Rübenforschung (IfR) Klein Wanzleben fällt während des Jahres eine Vielzahl von Informationen an. Da der Zuchterfolg entscheidend von der Erfassung, der Menge und der Genauigkeit der Informationen, ihrer Auswertung sowie der Herstellung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Informationen abhängt, ist diesem Gesamtprozeß große Aufmerksamkeit zu widmen [1].

Besonders hervorgehoben werden muß, daß es sich bei der Zuckerrübenzüchtung um Meßprobleme an biologischen Objekten handelt, bei denen die Optimierung des Meßwertinformationssystems und die Minimierung des Fehlers häufig schwieriger zu lösen sind als bei technischen Meßwertinformationssystemen. So wird z. B. eine bestimmte zu erfassende Meßgröße eines biologischen Objekts durch eine Vielzahl von sich gegenseitig bedingenden Faktoren beeinflusst. Da die biologischen, physikalischen und chemischen Prozeßabläufe in der Pflanzenzüchtung häufig noch unzureichend bekannt sind, ist eine mathematische Beschreibung des Vorgangs (Modellierung) bisher kaum möglich. Der dadurch entstehende Fehler beim Meßvorgang kann teilweise nur durch verschiedene Korrekturverfahren, die darüber hinaus häufig einen hohen technischen Aufwand erfordern, verringert werden. Hinzu kommt besonders bei Messungen im Freien, daß verschiedenartige Störeinflüsse (Feuchtigkeit, Temperatur, Erschütterungen, Staub u. a.) einen hohen Einfluß auf das Meßergebnis ausüben. Nicht verwunderlich ist es deshalb auch, daß für viele Meßprobleme an biologischen Objekten geeignete Sensoren überhaupt erst noch entwickelt werden müssen.

Die Lösung eines Meßproblems bei der Zuckerrübenzüchtung – die Messung der Anzahl der Zuckerrüben einer Parzelle – soll im folgenden näher vorgestellt werden.

2. Aufgabenstellung

Die Anzahl der geernteten Zuckerrüben ist für die Züchter eine bedeutende Größe zur

Beurteilung der Leistung der Populationen bzw. der Sorten. Bisher erfolgt die Bestimmung der Anzahl der geernteten Zuckerrüben durch manuelles Zählen im chemischen Labor des Instituts. Neben dem hohen Aufwand können dabei subjektive Fehler auftreten. Ein Weg zur exakten Bestimmung der Rübenanzahl bietet sich durch die unmittelbare Zählung bei der Ernte an.

Verschiedene Methoden zur Bestimmung der Anzahl geernteter Rüben bei der Ernte sind bereits bekannt (z. B. manuelles Zählen durch den Menschen bzw. Fotografie oder Zählen mit Hilfe optoelektronischer Sensoren). Da alle bekannten Methoden für die Zählung von Rüben sehr aufwendig sind bzw. keine ausreichende Funktionssicherheit gewährleisten, wurde nach neuen Verfahren gesucht.

Ein Verfahren zur Zählung der Zuckerrüben, das unter den im Herbst bei der Ernte herrschenden Witterungsbedingungen brauchbar ist, ist die Messung der Schnittkraft am Köpfmesser. Beim Köpfen der Zuckerrüben tritt am Köpfmesser eine Schnittkraft auf, deren Größe und Verlauf nach Transformation in ein elektrisches Signal direkt zur Zählung von Rüben genutzt werden kann [2]. Die für die Kraftmessung häufig angewendeten Meßfühler arbeiten nach dem Prinzip der Kraft-Druck- oder Kraft-Weg-Wandlung.

Aufgrund von bereits während der Ernte in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen wurden im Jahr 1982 im IfR Klein Wanzleben zwei Varianten der Kraft-Weg-Wandlung (induktiver Geber und Dehnungsmeßstreifen) aufgebaut und erprobt [3].

3. Versuchsaufbau

3.1. Kraft-Weg-Wandlung mit Hilfe induktiver Geber

Diese Variante soll nur kurz aufgeführt werden, da ihre prinzipielle Funktion nachgewiesen werden konnte. Aufgrund des voluminösen Aufbaus, der sich störend beim Köpfvorgang auswirkte (Herausreißen von Rüben aus der Reihe), wurde allerdings auf eine intensive Prüfung verzichtet.

Die Versuchseinrichtung bestand aus einem beweglich gelagerten Gestänge mit einer Führung, einem Hydraulikzylinder und dem induktiven Geber. Bei Kräfteinleitung wird ein Druckimpuls durch das Gestänge auf den Hydraulikzylinder und den induktiven Geber

übertragen. Der induktive Geber wandelt das aufgetretene mechanische Signal in ein elektrisches um. Dieses wurde mit Hilfe eines Universalmeßgeräts UM 111 zur Anzeige gebracht. Die Aufzeichnung der Impulse erfolgte mit einem zum technischen Schnell-schreiber umgebauten Elektrokardiographen EKT-1.

3.2. Kraft-Weg-Wandlung mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen

Als gut brauchbar für die Ermittlung der Anzahl der Zuckerrüben bei der Ernte erwies sich die Variante mit Dehnungsmeßstreifen. Dehnungsmeßstreifen zeichnen sich für diese Meßaufgabe durch geringe mechanische Abmessungen, eine geringe Masse, geringe Querempfindlichkeit, große Überlastbarkeit und eine relativ geringe Temperaturempfindlichkeit aus.

Wichtig ist die exakte Lokalisierung des Dehnungsmeßstreifens auf dem Dehnungsmeßkörper, da sie für die Kraft-Spannungs-Verteilung entscheidend ist. In einer Brückenanordnung wandelt der Dehnungsmeßstreifen die Werkstoffdehnung, hervorgerufen durch eine Kraft-Weg-Transformation, in eine elektrische Spannung um. Unter idealen Voraussetzungen ist eine lineare Abhängigkeit der Dehnung von der Kräfteinleitung zu erwarten. Bedeutende Fehlereinflüsse, die das Ergebnis verfälschen können, sind u. a. der Temperaturkoeffizient, die Art der Kräfteinleitung (ideal ist eine punktförmige Kräfteinleitung) und inhomogene Verhältnisse im Material.

In einem Laborversuch wurden drei Varianten der Meßbrücken mit Dehnungsmeßstreifen erprobt, die sich in ihrer Empfindlichkeit (Ansprechvermögen) voneinander unterscheiden (Bild 1).

In den ersten beiden Varianten wurden ein Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen und ein Folie-Dehnungsmeßstreifen ohne Verformkörper auf die zwei Flacheisen des Köpfmessers, mit denen das Messer an den Führungsrinnen befestigt ist, aufgeklebt. Die dritte Variante wurde mit einem Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen mit Dehnungstransformation aufgebaut.

Auf einem Prüfstand erfolgte eine punktförmige Kräfteinleitung mit definierten Kräften von 10 und 100 N. Bei der Prüfung zeigte sich, daß die Varianten mit Dehnungstransformation eine ausreichende Ansprechempfindlichkeit aufwiesen.

Schlußfolgernd aus den Laborergebnissen wurde für das Feldversuchswesen die Anordnung Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen mit Dehnungstransformation aufgebaut (Bild 2). Die Meßanordnung (UM 111, Elektrokardiograph und Batterie) wurde in einem Meßwagen eingebaut und dem Köpflader E 732 nachgeführt.

4. Ergebnis im Feldversuch

Der Einsatz des Köpfladers E 732 erfolgte im September 1982 auf dem Versuchsfeld des IfR Klein Wanzleben. Dabei wurde jeweils die Pflanzenanzahl der Reihe einer Parzelle

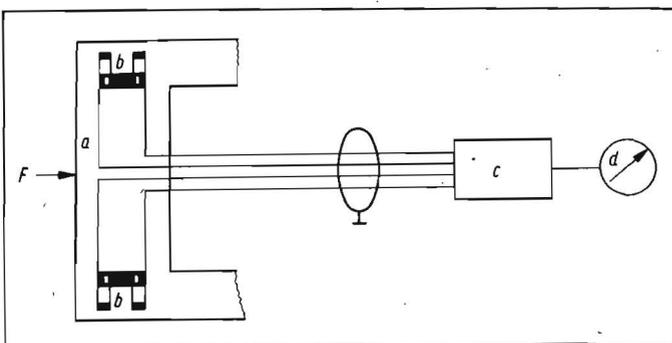


Bild 1
Konstruktive Gestaltung der Anordnung des Halbleiter-Dehnungsmeßstreifens; a Köpfmesser, b Dehnungsmeßstreifen, c Verstärker, d Anzeige

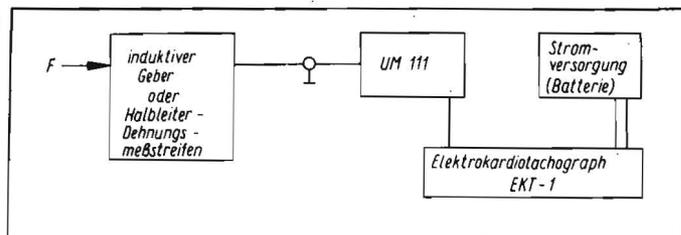
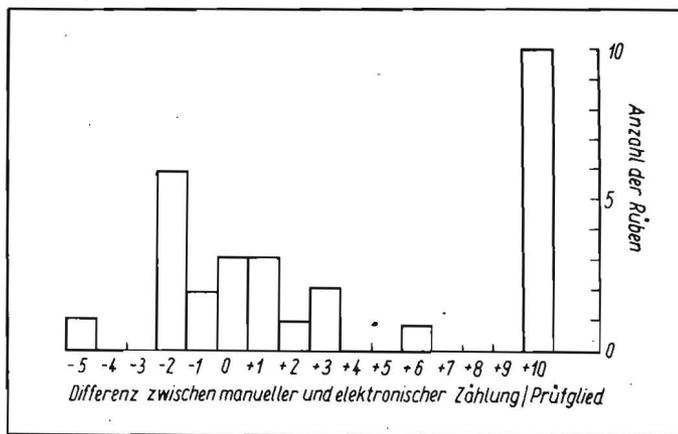


Bild 2. Schema der Meßanordnung für die Zuckerrübenzählung beim Köpfladervorgang mit induktivem Geber bzw. Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen

Bild 3. Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen der parallelen manuellen und elektronischen Zählung der Zuckerrüben im Jahr 1982 (n = 20 Prüfglieder); manuelle Zählung: $\bar{x} = 40,05$ Rüben, Streuung $s = 9,18$; elektronische Zählung: $\bar{x} = 40,45$ Rüben (Differenz 0,40), Streuung $s = 9,44$



manuell und mit der beschriebenen Meßeinrichtung gezählt. Nachdem der Köpflader sachgerecht eingestellt worden war – ansonsten war keine exakte elektronische Zählung möglich –, wurden insgesamt 20 hintereinander folgende Zählungen ausgewertet (Bild 3).

Wie die Ergebnisse zeigen, gab es keine bedeutenden Abweichungen zwischen der manuellen und der elektronischen Zählung. Bei der manuellen Zählung wurden durchschnittlich 40,05 ($s = 9,18$) und bei der elektronischen Zählung 40,45 ($s = 9,44$) Zuckerrüben je Reihe ermittelt. Die Streuung der Meßwerte der Differenzen zwischen der manuellen und elektronischen Zählung betrug $s = 3,32$.

Die Wahrscheinlichkeit, daß Abweichungen größer als 10 % auftreten, beträgt 10 % und liegt damit noch im geforderten Bereich.

Bei dem oben beschriebenen Versuchsaufbau erwies es sich als vorteilhaft, daß anhand der Meßstreifen auch eine Klassierung der Zuckerrüben in „kleine Rüben“ (Durchmesser ≤ 5 cm) und „große Rüben“ (Durchmesser > 5 cm) vorgenommen werden konnte. Voraussetzung für eine einwandfreie Klassierung der Zuckerrüben ist u. a. das Fahren mit einer annähernd konstanten Geschwindigkeit.

5. Schlußbemerkungen

Aus den bisher vorliegenden ersten Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß die erprobte Zählung der Zuckerrüben mit Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen prinzipiell möglich ist. Entscheidend für eine exakte Zählung der Zuckerrüben ist ein gut eingestellter und funktionierender Köpflader, da die aufgetretenen Fehler bei der Zählung in

erster Linie durch zu hohe Köpflader bzw. durch Verstopfungen am Köpflader auftraten.

Literatur

- [1] Berndt, K.: Stand und Möglichkeiten der Rationalisierung der Meßwerterfassung und -verarbeitung ausgewählter Etappen der Arbeit in der Zuckerrübenzüchtung im Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben. Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben, Dissertation B 1982.
- [2] Berndt, K.; Paul, H.-J.; Salzwedel, K.: Vorrichtung zur Zählung von Beta-Rüben. Patentschrift WP 152045 A 01 D/222.708 vom 18. Juli 1980.
- [3] Paul, H.-J.; Henkel, W.: Vorrichtung zur Zählung von Beta-Rüben. Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben, Prüfbericht 1982 (unveröffentlicht).

A 3719

Erprobung eines Laser-Doppler-Anemometers für Strömungsmessungen in der landtechnischen Forschung

Dipl.-Ing. G. Harfensteller, KDT/Dipl.-Ing. E. Voß, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik
Dipl.-Ing. W. Kröger, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Technische Elektronik

1. Problem- und Aufgabenstellung

Eine Vielzahl von Förderprozessen in der Landwirtschaft realisiert den Stofftransport durch Wechselwirkungen zwischen strömender Luft und einem Fördergut. Beispiele für deren Anwendung sind Gebläse- und Wurfgebläseanordnungen. Diese zeichnen sich durch folgende Vorteile aus:

- kompakte Bauweise
- hohe mögliche Durchsätze
- variable Linienführung der Förderleitung
- hohe technische Verfügbarkeit.

Demgegenüber ist aber der im Vergleich zu rein mechanischen Förderprinzipien hohe Energieverbrauch als nachteilig zu bewerten. Diesen besonders bei der gegenwärtigen Energiesituation gewichtigen Parameter gilt es zu verbessern.

Es wird eingeschätzt, daß durch die konstruktive Weiterentwicklung der bestehenden Gebläse – wie auch Wurfgebläsekonzeptionen – wesentliche Energieeinsparungen möglich werden [1]. Diese Weiterentwicklung ist empirisch nur begrenzt und kostenaufwendig möglich. Dagegen würde die mathematisch-theoretische Durchdringung

der entsprechenden Fördermechanismen bei einmaligem Aufwand für unterschiedliche Einrichtungen Ansatzpunkte zu deren energetischer Optimierung liefern. Das Beschreiten dieses Weges wurde bislang dadurch erschwert, daß die Charakterisierung der Strömungsverhältnisse meßtechnisch kaum möglich war.

Eine wichtige Meßgröße ist die Luft- und Gutgeschwindigkeit. Dafür eingesetzte Meßverfahren, z. B. bei Kampf [2] und Gluth [3], ermöglichen nur eine grobe räumliche und zeitliche Auflösung in einem relativ großen Geschwindigkeitsbereich. Außerdem wird die Messung der Luftgeschwindigkeit dadurch erschwert, daß das Fördergut für diese Gerätesysteme eine permanente Verschmutzungsgefahr darstellt. Auch neuere Meßverfahren, wie die Hitzdrahtmeßtechnik, können deshalb kaum eingesetzt werden.

Ein anderes indirekt arbeitendes Meßverfahren nutzt gerade die in strömenden Medien vorhandenen oder erst injizierten Verunreinigungen zur Geschwindigkeitsbestimmung aus. Es trägt die Bezeichnung Laser-Doppler-

Anemometer (LDA). Ein derartiges Gerätesystem wurde von der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Technische Elektronik, vor allem für Belange der Hydrodynamik (Einsatz im schiffbautechnischen Versuchswesen) entwickelt. In der vorliegenden Arbeit wird über eine Versuchsserie berichtet, die die Einsatzmöglichkeiten dieses Gerätesystems für Messungen von Gut- und Luftgeschwindigkeiten ermitteln sollte.

Einleitend dazu wird das Meßprinzip kurz erläutert, wobei auf die Veröffentlichungen [4, 5, 6] hingewiesen wird.

2. Funktionsweise des Laser-Doppler-Anemometers

Das LDA ermöglicht in optisch transparenten Medien eine vektorielle Geschwindigkeitsmessung mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung.

Der Meßeffect wird durch die Lichtstreuung an Teilchen, die sich in der Strömung befinden, erzielt. Das gestreute Licht weicht in seiner Frequenz von der Frequenz des das Teilchen bestrahlenden Laserlichtes ab. Dieser Frequenzunterschied ist auf den Dopp-