

# Einzelkornsämaschinen — Entwicklungslinien und technische Erkenntnisse

Prof. Dr. agr. habil. K. Fritsch, Martin-Luther-Universität Halle — Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

Einzelkornsämaschinen sind bereits seit mehr als 200 Jahren als Prototyp bekannt. Eine Serienfertigung als selbständige Maschinenart der Gattung »Sämaschine« existiert dagegen erst seit kaum 40 Jahren. Nach einer ersten Etappe in den 20er Jahren begann in den europäischen Ländern die moderne Entwicklung um 1950. Sie führte rasch zu ausgedehnter Anwendung.

Einzelkornsämaschinen (EKS) waren von Anfang Spezialdrillmaschinen, deren besondere Qualität in der Präzision der saatechnischen Standardraumzumessung lag. Von dieser Präzisionssaat konnten verschiedenartige agro-technische Vorzüge gegenüber der Universaldrillmasse erwartet werden:

- Saatgutersparnis
- gleichmäßige Aussaat
  - bessere Saatguteinbettung und Keimung
  - raschere, gesündere Pflanzenentwicklung
  - kein Vergeilen und Konkurrieren der Pflanzen
- gleichmäßiger Pflanzenbestand
  - bessere Pflegemöglichkeiten
  - erleichterte Standardraumkorrektur
  - höhere Qualität der Einzelpflanzen
  - höherer Ertrag.

Als die ökonomisch wirkungsvollsten Vorzüge stellten sich bei den in Frage kommenden Kulturpflanzenarten die besseren Pflegemöglichkeiten und die bessere Zugänglichkeit des Bestands für eine erleichterte Standardraumkorrektur bei Zuckerrüben heraus. Ungeachtet der schon in den 20er Jahren laut gewordenen Forderung der Pflanzenbauer, alle Körnersaaten müßten in Einzelkornsaat ausgebracht werden, war die EKS ganz selbstverständlich die Spezialdrillmaschine für Zuckerrüben geworden. In letzter Zeit wird die gleiche Forderung erneut erhoben, wenn auch vorerst in dringlicher Weise auf die Kulturarten Feldgemüse und Mais, allenfalls auch auf einige Hülsenfrüchte gerichtet. Die engreihigen Ölfrüchte und Getreidearten müssen noch ausgeschlossen bleiben.

## Einzelkornsämaschinen nicht nur für Zuckerrüben

Die EKS, gekennzeichnet durch das Grundprinzip der Einzelführung der Samenkörner, erhält nun die Aufgabe vielseitiger Anwendbarkeit bei anderen Kulturpflanzenarten neben der Zuckerrübe. Ihre Weiterentwicklung muß von der Beibehaltung der Qualitäten einer Spezialdrillmaschine ausgehen und kann nicht auf die Universaldrillmaschine mit dem elementaren Prinzip der Mengenführung zurückweichen.

Generell zeigen sich in der Technik Spezialisierung und Universalität als komplementäre Größen, die einander nicht ausschließen. Die Spezialmaschine hat zwar den höheren Wirkungsgrad und die Möglichkeit zu höherer Produktion, die Universalmaschine bringt dagegen den größeren ökonomischen Nutzen durch Vielseitigkeit. Das Wertverhältnis dieser komplementären Größen eines technischen Gebildes ist jedoch nicht konstant, sondern kann sich in Abhängigkeit auch von geringfügig er-

scheinenden Einflußfaktoren ändern. Als Beispiel dafür möge die Verwendung gleichartig pillierten Saatgutes verschiedener Kulturpflanzenarten in einer hochspezialisierten EKS dienen, womit die Maschine allein durch Präparation des Saatgutes einen u. U. ausreichenden Grad der Universalität erhalten könnte. Hieraus wird deutlich, daß die Forderung nach einer universellen EKS keine entscheidende Alternative, sondern ein abstraktes, wandelbares Wertverhältnis zum Inhalt hat. Gesellschaftliche Bedürfnisse zur Weiterentwicklung einer bestimmten Maschinenart entstehen solange und dringlich, wie die Ausprägung ihrer primären Merkmale noch unvollkommen ist, d. h. solange sie noch nicht zu einer stabilen „Standard-Bauform“ gefunden hat. Dieser Sachverhalt läßt sich u. a. am Beispiel der Universaldrillmaschine deutlich erkennen: sie hat im Jahr 1924 durch L. Erhard die Grundzüge einer Standard-Drillmaschine erhalten und seitdem kaum mehr prominente Merkmale hinzugewonnen. Die Weiterentwicklung erfolgte seitdem überwiegend extensiv, woraus sich eine kennzeichnende Beziehung zum erreichten Reifegrad des technischen Systems herstellen läßt. Ihr Einsatzspektrum wird zwar durch die Spezialdrillmaschine „EKS“ zunehmend eingeschränkt, doch bleibt ihr Funktionsprinzip bei der Aussaat von Körnersaaten engreihiger Kulturpflanzenarten mit hohen Saatedichten (1 Mill. Samenkörner je ha) unentbehrlich.

Die EKS läßt vorerst nur geringe Ansätze zur Standard-Bauform erkennen. Als primäres Merkmal ist lediglich ihre strukturelle Gliederung in selbständige und für sich voll funktionsfähige „Säeinheiten“ anzusehen. Diese Gliederung ist unumgängliche Voraussetzung für die Funktion des Systems, aber offenbar unabhängig von der Art der Teilsysteme und Arbeitselemente. Der Säapparat von EKS, d. h. ihre charakteristische Baugruppe, weist noch vielfältige Systeme und Wirkprinzipie auf, die keinen Ansatz für eine Standardlösung enthalten. Die seit Beginn der modernen Entwicklungsperiode der EKS verfolgte intensive Entwicklung wird also ihre Fortsetzung finden. Dabei vollzieht sich voraussichtlich der rasche Übergang über die 2. zur 3. Generation, und erst ein Maschinentyp der 3. Generation dürfte die Aussicht bieten, Prototyp der Standard-EKS zu werden.

In den eigenen Arbeiten auf dem behandelten Gebiet ist seit der Beseitigung des „systematischen Mangels“ der Kornverrollung, der u. a. auch bei den mechanischen Zellsystemen des Ursprungsstyps A 765-2,5 und des Folgetyps A 695-5,0 vorhanden war, bei solchen Typen von der 1. Generation von EKS gesprochen worden [1, 2].

## Forderungen an Einzelkornsämaschinen der 3. Generation

Mit der EKS A 697-5,4 (Nullserie 1973) steht der Landwirtschaft derzeit ein Typ der 2. Generation zur Verfügung, der diesen „systematischen Fehler“<sup>(1)</sup> nicht mehr aufweist. Die beiden Generationen von EKS sind voneinan-

der durch die Qualität  $v_0 = 0$  bei der Kornabgabe deutlich differenziert. Schwieriger und vielleicht nicht von allgemeiner Bedeutung ist die noch nicht relevante Differenzierung einer 3. Generation gegenüber dem Vorgänger. Die bestimmenden Wertmerkmale für die neue Generation sollten gekennzeichnet sein durch

- Mehrfachnutzung in zwei oder drei weiteren Kulturarten, wobei eine Vereinfachung des technischen Gebildes aus der systembestimmenden Anwendung hochwertigen pillierten Saatgutes zu erwarten ist
- Anpaßbarkeit an die agrotechnischen Erfordernisse hinsichtlich der Wertebereiche von Saattiefe, Reihen- und Kornabstand, die stufenlos oder in ausreichend engen Stufen einstellbar sein müssen, wobei die Präzision der Körnerfolge nicht beeinträchtigt werden darf
- Ausschaltung aller Faktoren des Systems, die auf Keimfähigkeit und Feldaufgang des Saatgutes schädigend einwirken können, und gezielte Förderung derjenigen Faktoren, von denen die günstige Auswahl der technologischen Grundverfahren und vorzügliche Gestaltung der Arbeitselemente für die Arbeitsphasen „Isolierung“, „Förderung“ und „Führung“ und schließlich „Einbettung“ der Samenkörner abhängt.

Als maschinentechnisch rationellster Weg ist die Weiterentwicklung der EKS nach dem Baueinheitenprinzip (Baukastenprinzip) anzusehen, d. h., die EKS ist als Aufbaumaschine in Kombinationen und Varianten für zweckmäßig begrenzte und definierte Anwendungsbereiche zu gestalten. Eine besondere Problematik der Entwicklungsaufgabe liegt in der Bestimmung der Wirkungsbereiche der einzelnen Parameter, der zugehörigen Funktionselemente und deren Abgrenzung und Zuordnung zu bestimmten Baueinheiten des Systems. Hier stehen vor allem die pneumatischen und mechanischen Säsysteme im Widerstreit der Meinungen. Gegenwärtig ist festzustellen, daß unter der Forderung nach mehrseitig einsetzbaren Maschinen nicht selten eine Hinwendung zum Saugluftprinzip erfolgt. Damit wird einer technischen Lösung der Vorzug gegeben, die

1) Dieser Mangel der 1. Generation beruht auf der Kornabgabe von der EKS bei Fahrgeschwindigkeit  $v_F$  und ihr entgegengerichteter Umfangsgeschwindigkeit des Zellenkreises  $v_U$  bei einer verbleibenden horizontalen Abgabegeschwindigkeit  $v_0$  relativ zum Boden von etwa

$$v_0 = v_F - v_U \cdot 0,8 v_F.$$

Demgegenüber wird durch das Prinzip der Kornführung in Maschinen der 2. Generation bei hinreichend langsamer Füllgeschwindigkeit  $v_Z$  (etwa im Verhältnis  $v_Z:v_U \approx 1:5$ ) und an die Fahrgeschwindigkeit  $v_F$  gebundener Umfangsgeschwindigkeit  $v_U$  des Abgabeorgans die horizontale Abgabegeschwindigkeit  $v_0$  relativ zum Boden

$$v_0 = v_F - v_U = 0.$$

Eine eingehende Beschreibung der Zusammenhänge befindet sich in [1].

im Vergleich zu mechanischen Zellsystemen bei der Isolierung von Einzelkörnern aus dem Haufwerk und teilweise bei deren Förderung und Führung im Säapparat in geringerem Maß zu Kornbeschädigungen neigt. Sie ermöglicht dabei in Teilstrecken der Kornförderung erhöhte Geschwindigkeiten, vermag es aber nicht, die Varianzen der physikalischen Eigenschaften des Arbeitsgegenstands „Saatgut“ im strömungsmechanischen Wirkprinzip analog zu kompensieren und etwa auf einen Mittelwert zu uniformieren. Dementsprechend müssen auch die pneumatisch erteilten Impulse der Einzelkörner für bestimmende Arbeitsphasen des Sävorgangs etwa in der Breite ihrer mechanischen Varianzen liegen. Ausgleichungen bis nahe  $\pm 0$  zum Grundwert einer betrachteten mechanischen Größe des Einzelkörpers sind daher auf mechanische Wirkprinzipie angewiesen.

Wenn in der Vergangenheit bisweilen geltend gemacht worden ist, das pneumatische Säsystem könne auf eine Kalibrierung des Saatgutes völlig verzichten, so gründete sich auf diese offenbare Überschätzung anfangs auch die Voraussetzung praktisch unbegrenzter Funktionsbreite gegenüber den mechanischen Zellsystemen. Inzwischen hat sich einerseits die

Erkenntnis durchgesetzt, daß jede Störung des Gleichmaßes der Impulse und Bewegungsbahnen der Körner auch zu einer Störung des Gleichmaßes der Körnerfolge führt. Andererseits hat sich in der jüngsten Entwicklungsperiode aber gezeigt, welcher Einfluß und Nutzen aus der Veränderung der stofflichen Parameter des Arbeitsgegenstands „Saatgut“ im Sinn größerer Funktions- und Anwendungsbreite des landtechnischen Arbeitsmittels „EKS“ entstehen kann.

Aus diesen Erkenntnissen fällt die Entscheidung zugunsten eines kombinierten Systems, das sowohl mit pneumatisch als auch mit mechanisch wirkenden Arbeitselementen ausgestattet sein kann.

Die Lösbarkeit der technisch-konstruktiven Aufgaben ist wesentlich von den agrotechnischen Forderungen (ATF) abhängig, die auch die Prüfparameter für das Erzeugnis sind. Besondere Schwierigkeitsgrade ergeben sich dabei

- aus den geforderten Bestandsmerkmalen (Reihenabstand a, Kornabstand b, Saattiefe c und Charakteristik der Pflanzenfolge)
- aus den physikalischen und biologischen Eigenschaften des Saatgutes (Korngröße d, Kornform  $f_z$ , Kornmasse  $m_k$ , Oberflächen-

beschaffenheit, Gleit- bzw. Rollreibungskoeffizient  $\mu$ , Druckfestigkeit  $\sigma_d$ , Keimfähigkeit K und Singularitätsgrad S)

- aus den hochgesteckten Einsatzparametern und Leistungsanforderungen (Arbeitsbreite B, Fahrgeschwindigkeit  $v_F$ , Betriebskoeffizient  $K_0$ , Flächenleistung  $L_{F1}$ , Leistungsaufwand  $P_z$ , Nutzleistung  $P_n$ , Wirkungsgrad  $\eta$ )
- aus der Variabilität der biologischen Größen, den Toleranzen technischer und agrotechnischer Größen wie auch aus dem geforderten Anpassungsvermögen von Baugruppen und Arbeitselementen an diese Varianzen und Toleranzen.

Die Forderung nach mehrseitig einsetzbaren Systemen ist dadurch begründet, daß das praktische Bedürfnis wächst, die Vorteile der Einzelkornsaat auch beim Anbau weiterer Kulturpflanzenarten zu nutzen.

#### Literatur

- [1] Fritsch, K.: Probleme der Standraumzumessung bei der industriemäßigen Zuckerrübenproduktion. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle, XXIV (1975) H. 1, S. 103.
- [2] Fritsch, K.: Verfahrenswege und Mechanisierungsmittel zur Standraumzumessung. KTB der MLU Halle, WB 1979/37 (S19) H. 1, S. 41.

A 3597

# Systematik und Gestaltung der Arbeitsphasen einer Einzelkornsämaschine

Dipl.-Agr.-Ing. G. Thalmann, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

## 1. Einleitung

Unter dem Begriff Einzelkornsaat versteht man die präzise Aussaat einzelner Saatkörner in gleichmäßiger Reihenfolge und Tiefe. Als technische Arbeitsmittel zur Realisierung dieses Prozesses werden Spezialdrillmaschinen verwendet, die als Einzelkornsämaschinen bezeichnet werden.

Für den Sämechanismus einer Einzelkornsämaschine gelten folgende Anforderungen:

- Säorgan und Saatgut müssen aufeinander abgestimmt sein
- Gewährleistung eines Minimums an Doppel- und Fehlbelegungen
- möglichst geringer Anteil an Kornbeschädigungen
- Kornabstände müssen in Stufen bzw. stufenlos einstellbar sein
- bei der Körnerfolge muß das Häufigkeitsmaximum im eingestellten Kornabstand liegen.

Wie bei allen technischen Gebilden kann die Gesamtfunktion einer Einzelkornsämaschine in einzelne Teilfunktionen (Arbeitsphasen) gegliedert werden. Aus der Analyse der verschiedenen Wirkprinzipien, Wirkstellen und Wirkpaarungen lassen sich die im Sämechanismus einer Einzelkornsämaschine ablaufenden Vorgänge in folgende Arbeitsphasen und Phasenabschnitte gliedern:

### Isolierung von Einzelkörnern aus dem Haufwerk Saatgutvorrat

- Relativbewegung zwischen Einzelkorn und Säorgan
- Kornerfassung durch das Säorgan

### Transport und Führung der Einzelkörner

- gezwungene Führung im Säorgan von der Füllstelle zum Abgabe- bzw. Übergabepunkt
- Kornabgabe bzw. Kornübergabe
- Kornbewegung vom Übergabepunkt zur Führungsbahn
- zwangsweise Kornführung im Führungsorgan zum Abgabepunkt

### Abgabe der Einzelkörner

- ungezwungene Abgabe in freier Fallbewegung

- gerichteter Wurf des Einzelkorns mit Abgabeimpuls.

## 2. Erläuterung der Arbeitsphasen

### 2.1. Isolierung von Einzelkörnern aus dem Haufwerk Saatgutvorrat

Nach [1] setzen, unabhängig vom verwendeten technischen Prinzip, Einzelführung und Einzelablage von Saatkörnern die in stetiger Folge oder gruppenweise ablaufende Isolierung einzelner Körner aus der Menge des Saatgutvorrat

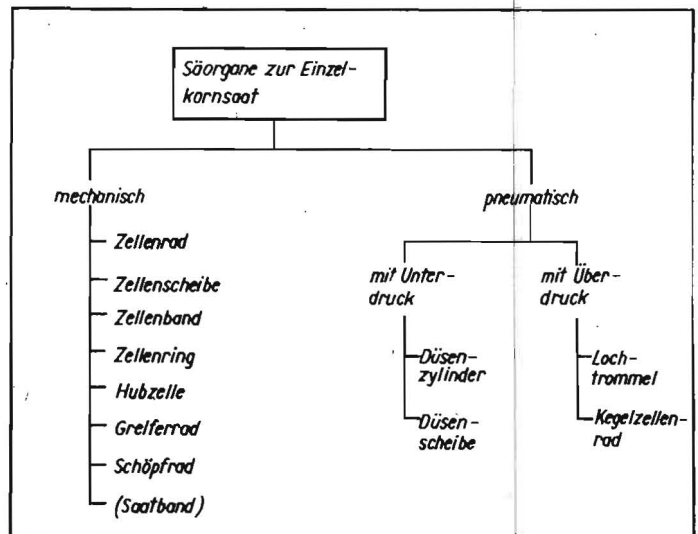


Bild 1  
Übersicht und Systematik gegenwärtig bekannter Vereinzlungsorgane