

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 ± 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 μ , Druckfestigkeit σ_d , Keimfähigkeit K und Singularitätsgrad S)

- aus den hochgesteckten Einsatzparametern und Leistungsanforderungen (Arbeitsbreite B, Fahrgeschwindigkeit v_F , Betriebskoeffizient K_0 , Flächenleistung L_{Fl} , Leistungsaufwand P_z , Nutzleistung P_n , Wirkungsgrad η)
- 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

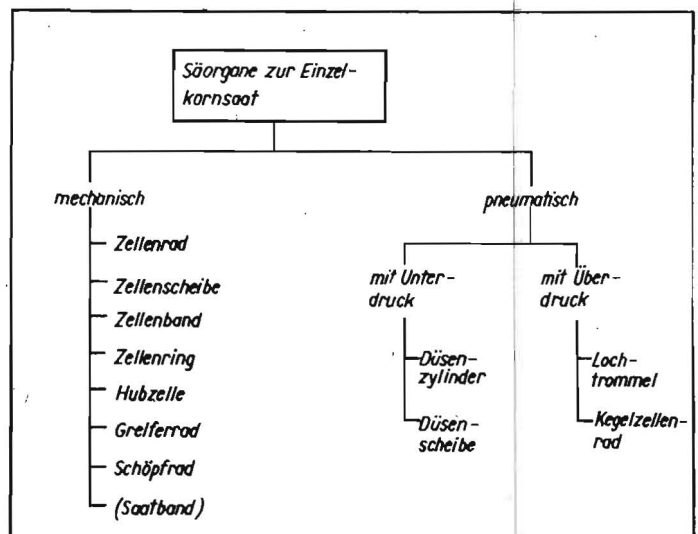


Bild 1
Übersicht und Systematik gegenwärtig bekannter Vereinzlungsorgane

rats voraus (1. Arbeitsphase), d. h. Überführung eines Haufwerks in Einzelkörner. Den dazu verwendeten Vereinzelungsorganen liegen entweder mechanische oder pneumatische Wirkprinzipien zugrunde (Bild 1).

Kornvereinzelung mit mechanischen Wirkprinzipien

Bei den mechanischen Zellsystemen (Zellenrad, Zellenscheibe u. a.) ist nach [2] die Überführung eines Haufwerks in Einzelkörner einem Siebvorgang gleichzusetzen. Dabei stellt das Vereinzelungsorgan funktionell den Siebboden und der Saatgutvorrat das Siebgut dar. Bei einer Relativbewegung zwischen Zelle und Haufwerk gelangen Einzelkörner unter Einfluß ihrer Schwerkraft und der Gewichtskraft vorübergehend geschichteter Kornverbände in die Zellen, so daß eine formschlüssige Wirkpaarung Korn—Zelle entsteht. Entlang der Füllstrecke, also dem Bereich, wo Saatgutvorrat und Vereinzelungsorgan zusammentreffen, kommt es zu verschiedenen Relativbewegungen, die am Füllstreckenbeginn am ausgeprägtesten sind, so daß sich dort eine Füllzone ausbildet.

Bedingt durch die Reibung zwischen den Einzelkörnern im Zusammenwirken mit der Bewegung des Vereinzelungsorgans, rotiert der gesamte Saatgutvorrat ähnlich dem Randwirbel einer Strömung.

Ein besonderes Problem bei allen mechanischen Zellsystemen ist die Entmischung der Körnung des Saatgutvorrats durch Vereinzelung der Körner in Reihenfolge zunehmender Siebschwierigkeiten. In diesem Zusammenhang ist eine Beeinträchtigung der Füllsicherheit mit zunehmender Maschinenlaufzeit nicht auszuschließen.

Eine weitere Einflußgröße auf die Sicherheit des Füllvorgangs ist die Führungsgeschwindigkeit v_U des Säorgans, von deren Größe die Relativbewegungen im Füllstreckenbereich abhängen. Als Richtwert für mechanische Zellsysteme gilt ein Bereich von $v_U = 0,4 \dots 0,5 \text{ m/s}$ je nach Saatgutart und Wirksamkeit von Füllhilfen. Wird dieser Wert unterschritten, sind Mehrfachbelegungen von einzelnen Zellen nicht auszuschließen, während $v_U > 0,5 \text{ m/s}$ zu Fehlbelegungen durch die Massenträgheit von Einzelkörnern führt (Bild 2). Auch der Auflagedruck des Haufwerks auf das Vereinzelungsorgan im Zusammenhang mit der Form des Vorratsbehälters, der Füllstandshöhe und der Saatgutart hat Auswirkungen auf eine kontinuierliche Zellenbefüllung.

Kornvereinzelung mit pneumatischen Wirkprinzipien

Im Gegensatz zur mechanischen Kornvereinzelung bieten die pneumatischen Systeme den Vorzug einer relativen Kalibrierungsunabhängigkeit gegenüber dem Saatgut. Dem liegt in erster Linie eine kraftschlüssige Wirkpaarung zwischen Korn und Saugdüse zugrunde. Dabei muß allerdings die Saugkraft so bemessen sein, daß die bei der Bewegung des Vereinzelungsorgans am fixierten Korn angreifenden Stoß- und Reibkräfte das Korn nicht von der Saugdüse ablösen können. Dies erscheint besonders bei Saatgutarten mit unregelmäßiger Oberfläche und ungünstigem Formquotienten und dadurch bedingter Spaltverluste problematisch und energieaufwendig.

Als Alternative bietet sich eine Kombination von form- und kraftschlüssiger Wirkpaarung an, bei der die Saatkörner in zellenartige Vertiefungen eingesaugt werden und so nur geringe

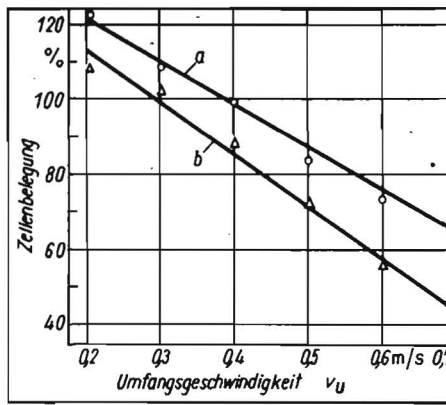


Bild 2. Einfluß der Umfangsgeschwindigkeit des Zellenrades auf die Zellenbelegung bei der Einzelkornsämaschine A 695;
a Zuckerrübensaatgut naturell, Kaliber A;
 $y = -10,94x + 142,78$,
 $r = -0,98945$
b Zuckerrübensaatgut Pille, Kaliber A;
 $y = -13,52x + 139,81$,
 $r = -0,99364$

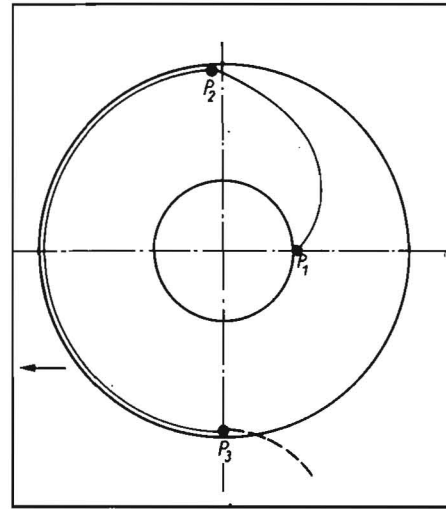


Bild 4. Bewegungsschema des Einzelkorns im Sämechanismus einer Einzelkornsämaschine der 2. Generation;
 P_1 Kornübergabepunkt vom Sä- zum Führungsorgan, P_2 Auftreffpunkt auf der Kornführungsbahn, P_3 Kornabgabepunkt

Angriffsflächen für auftretende Stoß- und Reibkräfte bieten (Bild 3).

Ein Hauptproblem bei der pneumatischen Kornvereinzelung mit Unterdruck besteht in der Beseitigung von Mehrfachbelegungen an den Saugdüsen. Dazu werden neben mechanischen Abstreifelementen auch pneumatisch wirkende Vorrichtungen verwendet, die mit Hilfe eines Luftstrahls überzählige Körner lösen, so daß jeweils nur das am stärksten mit Ansaugkraft beaufschlagte Korn an der Saugdüse verbleibt und dem Abgabepunkt zugeführt wird.

Bei der Kornabgabe von der Saugdüse erfolgt eine Druckumkehrung oder zumindest ein Aufheben der am Korn anliegenden Saugkraft. Um eventuelle Fehlbelegungen zu vermeiden, werden teilweise noch mechanische Auswerfer verwendet, die auftretenden Kornbruch aus den Saugbohrungen befördern.

2.2. Transport und Führung der Einzelkörner

Die 2. Arbeitsphase beginnt unmittelbar nach der Kornerfassung durch das Vereinzelungsorgan und umfaßt den Transport und die Führung der Einzelkörner bis zum Abgabepunkt. Je nach Säprinzip erfolgt die Kornführung im

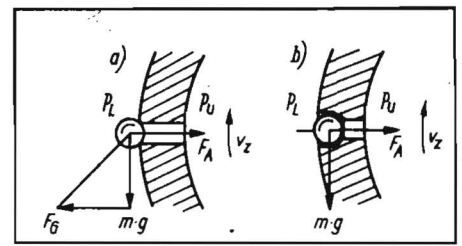


Bild 3. Möglichkeiten der Wirkpaarung bei pneumatischer Kornvereinzelung;
a) kraftschlüssige Wirkpaarung, b) Kombination aus form- und kraftschlüssiger Wirkpaarung
 P_L Umgebungsdruck, P_U Unterdruck,
 v_Z Zellengeschwindigkeit, F_A Ansaugkraft,
 F_G Komponente der Stoß- und Trägheitskräfte

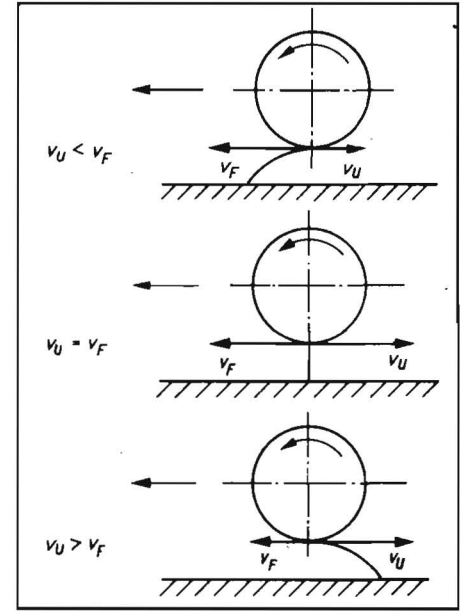


Bild 5. Gestaltung der Geschwindigkeitsverhältnisse bei der Kornabgabe;
 v_U Umfangsgeschwindigkeit, v_F Fahrer- oder Abgabegeschwindigkeit

Vereinzelungsorgan (z. B. Zellenrad) oder in einem speziellen Führungsorgan (z. B. Säkegel). Dabei stellt die Korngeschwindigkeit am Schluß des Führungswegs das entscheidende Kriterium für die Zuordnung einer Einzelkornsämaschine zur 1. oder 2. Maschinengeneration dar (1. Generation: Kornablage mit Verrollung, 2. Generation: verrollungsfreie Kornablage). Während bei den Einzelkornsämaschinen der 1. Generation, bedingt durch die maximal zulässige Umfangsgeschwindigkeit des Vereinzelungsorgans, die Führungsgeschwindigkeit relativ gering ist (max. $0,5 \text{ m/s}$), gestalten die Einzelkornsämaschinen der 2. Generation durch Verbindung mehrerer Bauelemente eine Führungsgeschwindigkeit v_U , die der Fahrersgeschwindigkeit v_F entspricht.

Bei der 2. Maschinengeneration erfolgt also im Sämechanismus eine Kornübergabe vom Vereinzelungsorgan in ein Führungsorgan (Bild 4). Ein Teil der Führungsbahn wird von einer Blende gebildet, die die Kornabgaböffnungen des Führungsorgans bis zum Abgabepunkt verschließt. Das Bewegungsverhalten der Saatkörner auf dieser Führungsbahn ist für die nachfolgende Kornabgabe von Bedeutung. Im

besonderen wirken sich dabei die ungleichförmig induzierten Eigenbewegungen und die damit verbundenen Positionsänderungen des Einzelkorns aus.

2.3. Abgabe der Einzelkörner

Der zwangläufigen, geführten Bewegung der Saatkörner im Vereinzlungs- bzw. Führungsorgan folgt am Abgabepunkt des Sämechanismus eine gerichtete Wurfbewegung. In deren Folge sollen die Körner im eingestellten Abstand ihre Ruhelage erreichen und bis zur Einbettung beibehalten (3. Arbeitsphase).

Die Gestaltung der Geschwindigkeitsverhältnisse an der Tangente des Abgabepunkts für eine Kornabgabe in relativer Ruhe zum Boden ist Voraussetzung für eine verrollungsfreie Kornablage. Das bedeutet, daß die durch die Fahrgeschwindigkeit v_F verursachte Kompo-

nente durch eine entgegengesetzt gerichtete Geschwindigkeit kompensiert werden muß:

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

Bei den Einzelkornsämaschinen der 1. Generation ist die Fahrgeschwindigkeit bis zu 5mal höher als die Umfangsgeschwindigkeit, so daß die nach hinten ausgeworfenen Körner im waagerechten Wurf in Fahrtrichtung nach vorn getragen werden. Danach kommen die Saatkörner in der Saattrille erst nach Prall- und Rollbewegungen zufallsbedingt und in unregelmäßiger Folge zur Ruhe (Bild 5).

Die Streuung der einzelnen Kornflugbahnen wird von einem Komplex von Faktoren bestimmt, die in ihrer Wirkung stark variieren. Einige dieser Faktoren sind z. B. Schwankungen des Kornabgabepunkts, unterschiedliche Richtungsbereiche am Anfang der Flugbahnen,

Kornform und Masseverteilung, ungleichförmige Eigenbewegungen der Körner relativ zu ihren Flugbahnen sowie Reibungs- und Elastizitätsschwankungen.

Die genannten Einflüsse sind konstruktiv so zu minimieren, daß unter Beibehaltung der ungezwungenen Kornbewegung während der Abgabe der Streubereich der Flugbahnen eingeeignet und entsprechende Vorbedingungen für die Saatguteinbettung gesichert werden.

Literatur

- [1] Heyde, H.; Kühn, G.: Landmaschinenlehre, Bd. 2. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- [2] Fritsch, K.: Zur technischen Aufbereitung des Saatgutes von Beta-Rüben für die Einzelkornsäat in der sozialistischen Landwirtschaft. Martin-Luther-Universität Halle, Landwirtschaftliche Fakultät, Habilitationsschrift 1965.

A-3550

Technische Lösungen für Arbeitsorgane von Einzelkornsämaschinen zur Saatguteinbettung

Dipl.-Ing. Sibylle Kretschmar, Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Einleitung

Resultierend aus den Erfahrungen der letzten Jahre sind die Verbesserung der Aussaattechnik und die Anpassung der leistungsbestimmenden Maschinen in der Zuckerrüben-ernte an die verschiedenen Einsatzbedingungen zu Schwerpunkten möglicher Maßnahmen zur Erhöhung der Zuckerrübenproduktion geworden. Gegenstand der Untersuchungen sind die Saatguteinbettung bzw. die an diesem Vorgang beteiligten Arbeitsorgane. Betrachtet wird das seit Jahren übliche Verfahren der Einzelkornsäat. Arbeitsorgane zur Saatguteinbettung können Klutenräumer, Schar, Druckrolle, Tiefenbegrenzer, Zustreicher u. a. sein.

2. Analyse der Saatguteinbettung

Die Saatguteinbettung ist in folgende Arbeitsphasen unterteilt:

- Klutenräumen oder -zerkleinern
- Saattrillenausformung
- Kornablage
- Andrücken
- Zustreichen.

Sie beginnt mit der Übergabe des Saatgutes

vom Sämechanismus an ein Arbeitsorgan der Einbettung. Durch die Einbettungsorgane sind die Keimbedingungen und die Bedingungen für eine gleichmäßige Pflanzenentwicklung zu schaffen, wobei die fruchtartsspezifische Saatguteinbettung vor Einsatz einer Einzelkornsämaschine mit aller Sorgfalt erfolgt sein muß, denn die Einbettungsorgane können nicht die Aufgabe übernehmen, bei der Saatbettbereitung entstandene Fehler völlig zu kompensieren.

Erfahrungen und wissenschaftliche Publikationen hierzu sind zahlreich vorhanden, so daß im Rahmen dieser Thematik nur noch einmal darauf verwiesen werden soll, daß ein ebenes, feinkrümeliges, bis auf einen bestimmten Horizont gelockertes Saatbett mit verfestigtem Untergrund notwendig für den erfolgreichen Einsatz einer Einzelkornsämaschine ist.

Bild 1 zeigt den Komplex der Einflußfaktoren auf den Feldaufgang, der den Qualitätsmaßstab für die Aussaat darstellt. Eine zusammenfassende Übersicht über die technologischen Vorgänge bei der Saatguteinbettung hat Basin [2] gegeben.

Die Gewährleistung der Kornablage in vorgeschriebener, über das gesamte Feld konstant zu haltender Aussattiefe, die sich aus der Ablagetiefe t_A und der Erdaufwurfhöhe h_D ergibt, ist eine wichtige pflanzenbauliche Forderung (Bild 2).

Die Einzelkornsäat ist aus ökonomischen sowie pflanzenbaulichen Gesichtspunkten in letzter Zeit auch für viele andere Fruchtarten interessant geworden. Daher ergibt sich für die Aussattiefe eine Anzahl verschiedener Werte (Tafel 1).

Für die Wahl der optimalen Ablagetiefe ist der wichtigste Faktor der Kontakt zur wasserführenden Schicht, wie aus Untersuchungen von Basin, Klooster, Meier und Brinkmann [4] u. a. hervorgeht. Es gilt, daß bei zu großer Aussattiefe stark geschwächte Pflanzen auflaufen, bei zu geringer Aussattiefe die Gefahr der Schädigung durch Bodenherbizide und Minereraldünger besteht [5], auch wenn der Anschluß an die wasserführende Unterschicht gewährleistet ist.

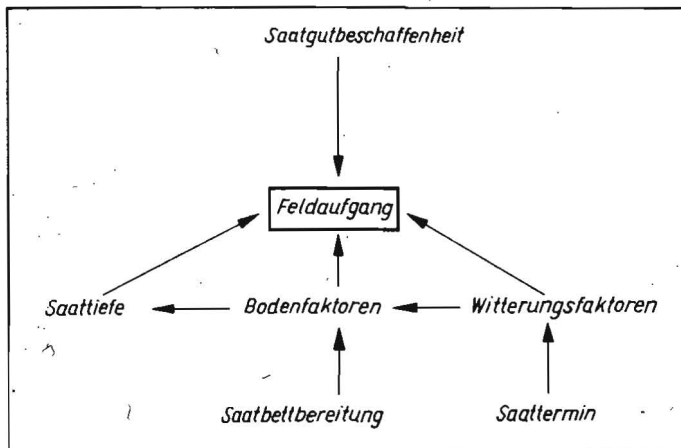


Bild 1
Komplex der Einflußfaktoren auf den Feldaufgang nach [1]

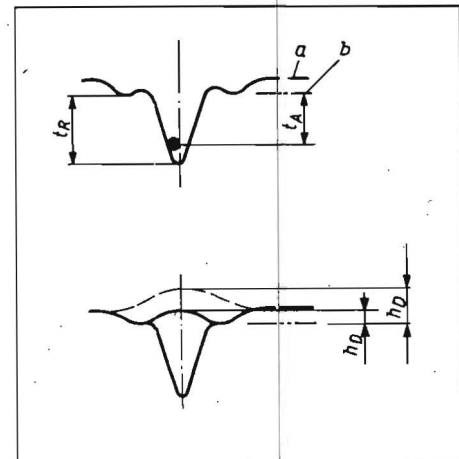


Bild 2
Zur Definition der Aussattiefe; a Niveau des geräumten bzw. verfestigten Bodens, t_A tatsächliche Ablagetiefe, t_R Rillentiefe, h_D Erdaufwurfhöhe