

EINHEITLICHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN FÜR GEMÜSEERNTEMASCHINEN

von

I. MÉSZÁROS

Lehrstuhl für Landmaschinenbau, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 14. Mai, 1971)
Vorgelegt von Prof. A. ZALKA

Einleitung

Im Gartenbau — und vor allem im Gemüsebau — ist die Ernte ungewein arbeitsaufwendig und erzeugt hohe Arbeitsspitzen. Die Mechanisierung der Gemüseernte machte in den letzten Jahren einen bemerklichen Fortschritt, hauptsächlich mit dem Einsatz von Maschinen, die eine Totalernte leisten.

Die Verbreitung der Gemüseerntemaschinen erforderte auch die Erarbeitung der entsprechenden Prüfmethode. Ein bedeutender Teil dieser methodologischen Arbeit wurde in Verbindung mit den vom Institut für Landtechnik organisierten Prüfungen durchgeführt.

Aus den Erfahrungen und fachliterarischen Angaben läßt sich eindeutig die Folgerung ziehen, daß Prüfmethode erarbeitet werden können, die sich für die meisten Gemüseerntemaschinen im wesentlichen unverändert verwenden lassen.

Die Behandlung der Frage ist dadurch begründet, daß gegenwärtig auf diesem Fachgebiet eine bedeutende Entwicklungstätigkeit im Gange ist, und die Klärung der Prüfmethode diese Entwicklungsarbeit durch objektive Daten unterstützen, die Orientierung erleichtern könnte.

Der Zweck der Prüfung von Gemüseerntemaschinen läßt sich im folgenden zusammenfassen [1]:

a) Untersuchung bzw. Auswertung der Produktionstechnologie aus der Sicht der mechanisierten Ernte:

b) Erprobung der für die mechanisierte Ernte vorgesehenen Sorten;

c) Beurteilung der Handhabung und Verkaufsmöglichkeiten der mit Maschinen geernteten Produkte;

d) Bewertung der mechanisierten Ernte aus der Sicht

— der Leistung,

— der Arbeitsqualität und

— der Wirtschaftlichkeit.

Von den angeführten Aufgaben wird jene unter c) lediglich berührt, ausführlich werden nur die Prüfaufgaben unter d) erörtert.

Es soll noch bemerkt werden, daß die im übrigen sehr wichtigen *energetischen* Untersuchungen hier nicht behandelt werden, da die angewandten energetischen Prüfmethoden für alle Landmaschinen ähnlich sind.

1. Bisherige Forschungsergebnisse

Beim Studium der Fachliteratur entstehen daraus Schwierigkeiten, daß anstelle von *Prüfmethoden* vielmehr Ergebnisse mitgeteilt werden. Daher ist der Großteil der fachliterarischen Beiträge lediglich zur Orientierung geeignet [2—7].

Die Beiträge wurden vom Verfasser unter Berücksichtigung folgender Prinzipien verarbeitet:

- der Erntevorgang stellt eine Kette der zweckmäßigen *Trennverfahren* dar. Als erstes ist dabei das Lösen aus der Erde zu erwähnen, worauf die Trennung des aufgenommenen, gemischten Materials folgt, mit dem Zweck
 - der Reinigung und
 - des gütemäßigen Sortierens;
- obwohl für die einzelnen Gemüsearten die an das Endprodukt gestellten qualitativen Forderungen unterschiedlich sind, werden lediglich die für Konservierung geeigneten Produkte als *Nutzprodukte* betrachtet, die anderen werden als Schmutz oder Abfall behandelt und die Verluste, die sich daraus ergeben, bleiben unberücksichtigt.

2. Grundsätzliche Überlegungen

Wie es aus den lediglich anhaltsweise mitgeteilten Beispielen aus dem Fachschrifttum hervorgeht, gibt bei der Untersuchung von verschiedenen Gemüseerntemaschinen die Einordnung der Produkte in Güteklassen den meisten Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten. Das ist eine umso schwierigere Frage, je größer die Zahl der Probeentnahmestellen ist, durch deren Auswahl nicht nur die Arbeitsqualität der Maschine, sondern auch ihre Leistung beeinflusst werden.

Die allgemeinen Gesichtspunkte der Qualitätsprüfung sind:

- *Zusammensetzung* des eingebrachten Produkts (Größe, Farbe, Gestalt usw.),
- Umfang der *Beschädigungen des Produkts* und
- *Verunreinigungsmaß*.

Die Erfahrung der bisherigen Maschinenprüfungen zeigten, daß aus den mannigfachen Prüfungsprogrammen eine *allgemein verwendbare Thematik bzw. Methodik* abgeleitet werden kann. Dazu sind zweckmäßigerweise mehrere Erfassungs- (Probeentnahme-) stellen und mindestens 4 bis 5 Qualitätsfraktionen zu berücksichtigen.

3. Die vorgeschlagenen vereinheitlichten Untersuchungsmethoden

Die erarbeitete Methodik stellt eine Anwendung des sog. Summierungsverfahrens dar. Diese Methode ist gebräuchlich, wenn die Menge und die Qualität des zu verarbeitenden Materials (Produkts) nicht im vorhinein bekannt sind.

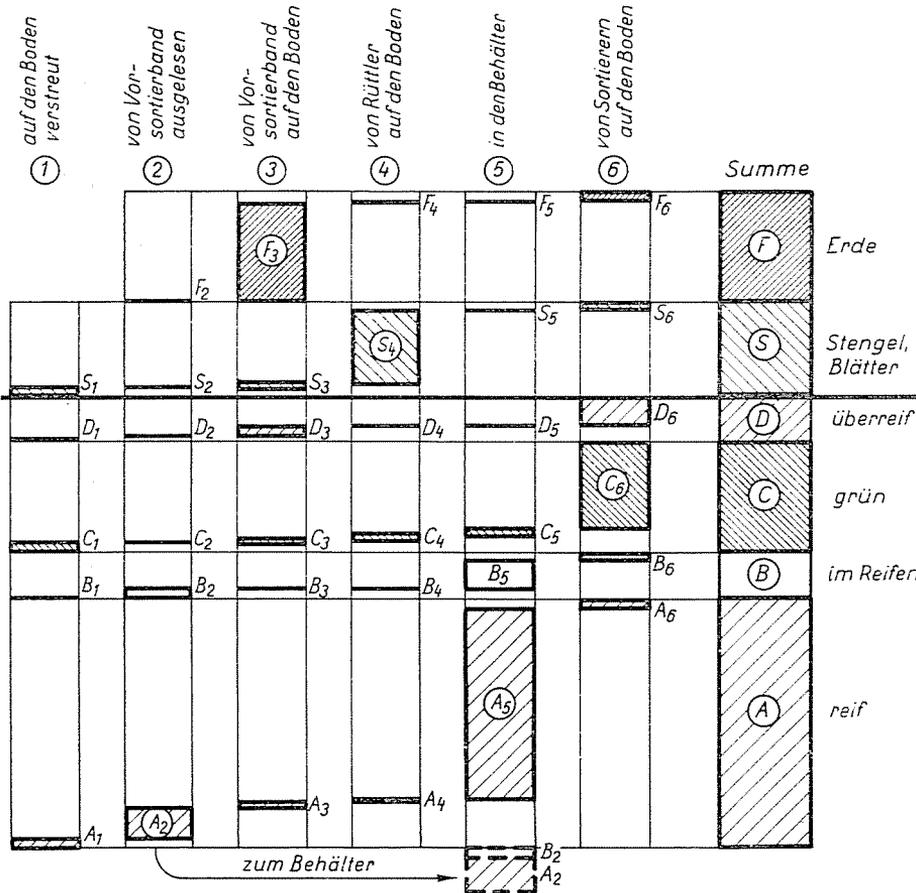


Abb. 1. Skizze zur Prüfung von Gemüseerntemaschinen

sondern lediglich als Summe gewisser Teilmeßergebnisse angegeben werden können.

Grundgedanke und Ausarbeitung der entwickelten Methodik sind in Abb. 1 gezeigt, die für die Untersuchung des technologisch komplizierten (mit Vorleseband ausgerüsteten) Tomatenpflückers Typ FMC geschaffen wurde.

In der Abbildung sind an der Vertikalachse die Kurzzeichen der Qualitätsfraktionen bzw. Produktenanteile aufgetragen:

A — Menge des unbeschädigten, reifen (im Falle von Tomaten roten) Produkts

B — Menge des nicht vollreifen Produkts (in Reife bzw. orangefarbig)

C — Menge des unreifen Produkts (hier grün)

D — Menge des überreifen Produkts

S — Stengel und Blätter

F — Erde (Erdklumpen).

Auf die Horizontalachse sind die eigentlichen Meßstellen (bzw. die Trennungsstellen der Materialien) aufgetragen. In der Abbildung sind der Technologie der FMC-Maschine entsprechend folgende *Probeentnahmestellen* angegeben (wo von einer Meßstrecke mit der Länge L das gesamte anfallende Material erfaßt wird):

1 — hinter der Maschine wird das dort vorhandene pflanzliche Material vom Boden aufgenommen und gruppenweise getrennt abgewogen:

$$A_1 \quad B_1 \quad C_1 \quad D_1 \quad S_1$$

(Hier läßt sich der Wert F_1 nicht interpretieren, er kann jedoch z. B. für Wurzelfrucht-Rodemaschinen bestimmt werden.)

2 — die von den Arbeitern vom Vorsortierband entnommene (reife und im Reifen begriffene) Menge wird abgewogen:

$$A_2 \text{ und } B_2$$

(Arbeitern mit genügender Übung werden keine Sortierungsfehler unterlaufen, daher gilt voraussichtlich

$$C_2 = D_2 = S_2 = F_2 = 0.)$$

Die Vorsortierungstechnologie der FMC-Maschine besteht darin, daß ein Teil des Erntegutes, das nicht mehr fest an den Stengeln haftet, direkt auf ein Vorsortierband fällt, von wo von den Arbeitern die reifen und halbreifen Früchte entnommen werden. Diese gelangen in einen Behälter, während die restlichen Stoffe auf den Boden zurückfallen. Dieser Umstand ist auch in der Abbildung bezeichnet.

3 — das vom Vorsortierband herabgefallene (von den Arbeitern nicht aussortierte) Material wird abgewogen, mit ihm auch die nicht unbedeutende Menge verunreinigender Erdstoffe:

$$A_3 \quad B_3 \quad C_3 \quad D_3 \quad S_3 \quad F_3$$

4 — das aus dem Rüttler fallende — vor allem aus Stengeln bestehende — gemischte Material wird abgewogen:

$$A_4 \quad B_4 \quad C_4 \quad D_4 \quad S_4 \text{ (und im Prinzip auch } F_4)$$

5 — das bei der Ernte in Behältern oder Anhängern gesammelte, gesamt Erntegut (das Endprodukt auf dem Felde) wird abgewogen:

$$A_5 \ B_5 \ C_5 \ D_5 \ S_5 \ \text{und} \ F_5$$

6 — das vom Sortierband entnehmbare, von den Arbeitern sortierte Material wird erfaßt und abgewogen:

$$A_6 \ B_6 \ C_6 \ D_6 \ S_6 \ \text{und} \ F_6.$$

Somit läßt es sich durch einen Buchstaben und eine Ziffer genau bezeichnen, woher das Material stammt und um welches Material es sich handelt. (Dabei bedeutet z. B. A_5 = unbeschädigte, reife Ware, aus dem Behälter.) Aus den so ermittelten Angaben — in der Maßeinheit *kg* — erhält man auf rechnerischem Wege eine in Prozenten ausgedrückte oder auf *ha* bezogene Datenmenge, von der sich durch geeignete Summierung und Ermittlung von Verhältniszahlen jede die *Arbeitsqualität* kennzeichnende Angabe errechnen läßt. (Die Qualität kann auch *durch das Verhältnis der beschädigten Früchte* gekennzeichnet werden. Dazu werden an verschiedenen Stellen entnommene *Proben* analysiert.)

Zur Kennzeichnung wurden Kennwerte ausgewählt und bestimmt:

— *gesamtes Nutzprodukt*:

$$A + B = \Sigma A_i + \Sigma B_i$$

(Das ist zugleich der Bezugswert. Für ohne Vorsortierung arbeitende Maschinen ist selbstverständlich die Summe der Daten mit den Indexen 2 und 3 gleich 0.)

— *Gesamtprodukt*:

$$A + B + C + D = \Sigma A_i + \Sigma B_i + \Sigma C_i + \Sigma D_i$$

— *gesamtes, erfaßtes Nutzprodukt*:

$$A_h + B_h = A_5 + B_5 + A_2 + B_2$$

— *Verstreuverlust* (die reifen und halbreifen Früchten, die auf dem Feld zurückbleiben):

$$v_1 = \frac{A_1 + B_1}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

— *Vorsortierungsverlust* (nur bei den Maschinen Typ FMC):

$$v_3 = \frac{A_3 + B_3}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

— *Trennverlust*:

$$v_4 = \frac{A_4 + B_4}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

— *Sortierungsverlust*:

$$v_6 = \frac{A_6 + B_6}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

— *Gesamtverlust*:

$$v = v_1 + v_3 + v_4 + v_6 (\%)$$

— *Verunreinigung* (Stengel, Blätter):

$$s = \frac{S_2 + S_5}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

— *Verunreinigung* (durch unerwünschte Produkte)

$$z = \frac{C_2 + C_5 + D_2 + D_5}{A_h + B_h} \cdot 100 (\%)$$

Neben den genannten Kennwerten — Faktoren — können je nach Bedarf aus der Datenmenge auch weitere Kennwerte errechnet werden. Durch die obigen Ausführungen wird die Anschauungsweise vertreten, daß die Prüfung auf das *Nutzprodukt* zu zentrieren ist. Sind auch die aussortierten (grünen) Früchte von Interesse, werden die Kennwerte in anderer Weise berechnet.

Bei den Messungen werden noch weitere Angaben bzw. Kennwerte ermittelt:

— *Fahrgeschwindigkeit*:

$$v_g = \frac{L}{t} \cdot 3,6 \text{ (in km/h);}$$

dabei bedeuten

L — die Meßstreckenlänge in m

t — die Zeitdauer der Befahrung der Meßstrecke in s

— *theoretische Flächenleistung*:

$$T_{e,im} = 0,1 \cdot B_m \cdot v_g \text{ in ha/h;}$$

wo B_m die Arbeitsbreite der Maschine in m bedeutet.

— die nützliche Massenleistung:

$$Q = \frac{A_h + B_h}{t} \cdot 3,6 \text{ in t/h}$$

— mittlere Leistung der Sortierarbeiter:

$$V = \frac{A_6 + B_6 + C_6 + D_6}{n \cdot t} \cdot 3600 \text{ kg/Akh.}$$

wo n die Anzahl der Sortierer ist;

— das gesamte Nutzprodukt:

$$H = \frac{10}{L \cdot B_m} \cdot (A + B) \text{ in t/ha}$$

— das Gesamtprodukt:

$$\ddot{O} = \frac{10}{L \cdot B_m} \cdot (A + B + C + D) \text{ in t/ha};$$

— das Reifeverhältnis:

$$e = \frac{H}{\ddot{O}} \cdot 100 = \frac{A + B}{A + B + C + D} \cdot 100 \text{ in } (\%).$$

Die *Qualitätsbestimmung* erfolgt zweckmäßig aus dem Gesamtgut A_5 oder anhand der Analyse einer dieser entnommenen Probe. Die Einordnung wird unter Berücksichtigung der Produkteigenschaften (Größe, Farbe, Gestalt, Art und Maß der Beschädigung usw.) unternommen. Werden die bestimmten Kennwerte durch die Laufzahlen 1, 2, 3. . . bezeichnet, gibt eine zweite Indexzahl über die Herkunft der Probe bequem hinreichenden Aufschluß. (Um bei dem Beispiel der Tomaten zu bleiben, können z. B.

- 1 — angedrückte,
- 2 — im Fleisch beschädigte,
- 3 — zerquetschte oder zerschnittene Früchte unterschieden werden.

Mit diesen Zahlen läßt sich aus der Gleichung

$$A_{51} + A_{52} + A_{53} = A_5$$

auch die Qualität des nützlichen Endproduktes kennzeichnen.

Schließlich soll noch bemerkt werden, daß es sich hier um eine *Untersuchungsmethode* handelte. Durch die Untersuchungsbedingungen (z. B. Arten, Reifezustand) und Maschineneinstellung (Arbeitstiefe, Geschwindigkeit usw.) sind thematische Variationsmöglichkeiten gegeben, die eine umsichtige Bewertung der Maschine gestatten. Die *Voraussetzung für die Vergleichbarkeit* der gewonnenen Daten ist hingegen, daß die Methoden der Untersuchung klar, leicht zu überprüfen und vor allem die *gleichen* sind.

4. Schlußfolgerungen

Aus langjährigen praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet der Maschinenprüfungen wurde offenbar, daß sich die Methoden zur Prüfung von Gemüseerntemaschinen weitgehend angleichen lassen. Diese Methode beruht auf der Erfassung des Materials von der Meßstrecke an den Trennstellen, auf der Selektion, schließlich auf der Summierung desselben. Die derart »kartierten« Prüfstellen bzw. Produkte sind leicht übersichtlich, lassen sich gut systematisieren und sind zur Erarbeitung jedes notwendigen Parameters (jeder Kennzahl) geeignet.

Die Methode wurde 1970 bei den im Institut für Landtechnik durchgeführten Maschinenprüfungen auch in der Praxis erfolgreich eingesetzt.

Zusammenfassung

In Ungarn werden seit mehreren Jahren wichtige Prüfungen mit der mechanisierten Gemüseernte vorgenommen. An den Prüfungen verschiedener Maschinen war auch Verfasser beteiligt, wobei er mehrfach Thematik-Methoden für die Prüfungen erarbeitete.

Aufgrund seiner Erfahrungen läßt sich die Methodik laborartiger Freiland-Prüfungen der Gemüseerntemaschinen verallgemeinern.

Im Beitrag wird diese verallgemeinerte Methodik anhand von Prüfungs- und Bewertungserfahrungen hinsichtlich einer konkreten Tomatenerntemaschine dargelegt.

Die vorgeschlagene Methodik hat sich bei den Prüfungen 1970 gut bewährt.

Literatur

1. MÉSZÁROS, L.: Mechanisierungsmöglichkeiten des Gemüseerntearbeiten (in ungarischer Sprache). Kandidatenarbeit. Manuskript. Budapest, 1967.
2. SZEPES, L.: Untersuchung der Technologie und des Maschinensystems des Tomatenbaues (in ungarischer Sprache). Bericht des Instituts für Landtechnik, Manuskript, Gödöllő, 1970.
3. CSÁKY, R.: Bericht über die Prüfung des Anhänge-Gurkenpflückers Typ VU (in ungarischer Sprache), Bericht des Instituts für Landtechnik, Manuskript. Gödöllő, 1970.
4. CHAO-SHAN-SU und HUMPHRIES, E. G.: Fruit-set patterns of pickling cucumbers. *Transaction of the ASAE* **12**, 522—523 (1969).
5. REHKUGLER, G. E.—SHEPARDSON, E. S.—POLLOCK, J. G.: Development of a cabbage harvester. *Transactions of ASAE* **12**, 153—157 (1969).
6. GARRETT, R. E.—ZAHARA, M.—ZINK, F.: A method for evaluating selectors of crisphead lettuce. *Transactions of ASAE* **12**, 564—566 (1969).
7. BOLEN, J. S.—MCCOLLY, H. F.: A rotary cutting mechanism for the direct harvest of dry edible beans. *Transactions of ASAE* **12**, 862—865 (1969).

Dr. István MÉSZÁROS, Budapest XI., Bertalan Lajos u. 1, Ungarn