

Einzelkornsämaschinen für Gemüse Bauarten und Typentabellen

1 Einführung

Der Einsatz von Einzelkornsämaschinen (EKS) für die Aussaat von Gemüsesaatgut soll folgende Vorteile bringen:

- Erzielen eines nach Größe und Erntereife gleichmäßigen Bestandes und damit einer Ernte hoher und einheitlicher Qualität. Voraussetzung hierfür sind ein möglichst gleichmäßiger Standraum der Pflanzen in der Reihe, möglichst gleiche und kultur-gerechte Bedeckungshöhe der Körner, ausreichendes Andrücken des Saatgutes (Rückverfestigung),
- Verringerung des Arbeitszeitbedarfes und der Aussaatkosten durch Anwendung von Säverfahren mit hoher Flächenleistung und möglichst geringem Kapitalbedarf für die Maschine sowie sparsamen Saatgutverbrauch,
- Vermeiden von Arbeitsspitzen durch vollmechanisierte Anbauverfahren,
- Einsparen von Vereinzelungsarbeit durch Ablage auf Endabstand.

Die Entscheidung für die Aussaat anstelle der Pflanzung hängt von pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten sowie dem Standort ab. In Deutschland wird eine Fläche von ca. 80 000 ha Gemüse gesät (Stand: 2008).

Gepflanzt wird in der Regel dort, wo eine Verfrühung oder Verkürzung für den Anbau mehrerer Folgekulturen auf der gleichen Fläche im Jahr angestrebt wird; ebenso dort, wo die zur Verfügung stehende Kulturperiode für eine Gesamtkultur nicht ausreicht. Weiterhin bietet die Pflanzung Vorteile, wenn das Unkraut schwierig zu bekämpfen ist, eine termingebundene Anbaustaffelung erfolgen soll oder bereits durch Auslese der Jungpflanzen eine hohe Gleichmäßigkeit des Produktes erzielt werden kann.

Die direkte Aussaat von Gemüsesamen bietet demgegenüber Vorteile bei:

- großen Anbauflächen,
- Arbeitskräftemangel beziehungsweise Arbeitsspitzen (das Vereinzeln der Saat ist weniger termingebunden als eine Pflanzung),
- beschränkte Anzuchtmöglichkeiten.

Folgende Säverfahren sind zu unterscheiden:

- Drillsaat
 - Dünnsaat
- Gleichstandsaat
 - Einzelkornsaat (Einzelkornablage mit ganzem oder halbem Endabstand)
 - Blocksaat (unterbrochene Einzelkornsaat)
 - Horstsaat (unterbrochene Einzelkornsaat mit bewusster Mehrfachablage an jeder Sollstelle).

Erschwerend auf die einwandfreie Funktion aller Sämaschinen wirken sich die sehr unterschiedlichen Kornabmessungen – die

Kornmasse wird durch das Tausendkorngewicht (TKG) gekennzeichnet – und die vielfältigen und unregelmäßigen Formen gärtnerischen Saatguts aus. Die sehr unterschiedlichen Aussaatmengen (Stück bzw. kg/ha) stellen ebenfalls ein Problem dar, ebenso die wechselnde und oft geringe Keimfähigkeit, so dass eine Ablage auf Endabstand oft nicht möglich ist.

Für die *Drillsaat* von Gemüse mit landwirtschaftlichen Drillmaschinen werden bei Bedarf im Saatkasten über den benötigten Saatgutausläufen besondere Einsatzkästchen eingebaut, in welche die vergleichsweise oft sehr kleinen Mengen von Gemüsesaatgut gegeben werden können. Die Drillsaat wird nur bei einigen wenigen Gemüsearten angewendet, z. B. Spinat und Erbsen. Das Saatgut wird in kg/ha ausgebracht.

Eine *Dünnsaat* wird mit Drillmaschinen durch Beimischen von Sand, Torf, Schlacke oder abgetötetem altem Saatgut erreicht (z. B. 1:4). Damit kann die Aussaatmenge auf den gewünschten Pflanzenbestand je Flächeneinheit reduziert werden, der Abstand zwischen den Saatkörnern ist sehr ungleichmäßig und zufallsabhängig. Spezielle Dünnsaat-Sämaschinen für Gemüse, z. B. Bürstenrad-Sämaschinen, sind für kleine Saatmengen und kleine Reihenabstände geeignet. Dieses Saatverfahren wird auch in Saatgutbetrieben nur noch gelegentlich angewendet.

Die *Einzelkornsaat* mit Einzelkornsämaschinen erlaubt eine gezielte Aussaatmenge in Stück/ha mit annähernd gleichen Abständen in der Reihe. Damit können sowohl der Abstand von Korn zu Korn in der Reihe (Sollabstand) als auch der Reihenabstand entsprechend eingestellt werden. Der tatsächliche Abstand, der sich nach dem Auflaufen von zwei regelmäßig abgelegten Körnern ergibt (Istabstand), sollte möglichst dem Sollabstand entsprechen.

Der Gemüsebau stellt hohe und spezielle Anforderungen an die Gleichmäßigkeit einer Aussaat und benötigt daher überwiegend Einzelkornsämaschinen, die der Vielfalt des Saatgutes, des Abstands und der Einbettung des Saatgutes angepasst werden können (Tab. 1).

Blocksaat mit Einzelkornsämaschinen wird bei Gemüsearten geringer Keimfähigkeit und Triebkraft angewendet, die auf größere Endabstände vereinzelt werden müssen. Man sät deshalb mit einer unterbrochenen Körnerfolge nur in diesen Abständen einen „Block“ von drei Körnern mit Abständen von z. B. 3 cm. Damit kann erheblich Saatgut gespart und die Vereinzlungsarbeit reduziert werden. Für die Blocksaat gibt es spezielle Zellenräder oder Lochscheiben bzw. entsprechende andere Einzelungorgane.

Die *Horstsaat* mit Einzelkornsämaschinen stellt eine Sonderform der Blocksaat dar, wenn mehrere Körner an jeder Sollstelle abgelegt werden.

2 Saatgutarten

Für die Einzelkornsaat im Gemüsebau stehen folgende Saatgutarten zur Verfügung:

Tab. 1: Aussaatmengen, TKG, Bedeckungshöhen und Reihenabstände bei Einzelkornsaat von Gemüse (Beispiele)

Gemüseart	Kalibriertes Saatgut				Pilliertes Saatgut			Bedeckungs- höhe ²⁾ (cm)	Reihen- abstand (cm)
	Anwen- dung ¹⁾	TKG (g)	Drillsaat (kg/ha)	Einzelkornsaat (1 000 Korn/ha)	Anwen- dung ¹⁾	TKG	Einzelkornsaat (1 000/ha)		
Blattgemüse									
Kohlarten	•	2,5 – 4	–	160 – 250	o	13 – 20	115 – 180	1,5 – 2,5	45 – 50
Kopfsalat	o	0,8 – 1,2	–	250 – 650	o	10 – 12	450	1,5 – 2,5	20 – 25
Spinat	–	7 – 12	15 – 45	–	–	–	–	3 – 4	10 – 15
Fruchtgemüse									
Buschbohne	•	280 – 500	70 – 120	–	–	–	–	3	30 – 50
Grünerbse	•	130 – 300	150 – 280	–	–	–	–	3 – 5	10 – 15
Einlegegurke	•	20 – 27	–	80 – 220	–	–	–	1 – 3	75 – 100
Zwiebelgemüse									
Zwiebel	•	3 – 4	–	750 – 1 300	o	12 – 15	1 800	2 – 3	25 – 30
Porree	o	2,5 – 3	–	300	o	12 – 15	400	2 – 3	25 – 45
Wurzelgemüse									
Möhre	•	0,8 – 1,2	–	1 200 – 2 500	o	10 – 12	1 300 – 2 500	2	20 – 25
Rote Rübe	o	14 – 20	–	410	o	25 – 30	300 – 400	2 – 3	45 – 50
Rettich	•	5 – 10	–	150 – 300	o	16 – 20	175 – 300	2	25 – 45
Radies	•	7 – 12	–	1 400 – 2 500	o	19 – 20	1 500 – 2 000	2	9 – 25

¹⁾ • = überwiegend, o = teilweise

²⁾ Bedeckungshöhe, die über die Ablage oder Saattiefe vorgegeben wird; bei pilliertem Saatgut ca. 1 cm weniger.

- *Normalsaatgut* wird von ausgesuchten Pflanzenbeständen gewonnen. Außer einer Reinigung erfährt es keine weitere Auslese. Keimfähigkeit und Triebkraft müssen Mindestanforderungen genügen.
- *Kalibriertes Saatgut* wird durch Absieben (Größenauslese) aus gereinigtem Normalsaatgut gewonnen und besteht aus einer bestimmten Siebfraction. Keimfähigkeit und Triebkraft hängen von der Korngröße und der Kornmasse (TKG) und somit von der Siebfraction ab.
- *Graduiertes Saatgut* wird durch Absieben und zusätzliches Windsichten (Größen- und Gewichtsauslese) aus gereinigtem Normalsaatgut gewonnen. Dabei werden neben den kleinen auch die tauben, spezifisch leichten Körner ausgeschieden. Dieses Saatgut kann mit einer abriebfesten Schicht inkrustiert werden, die Fungizide und Insektizide sowie einen Farbstoff zur Kennzeichnung enthält. Solches Saatgut ist als Inkrustat (inkrustiertes Saatgut) im Handel.
- *Pilliertes Saatgut* ist kalibriertes oder graduiertes Saatgut, das in einem Pilliervorfahren mit einer Hüllmasse aus gemahlenem Lehm, Holzmehl, Torf, Kaolin usw. umgeben wird, so dass kugelförmige Pillen annähernd gleichen Durchmessers entstehen. Dieser wird als „Kaliber“ in Millimeter angegeben und schwankt zwischen 1,75 mm (Sellerie) und 7 mm (Gurke). Die jeweiligen Saatgutpartien werden je nach Gemüseart in Spannweiten von 0,5 mm bis 1,5 mm abgesiebt, z. B. Kaliber 2,5 – 3,5 mm.

Die Einzelkornsaat im Gemüsebau setzt Saatgut hoher Keimfähigkeit, hoher Triebkraft und annähernd gleicher Größe voraus. Pilliertes Saatgut kann zur Verschlechterung des Feldaufganges führen, wenn die Hüllmasse die Keimung behindert. Deshalb sollte es nur verwendet werden, wenn die Abmessung beziehungsweise die Form des Kornes (z. B. Salat) oder die Bauart des Sägerätes (z. B. Zellenrad) eine Pillierung des Saatgutes erfordern. Eine Pillierung erhöht die Saatgutkosten auf das Vier- bis Achtfache, wobei das Saatgutgewicht durch die Hüllmasse bis zum Zehnfachen größer wird. Sofern von den Saatgutproduzenten für die jeweilige Gemüseart beziehungsweise Kräuterart angeboten, wird heute bevorzugt kalibriertes und inkrustiertes Saatgut verwendet.

3 Technik der Gemüse-Einzelkornsämaschinen

Bauarten und Maschinenaufbau

Die typischen Einzelkornsämaschinen für den Gemüsebau werden in drei Varianten angeboten:

- mehrreihige Traktoranbaumaschinen für größere Reihenabstände (vgl. Tab. 3),
- mehrreihige Traktoranbaumaschinen für kleine Reihenabstände (vgl. Tab. 4),
- einreihige, handgeschobene Säaggregate.

Die Traktoranbaumaschinen werden am Heck-Dreipunktbau von Standardtraktoren bzw. in geeigneter Ausführung im Zwischenachsenaufbau von Geräteträgern betrieben.

Im Feldgemüse- und Intensivgemüsebau sind meist fünf- und sechsreihige Maschinen üblich, die entsprechend der Spurweite des Traktors von 1,5 m und 1,8 m (= Beetbreite) bei Reihenabständen von etwa 25 cm eingesetzt werden. Diese Maschinen stützen sich bei der Arbeit auf zwei außen an der Werkzeugschiene angebrachte und höhenverstellbare Laufräder ab, die beide auch den wegabhängigen Antrieb der Säaggregate und gegebenenfalls des Granulatstreuers für Insektizide übernehmen. Beim Zwischenachsenaufbau erfolgt der Antrieb dagegen über die Wegzapfwelle des Geräteträgers. Größere bzw. kleinere Abstände von Säaggregat zu Säaggregat lassen sich innerhalb der Arbeitsbreite (= Beetbreite) durch seitliches Verstellen erreichen. Durch Hochhängen einzelner Säaggregate ist eine Verdoppelung der Reihenabstände zu erzielen. Reihenabstände unter 20 cm sind durch sehr schmal gebaute Säaggregate, Doppel- und Dreifachsäaggregate (nebeneinander oder hintereinanderversetzt angeordnet) oder Verwendung einer Mehrreihensäeinrichtung (maximal bis drei Reihen je Säaggregat) möglich.

Für den großflächigen Feldgemüseanbau werden Maschinen großer Arbeitsbreite angeboten, bei denen bis zu 32 Säaggregate an sehr breiten, hydraulisch einklappbaren Werkzeugschienen angebaut sind. Durch mehrfache Beetanordnung von jeweils z. B. fünf oder sechs Säaggregaten bleiben nach der Saat die üblichen Arbeitsgänge für Pflege und Ernte der 1,5 m oder 1,8 m breiten Beete erhalten. Durch Einklappen wird die maximal zulässige Transportbreite von 3 m erreicht. Zu beachten ist auch, dass der jeweilige Traktor die erforderliche Hubkraft für das Anheben der Maschine hat und die zulässigen Be- und Entlastungen der Traktorchassen eingehalten werden – gemäß der Straßenverkehrs-zulassungsverordnung müssen auf der Lenkachse mindestens 20 % des Traktorleergewichtes verbleiben.

Manche Säaggregate von Traktoranbaumaschinen lassen sich, versehen mit zusätzlichen Holmen und gegebenenfalls mit Bo-

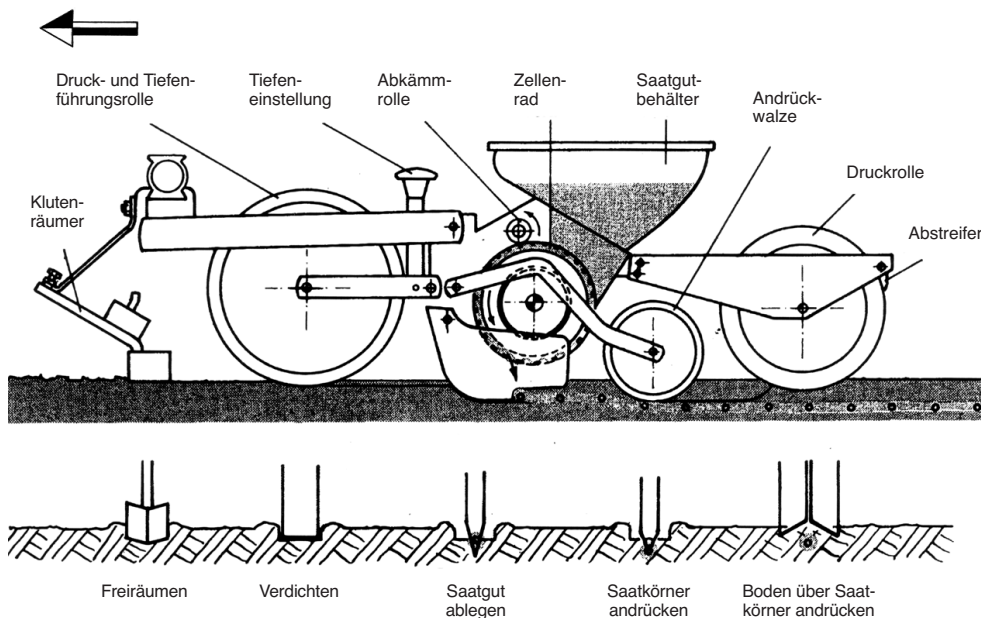


Abb. 1: Einzelkorn-säaggregat mit Zellenrad und Außenbefüllung

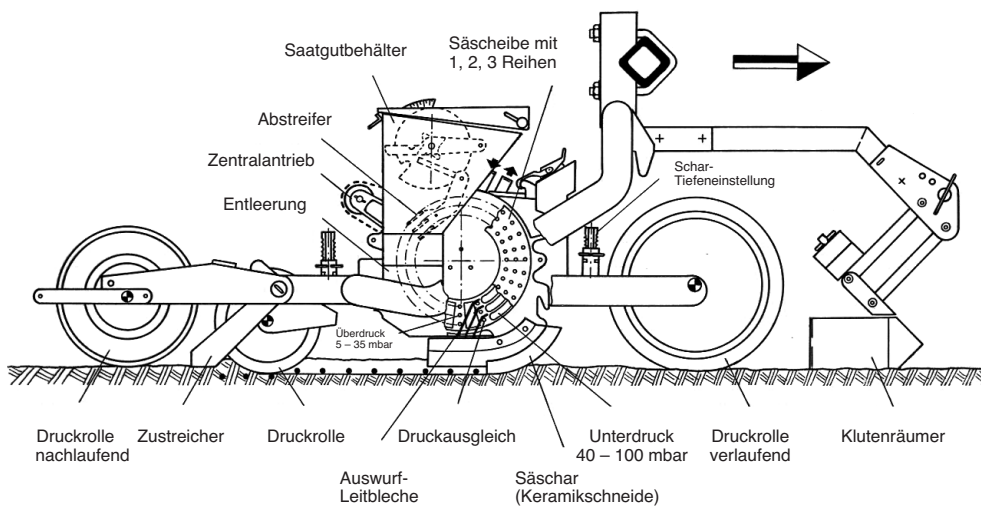


Abb. 2: Säaggregat mit pneumatischer Korn-einzelung durch Saug-luft und Lochscheibe

denrad (Antriebsrad), auch als einreihige, handgeschobene Säaggregate verwenden. Weiterhin werden spezielle geschobene Handsäaggregate angeboten.

Einzelkornsämaschinen aus dem landwirtschaftlichen Bereich, die für Rüben und Mais entwickelt wurden, können mit entsprechender Ausrüstung bedingt im Gemüsebereich verwendet werden. Voraussetzung bei den mechanisch arbeitenden Rüben-Einzelkornsämaschinen ist, dass das Gemüsesaatgut pilliert oder von Natur aus rundlich ist, z. B. Kohl oder Rettich. Die Säeinrichtung muß jedoch eine Zellen- oder Lochgröße aufweisen, die den Korngrößen im Gemüsebau angepasst ist, das heißt mechanische Einzelkornsägeräte sind kalibrierungsabhängig. Pneumatisch arbeitende Mais-Einzelkornsämaschinen lassen sich mit entsprechender Ausrüstung ebenfalls einsetzen; sie sind vorzüglich für größere oder in der Form unregelmäßige Körner, z. B. von Bohnen, Erbsen und Gurken, geeignet. Allerdings erfüllen die meisten landwirtschaftlichen Maschinen auch bei Verwendung spezieller Ausrüstung nicht alle Anforderungen des Gemüsebaus (vgl. Kapitel 4).

Anlenkung und Tiefenführung der Säaggregate

In den meisten Fällen sind die Säaggregate mittels eines Parallelogramms höhenbeweglich an der Werkzeugschiene befestigt. Dadurch werden Nickbewegungen in Fahrtrichtung vermieden sowie die Tiefenführung der Säschar und die Ablagegenauigkeit verbessert. Eine Hebelanlenkung als weitere Möglichkeit der Befestigung setzt für eine exakte Tiefenführung ein in sich sehr ebenes Saatbett voraus und kommt daher heute kaum noch zum Einsatz.

Zur weiteren Tiefenführung und Einstellung der Ablagetiefe besitzen die Säaggregate entweder ein vorlaufendes höhenverstellbares Rad (Stütz- und Andrückrad) oder eine Wippe mit einem vor- und einem nachlaufendem Rad (Tandem) als Stütz- und Andrückräder, wobei eines in der Höhe verstellbar ist. Diese Aus-

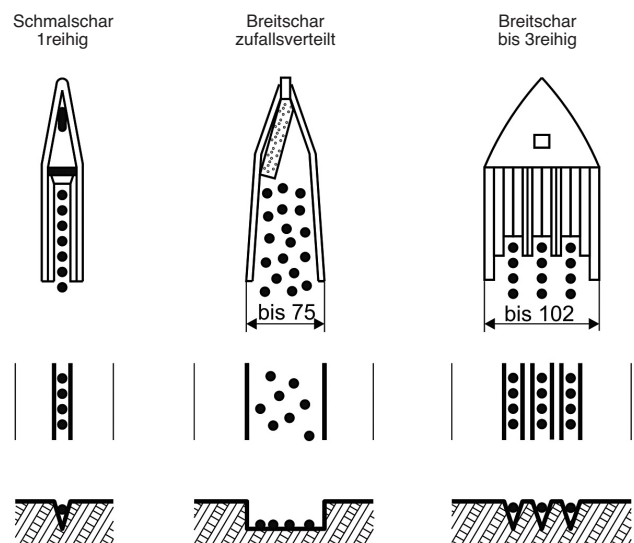


Abb. 3: Scharformen für die Gemüsesaatablage

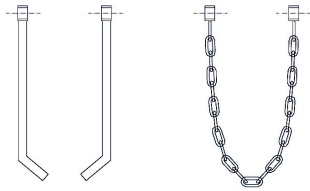


Abb. 4: Bauformen von Zustreichern

führung hat bei Wellen quer zur Särichtung Vorteile in der Tiefenführung. Die Lauffläche der Räder wird ohne und mit Walkgummi angeboten und richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens.

Arbeitsweise der Säeinrichtung

Einzelkornsämaschinen arbeiten entweder mit mechanischen oder pneumatischen Verfahren der Korneinzelung. Dafür werden folgende Einrichtungen verwendet:

- mechanisch:
 - Zellenrad oder Lochscheibe
 - Lochband, Zellenband, Bandkonus
 - Löffelrad oder Schöpfscheibe
- pneumatisch:
 - Saugluft an Loch- oder Zellscheiben
 - Druckluft an Lochtrommel mit konischen Zellen.

Mechanisch arbeitende Einzelkornsägeräte erfordern bei Zellenrad, Lochscheibe, Loch- oder Zellenband und Bandkonus eine gleichmäßig runde Form des Saatkornes und somit eine Kalibrierung des Saatgutes, beziehungsweise dessen Pillierung. Beim Löffelrad genügt in der Regel kalibriertes Saatgut, auch bei länglichen Kornformen. Eine Übereinstimmung von Korngröße und Zellen-, Loch-, Konus- oder Löffelgröße ist zwingend notwendig und durch Abdehprobe zu kontrollieren. Bei Bedarf muss die Einzelungseinrichtung ausgewechselt werden. Dies sollte einfach möglich sein. Mehrere Größen müssen zur Anpassung vorrätig sein. Beim Befüllvorgang läuft die jeweilige senkrecht oder waagrecht arbeitende Einzelungseinrichtung durch den Saatgutvorrat bzw. den Füllraum. Eine lange Füllstrecke ist von Vorteil.

Die Körner fallen durch Schwerkraft in die Zellen, Löcher oder den Konus. Abstreifereinrichtungen (z. B. Bürsten, Scherbleche) sollen Doppelbelegungen vermeiden. Über dem Säschar wird die Abdeckung der Einzelungseinrichtungen freigegeben, wodurch die Körner, meist durch einen Auswerfer unterstützt, im freien Fall in die Saattfurche gelangen. Schräg angeordnete Löffelräder und Schöpfscheiben laufen ebenfalls durch den Saatgutvorrat bzw. Füllraum, transportieren das Korn dann nach oben, wo es einem Fallschacht oder Kammerrad übergeben wird und dann in die Saattfurche gelangt. Die Ausföhrung mit Fallschacht vergrößert jedoch die Fallhöhe und damit die präzise Kornablage. Doppelbelegungen sollen durch die Lage und Größe der Löffel beziehungsweise Löcher vermieden werden.

Bei diesen mechanisch arbeitenden Einzelkornsämaschinen mit sogenannter Außenbefüllung darf die Umfangsgeschwindigkeit der Einzelungseinrichtung etwa 0,2 m/s nicht übersteigen, um die Funktion sicherzustellen. Ein Überschreiten führt zu einem starken Anstieg der Fehlbelegungen. Abb. 1 zeigt als Beispiel für mechanisch arbeitende Einzelkornsämaschinen das Säaggregat einer Zellenradmaschine.

Pneumatisch arbeitende Einzelkornsämaschinen sind weniger abhängig von Korngröße und Kornform, so dass sie sich im

Gemüsebau mehr und mehr durchsetzen. Eine Pillierung des Saatgutes ist in der Regel nicht nötig. Sie kann jedoch die Korneinzelung verbessern.

Fast ausschließlich wird dabei eine das Sägehäuse teilende senkrecht umlaufende Lochscheibe in Verbindung mit Saugluft sowie einstellbaren Abstreifern zur Regulierung der Korneinzelung verwendet (Abb. 2). Auf der einen Seite der leicht auswechselbaren Lochscheibe mit wahlweise unterschiedlicher Lochzahl (z. B. 20, 40, 60, 80, 120, 180) und unterschiedlichem Lochdurchmesser (z. B. 0,5, 0,7, 0,9, 1,2, 1,5, 2,0 mm) wird die Luft angesaugt, so dass auf der Rückseite die Körner im Füllraum durch den entstehenden Unterdruck (in der Regel 40 bis 70 mbar) an den Löchern hängenbleiben und mitgeführt werden. Um Brückenbildungen des Saatgutes im Füllraum zu verhindern, sind häufig angetriebene Rührreinrichtungen einsetzbar. Durch Abstreifer werden überzählige Körner an den Löchern entfernt. Über dem Säschar wird der anliegende Saugstrom unterbrochen und die vereinzelt Körner fallen im freien Fall in die vom Säschar geöffnete Furche. Unmittelbar danach werden die Löcher der Säscheibe zur Reinigung durch Druckluft (5 bis 40 mbar) freigeblasen. Statt einer Lochreihe sind zum Teil auch zwei, beim Fabrikat Stanhay Webb Singulare sogar drei Lochreihen an derselben Lochscheibe möglich, die in Verbindung mit entsprechenden Säscharen eine ein- oder mehrreihige Aussaat zulassen (Abb. 3).

Um die Funktionssicherheit zu gewährleisten, darf die Umfangsgeschwindigkeit der Korneinzelungseinrichtung etwa 0,3 m/s nicht übersteigen. Darüber können die Fehlbelegungen stark ansteigen.

Bei den mechanisch wie auch pneumatisch arbeitenden Einzelkornsämaschinen müssen für eine optimale Funktion die Zusammenhänge von Sollabstand, Zellen-, Loch- oder Löffelzahl der Einzelungseinrichtung und Fahrgeschwindigkeit beachtet werden. Je kleiner der Sollabstand, desto mehr Zellen, Löcher oder Löffel usw. sollte die Einzelungseinrichtung aufweisen. Das Getriebe zwischen Antrieb und Einzelungseinrichtung sollte die Einstellung von „Umfangsgeschwindigkeit gleich Fahrgeschwindigkeit“ ermöglichen (Ablage ohne Relativgeschwindigkeit), d. h. in der Praxis kann die Getriebeeinstellung für unterschiedlich große Sollabstände nur eingeschränkt genutzt werden, maximal bis zum 2,5fachen. Auch die Einzelungseinrichtung kann überfordert werden, denn je kleiner der Sollabstand und je höher die Fahrgeschwindigkeit ist, desto höher ist die Umfangsgeschwindigkeit der Einzelungseinrichtung und umgekehrt. Die Folge sind überhöhte Fehlbelegungen oder unpräzise Kornablage. Folgerichtig ist auch die Fallhöhe, d. h. der Abstand von Abgabepunkt bis Furchengrund, möglichst gering zu halten.

Kornablage- und Einbettungseinrichtungen

Bereits die zur Säaggregat-Tiefenführung vorlaufende Rolle übernimmt gleichzeitig das Anwalzen der Saatreihe, womit Kluten zerdrückt, das Aufsteigen von Kapillarwasser gefördert und die Bedingungen für das nachfolgende Säschar verbessert werden. Bekannt und je nach Maschine einsetzbar sind keilförmig schneidende Ein- und Mehrreihensäscharen, nasenförmige und Breitbandsäscharen. Die Verwendung ist außerdem von der Fruchtart abhängig. Mehrreihenscharen haben meist einen Säreihenabstand von 5 bzw. 7 cm. Die Breitbandscharen säen ähnlich breit (Abb. 3).

Zum Bedecken der abgelegten Saat und zum Andrücken, das auch in umgekehrter Reihenfolge üblich ist, werden Zustreicher (Abb. 4) und Druckrollen (Abb. 5) eingesetzt; beide in sehr verschiedenen Ausführungen, z. B. bügel- oder messerartige Zu-

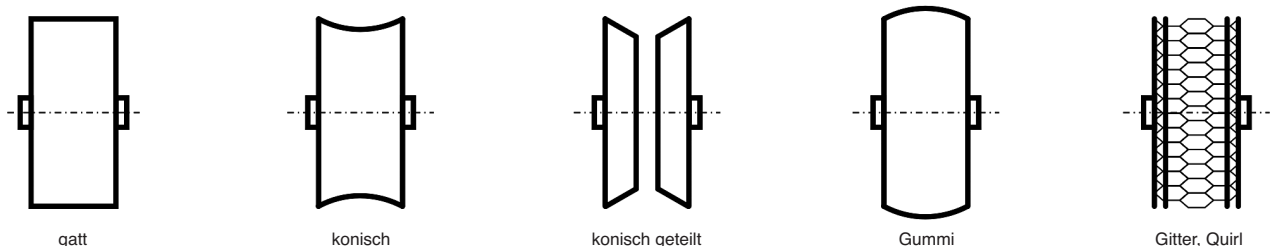


Abb. 5: Bauformen von Druckrollen

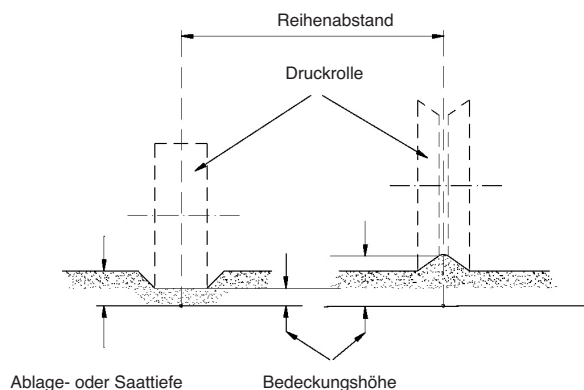


Abb. 6: Begriffe der Saatgutablage von Einzelkornsämaschinen

streicher und schmale, breite, ein- und zweiteilige glatte oder perforierte Druckrollen. Der Einsatz von nachlaufenden Einbettungswerkzeugen soll den kapillaren Wasserschluss herstellen, verbessert den Feldaufgang und verkürzt die Zeit bis zum Feldaufgang (bis zu 10 %). Die Einbettungswerkzeuge sind häufig auswechselbar. Welche im Einzelfall richtig sind, hängt u. a. von Bodenart und -zustand ab. Abb. 6 verdeutlicht wichtige Begriffe zur Saatgutablage.

4 Anforderungen an Gemüse-Einzelkornsämaschinen

Die speziellen Anforderungen an Einzelkornsämaschinen für den Gemüsebau sind unter anderen folgende:

Generell:

- sicherer, wegababhängiger Antrieb (einzeln, zentral vom Laufrad, Wegzapfwelle),
- weite Verstellmöglichkeit der Kornabstände (Getriebe, Zellen-/Lochzahl der Einzelungseinrichtung),
- schmale Bauweise der Säaggregate einschließlich Saatgutbehälter (die Breite des Säaggregates bestimmt den minimalen Reihenabstand bei einreihiger Saat),
- geringe Mindestmenge für normale Funktion,
- einfacher Wechsel der Einzelungseinrichtung (z. B. Zellenrad, Lochscheibe),
- sichere Funktion der Einzelungseinrichtung bei nichtpillierten Feinsämereien,
- exakte und stufenlos einstellbare Ablagetiefe (Parallelogramm, Tandem),
- ausreichendes Gewicht der Säaggregate oder Belastungsmöglichkeit über Federdruck bzw. Massestücke,
- vielseitige, auswechselbare Einbettungswerkzeuge (Klutenräumer, Sätschar, Druckrolle(n), Zustreicher),
- hohe Gleichmäßigkeit der Abstände von Korn zu Korn in der Reihe (Längsverteilung),

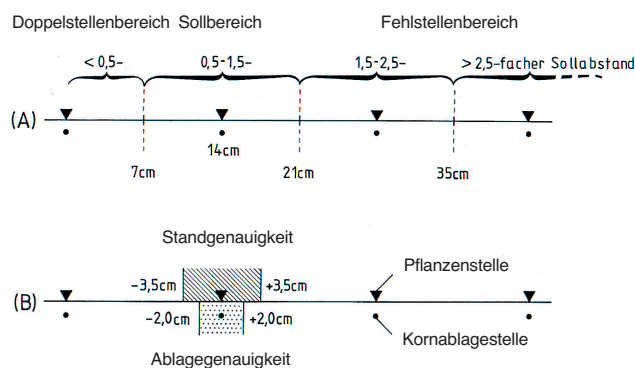


Abb. 7: Begriffe zur Korn- und Pflanzenverteilung von Einzelkornsämaschinen

Tab. 2: Richtpreise pro Reihe (ohne MwSt.)

Maschinenausführung	Arbeitsweise	Preisspanne € pro Reihe
einreihig (handgeschoben)	mechanisch	500 – 1 300
sechstreihig (Anbaumaschine)	mechanisch	900 – 2 000
sechstreihig (Anbaumaschine, Einreihensaat)	pneumatisch	1 300 – 2 000
sechstreihig (Anbaumaschine, Mehrreihensaat)	pneumatisch	1 700 – 3 400

- optionale Einrichtung für Granulat- bzw. Düngerausbringung in der Reihe.

Mechanische Maschinen:

- exakt arbeitender Abstreifer (Rolle für pilliertes Saatgut weniger geeignet),
- lange Füllstrecke über Zellenrad, Lochscheibe, Lochband,
- exakt arbeitender Auswerfer zur Vermeidung von Saatgutbeschädigungen,
- einfache Entleerung der Restmenge im Saatgutbehälter.

Pneumatische Maschinen:

- niedriges Gebläsegeräusch (möglichst unter 85 dB(A)),
- leicht einstellbarer Unter- und Überdruck sowie gut ablesbare Manometer,
- ausreichende Anschlüsse der Unter- und Überdruckschläuche an den Luftverteileinrichtungen (Wechsel der Reihenabstände),
- leicht handhabbare Restmengenabsaugeinrichtung.

Anhand der genannten Punkte kann die Eignung der verschiedenen Maschinen weitgehend beurteilt werden. Besondere Anforderungen haben Folien-Einzelkornsämaschinen zu erfüllen, die eine direkte Aussaat in Folie und organischen Mulch gestatten. Sie werden hier nicht näher behandelt.

5 Maschinenauswahl und -bewertung

Einzelkornsämaschinen für Gemüse sollen die jeweiligen speziellen Anforderungen erfüllen, die in Kapitel 4 genannt wurden. Außerdem sind bei der Auswahl folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- erforderliche Gleichmäßigkeit der Kornabstände,
- geeignete Saatguteinbettung,
- gewünschte Flächenleistung,
- vielseitige Verwendbarkeit,
- einfache Handhabung,
- gute Haltbarkeit und geringer Verschleiß,
- geringer Kapitalbedarf.

Die erforderliche *Gleichmäßigkeit* der Korn- und damit Pflanzenabstände in der Reihe richtet sich nach der Kultur. Bei Aussaaten, die nicht mehr vereinzelt werden, muss sie um so größer sein, je mehr die Qualität des Erntegutes durch ungleiche Standräume beeinträchtigt wird, z. B. bei Radies. Bei Kulturen, die vereinzelt werden, z. B. Salat, muss sie um so größer sein, je dünner gesät werden soll. Bei Blocksäaten, z. B. Kohl, genügt es, wenn in jedem Block von üblicherweise drei Sollstellen wenigstens an einer Stelle eine einzelne Pflanze steht.

Ein absoluter Gleichstand ist für den vereinzlungslosen Anbau unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit mit den üblichen Einzelkornsämaschinen nicht möglich. Sie haben alle mehr oder weniger große Abweichungen von dem an der Maschine eingestelltem Abstand, dem sogenannten Sollabstand. Diese verursa-

Tab. 3: Einzelkornsämaschinen für Gemüse für den Traktoranbau für größere Reihenabstände

Hersteller, Vertrieb	Typ	Arbeits- weise	Sollabstand von/bis (cm)	Umstellg. durch	Reihen- abstand minimal (cm)	Reihen- zahl bis	Saat- tiefe bis (cm)	Fall- höhe Korn (mm)	Säein- richtung ø (mm)	Antrieb	Arbeits- geschw. (km/h)	Behälter inhalt (l)	Entlee- rung	Gewicht eines Säag- gregates (kg)
Agricola Italiana (I), W.-R. Mantey, Stederdorf	SN 1 130	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 100	Loch- scheibe	14	27	5	50	225	zentral	5 – 8	2,0	Absaug- ein- richtung	38
Gaspardo (I) Maschino Deutsch- land GmbH, Thalmässing	V 12	Loch- scheibe- pneu- matisch	0,9 – 28	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	12	24	3	110	180	zentral	1,5 – 5,5	2,5	Absaug- ein- richtung	29
	V 20	Loch- scheibe pneu- matisch	0,9 – 28	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	20	24	3	110	180	zentral	1,5 – 5,5	2,5	Absaug- ein- richtung	44
Kuhn-Nodet (F), Kuhn Maschinen- vertrieb GmbH, Schoppsdorf	MG 200	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 42	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	25	18	2,5	30	220	zentral	4 – 6	6	Absaug- ein- richtung	36
Kverneland- Accord, Soest	Miniair S	Loch- scheibe pneu- matisch	2 – 12,1	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	13	32	4	25 – 35	190	zentral	1,5 – 4	0,5	Schnell- entlee- rungs- klappe	35
Monosem, Essenbach	MS Version A	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 54	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	20	18	5	130	220	zentral	1,5 – 5,5	1,9	Absaug- ein- richtung	62
	MS Version B	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 54	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	14	18	5	130	220	zentral	1,5 – 5,5	1,9	Absaug- ein- richtung	62
Överum (S), K. Becker GmbH & Co. KG, Oberweser	Nibex 500	Löffel- räder/ Zellen- räder mecha- nisch	2 – 12	Getriebe	22	23	3	210/75	160/180	zentral	2,5 – 3,5	6	Deckel entfernen	27
B. Ruthenberg, Gütersloh	Singulair 780	Loch- scheibe pneu- matisch	0,5 – 90	Getriebe	15	6	5	100	230	zentral	bis 8	1	Klappe	40
	Singulair 785	Loch- scheibe pneu- matisch	0,5 – 90	Getriebe	20	15	5	100	230	zentral	bis 8	2	Klappe	45
Schmotzer, Bad Windsheim	DU 2000	Loch- scheibe mecha- nisch	1 – 30	Getriebe	25	24	10	10 – 60	165	zentral	3 – 8	15	Behälter ab- nehmen	37,5
Sembdner, München- Neuaubing	EKS	Zellen- rad me- chanisch	1,5 – 90	Getriebe- und Zellen- räder- wechsel	17	6	5	35	160	einzel	bis 3	3,6	Klappe	15,7
Sfoggia (I), R. Härtl, Rotthalmünster	Delta Ein- zelreihe	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 28	Getriebe- und Loch- scheiben- wechsel	17	24	6	40	180	zentral	bis 4	2,9	Absaug- ein- richtung	50
Stanhay Webb (GB)	Stanhay 870	Loch- band me- chanisch	1 – 50	Getriebe	20	12	5	30	–	zentral	bis 6	4	Klappe	40

Tab. 4: Einzelkornsämaschinen für Gemüse für den Traktoranbau für kleinere Reihenabstände

Hersteller, Vertrieb	Typ	Arbeits- weise	Sollabstand von/bis (cm)	Reihen- abstand Umstellg. durch (cm)	Reihen- abstand minimal (cm)	Reihen- zahl bis	Saat- tiefe bis (cm)	Fall- höhe Korn (mm)	Säein- richtung ø (mm)	Antrieb	Arbeits- geschw. (km/h)	Behälter inhalt (l)	Entlee- rung	Gewicht eines Säag- gregates (kg)
Agricola Italiana (I), W.-R. Mantey, Stederdorf	SN 2 130 (Doppelsächar)	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 100	Getriebe- und Loch- scheiben- wechsel	17/7	27	5	50	225	zentral	5–8	2,0	Absaug- ein- richtung	45
	SN 2 260 (Doppel- reihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 100	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	26/7 – 12	27	5	50	225	zentral	5 – 8	2,0	Absaug- ein- richtung	55
	SN 2 290 (Doppel- reihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 100	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	30/0 – 9	27	5	50	225	zentral	5 – 8	2,0	Absaug- ein- richtung	65
Gaspardo (I) Maschino Deutsch- land GmbH, Thalmässing	V 5/2	Loch- scheibe- pneu- matisch	0,9 – 28	Getriebe	5	12	2	100	180	zentral	1,5 – 5,5	1	Absaug- ein- richtung	64
	V 5/3 TRIS	Loch- scheibe pneu- matisch	0,9 – 28	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	5	12	2	100	180	zentral	1,5 – 5,5	1	Absaug- ein- richtung	68
Kverneland- Accord, Soest	Miniai S Doppel- säreihe	Loch- scheibe pneu- matisch	2 – 12,1	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	4	12	4	25 – 35	190	zentral	1,5 – 4	0,5	Schnell- entlee- rungs- klappe	70
Monosem, Essenbach	MS Version C Doppel- reihe	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 54	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	5	12	5	130	220	zentral	1,5 – 5,5	1,9	Absaug- ein- richtung	62
Sembdner, München- Neuaubing	EKS	Zellen- rad me- chanisch	3 – 90	Zellen- rad wechsel	7	8	5	35	160	einzel	bis 3	0,8	Gerät ab- nehmen und kippen	8,4
B. Ruthenberg, Gütersloh	Singular 785 (Mehr- fachreihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	0,5 – 90	Getriebe	20/7,5	15	5	100	230	zentral	bis 8	2	Klappe	45
Sfoggia (I), R. Härtl, Rotthalmünster	Delta Tandem (Dop- pelreihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 28	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	26/6–12	24	6	40	180	zentral	bis 4	7	Absaug- ein- richtung	60
	Delta (Drei- fachreihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	1 – 28	Getriebe und Loch- scheiben- wechsel	6	24	6	40	180	zentral	bis 4	7	Absaug- ein- richtung	50
Stanhay Webb (GB)	Singular 780 (Mehr- fachreihe)	Loch- scheibe pneu- matisch	0,5 – 90	Getriebe	15/5	6	5	100	230	zentral	bis 8	1	Klappe	40

chen unter anderem die Einsatzbedingungen, z. B. der Schlupf des Antriebsrades, so dass der tatsächliche Abstand von Korn zu Korn (und damit von Pflanze zu Pflanze), der sogenannte Istabstand, größer (mehr Schlupf) oder kleiner (weniger Schlupf) ist. Außerdem sind die Abweichungen durch die Technik selbst bedingt: Ungenauigkeiten der Ablageorgane, Relativgeschwindigkeit zwischen Umfangsgeschwindigkeit der Einzelungseinrichtung und Fahrgeschwindigkeit.

Deshalb ist vorab zu klären, welche Abweichungen vom Istab-

stand man zulassen will. Sie wird für die Reihensaat zweckmäßig in Vielfachen oder Teilen des Istabstandes angegeben (Abb. 7A). Bei üblichen Anforderungen an die Gleichmäßigkeit wird man unter Berücksichtigung einer begrenzten Keimfähigkeit des Saatgutes und einer eventuell erforderlichen Vereinzlung der aufgelaufenen Pflanzen alle Abstände zwischen dem 0,5- und 1,5fachen des Istabstandes als noch brauchbar bezeichnen. Einzelkornsämaschinen bringen 60 bis 90 % der Körner in diesem Bereich aus. Damit liegen die übrigen Abstände bis zum 0,5fachen Istabstand (Doppelstellen) und über dem

1,5fachen Istabstand (Fehlstellen) noch zwischen 10 und 40 %. Die Doppel- und Fehlstellen sind vorwiegend geräte- und saatgutformbedingt (Qualität der möglichen Korneinzelung); die Fehlstellen zudem abhängig von der Saatgutqualität (Keimfähigkeit und Triebkraft) und der Witterung unmittelbar nach der Saat.

Eine weitere eingrenzende Bewertung innerhalb des sogenannten Sollstellenbereiches stellt die Ablagegenauigkeit der Körner (wird im Labor ermittelt) und die Standgenauigkeit der Pflanzen (wird auf dem Feld nach dem Auflaufen der Pflanzen ermittelt) dar. Diese Bewertung ist wünschenswert und kann bei größeren Istabständen im Gemüsebau jeweils nach zwei Kriterien beurteilt werden, die konvertierbar sind, sofern die Ablage einer Normalverteilung (Gaußverteilung) folgt:

1. durch Bestimmung des prozentualen Anteils exakt abgelegter Körner bzw. exakt stehender Pflanzen innerhalb eines definierten Bereichs (vgl. Abb. 7B) – je höher der jeweilige Anteil ist, um so besser – oder
2. durch die Ermittlung der Streuung um den Istabstand nach der Wahrscheinlichkeitsfunktion, ausgedrückt in Standardabweichung (mm) – je niedriger dieser Wert ist, um so besser.

Da jedoch im Gemüsebau auch sehr kleine Istabstände üblich sind, ist die Bewertung nach der Ablage- und Standgenauigkeit sowie der Standardabweichung nicht immer sinnvoll und die Bewertung einer Bandsaat nicht möglich. Für diese Fälle bietet sich die zahlenmäßige Ermittlung von Körnern/Pflanzen in jeweils 5-cm-Abschnitten an, die klassiert und statistisch verrechnet werden (Variationskoeffizient). Allerdings kann dabei über die Verteilung der Körner/Pflanzen innerhalb der Abschnittslängen keine Aussage gemacht werden. Je kleiner der Variationskoeffizient (%) ist, desto geringer sind die Abweichungen vom Mittelwert, d. h. desto geringer ist der Anteil von Körner-/Pflanzenhäufungen einerseits und von Fehlstellen andererseits.

Die Ablage der Körner wird bei der Prüfung der Maschinen mit einem Leimstreifen, in der Sandrinne oder mit einer Lichtschranke ermittelt. In der Praxis kann man die Maschine mit Arbeitsgeschwindigkeit über eine Latte fahren, die mit Tapetenkleister oder Fett bestrichen ist, damit die Körner beim Auftreffen nicht verrollen. Anhand der abgelegten Körner lässt sich dann annähernd die Gleichmäßigkeit der Saat abschätzen, wobei für den Aussaaterfolg noch die Keimfähigkeit des Saatgutes und sein Feldaufgang berücksichtigt werden müssen. Letzterer kann von der eigentlichen Verteilung durch die Maschine noch erheblich abweichen durch Qualitätsmängel des Saatgutes, Verrollen der Körner in der Säfurche, ungünstige Tiefenablage, Erschütterungen der Maschine (rauhes Feld, Abstützung), Witterungseinflüsse und Vogelfraß.

Umfangreiche Ergebnisse über Gemüse-Einzelkornsämaschinen werden bei den freiwilligen neutralen DLG-Prüfungen ermittelt und in Prüfberichten veröffentlicht. Sie können beim Kauf einer Maschine mit herangezogen werden. Die Prüfberichte können im Internet (www.dlg.org) eingesehen oder bei der DLG angefordert werden (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt, Tel. (069) 2 07 88-6 27, Fax. (069) 2 07 88-6 90).

Die geeignete *Saatguteinbettung* muss vor allem den Bodenabschluss (Bodenwasser) gewährleisten (vgl. Kapitel 3, 4 und 6).

Die richtige *Tiefenablage* bzw. *Bedeckungshöhe* des Saatgutes, die auf den Erfolg einer Einzelkornsäat, besonders bei pilliertem Saatgut, wesentlichen Einfluss hat, ist auf dem Feld durch Entfernen der Deckschicht zu kontrollieren. Bei schwer zu findendem Saatgut empfiehlt sich die Beimischung von Kreidepulver. Insbesondere bei Saatgut geringer Keimfähigkeit kann die Bedeckungshöhe den Feldaufgang maßgeblich beeinflussen.

Die *Flächenleistung* ergibt sich aus der Arbeitsbreite (Anzahl der Säaggregate) und der zulässigen Fahrgeschwindigkeit. Letztere ist um so niedriger, je kleiner der Durchmesser und die Zahl der Zellen, Löcher usw. der Korneinzelungseinrichtung sowie der Sollabstand sind. In der Regel liegt die mögliche Fahrgeschwindigkeit zwischen 1,5 und 5 km/h.

Eine vielseitige *Verwendbarkeit* der Einzelkornsämaschine ist dann gegeben, wenn für die unterschiedlichen Gemüsesamen entsprechende Zellenräder bzw. andere Korneinzelungseinrichtungen angeboten werden. Dies trifft auch auf andere Einrichtungen, z. B. die Säschar, zu. Bandsaat von Möhren beispielsweise erzielt man mit einem Breitschar, Engreihensaat mit Mehrreihenscharen.

Für eine einfache *Handhabung* sind vor allem der Zeitaufwand für das Umstellen auf eine andere Saatgutart, das Verändern des Reihenabstandes, das Entleeren des Saatgutbehälters sowie die Zuverlässigkeit der Tiefeneinstellung maßgebend. Zur richtigen Handhabung der Maschine ist eine ausführliche und verständliche Betriebsanleitung unerlässlich.

Auf eine gute *Haltbarkeit* ist zu achten. An stark beanspruchten Teilen ist Verschleiß unvermeidlich. Dabei sollten nur Originalersatzteile verwendet werden.

Beim *Kapitalbedarf* ist nicht nur der Preis des Einzelaggregates, sondern auch der des Anbaurahmens für die entsprechende Reihenzahl und der für die Korneinzelungseinrichtungen (Zellenräder, Lochscheiben, usw.) zu berücksichtigen. Die Anzahl der benötigten Korneinzelungseinrichtungen kann für die gleiche Zahl verschiedener Saatgutarten bei den einzelnen Fabrikaten unterschiedlich sein. Auch ihr Preis ist sehr verschieden und erhöht den Gesamtkapitalbedarf. Richtpreise sind der Tab. 2 zu entnehmen.

Die Typentabellen 3 und 4 beruhen auf Angaben der Hersteller bzw. Vertriebsfirmen.

6 Saatbettvorbereitung

Für eine erfolgreiche Einzelkornsäat von Gemüse und einen hohen Feldaufgang ist die sachgerechte Saatbettvorbereitung Voraussetzung. Die Saatbettvorbereitung wird mit einer üblichen Saatbettkombination, bestehend aus Starregge mit nachlaufender Wälzgege, durchgeführt. Bewährt hat sich für Aussaaten auf mittleren Böden eine Gänsefußgege mit nachlaufenden Schrägstabwälzgegen. Diese Geräte sollen eine leichte Verdichtung des Unterbodens (kapillarer Wasseranschluss) und eine lockere Deckschicht bis zur Sätiefe bewirken. Für einen entsprechenden Erfolg ist eine Arbeitsgeschwindigkeit von wenigstens 7 km/h erforderlich. Zapfwellengetriebene Geräte mit definierter Bearbeitungstiefe in Kombination mit Nachlaufgeräten (Wälzgegen) ermöglichen dabei in der Regel eine bessere Anpassung an Bodenart und Bodenzustand.

Ersetzt das KTBL-Arbeitsblatt 0645 von 1998