

Pflanzmaschinen und Pflanzgeräte für Gemüse

– Bauarten und Typentabellen

1. Einleitung

Gegenüber der Aussaat bringt die Pflanzung im Freiland, aber auch im Gewächshaus, für bestimmte Gemüsearten eine Vielzahl von Vorteilen mit sich:

- Frühere Etablierung der Pflanzen im Vergleich zur Saat
- Verkürzte Kulturzeit
- Mehrfachbelegung der gleichen Fläche wird möglich
- Pflege- und Pflanzenschutzmittelaufwand wird reduziert
- Ausdehnung des Angebotszeitraums
- Terminierung des Angebots/Staffelung des Anbaus
- Gleichmäßigere und sicherere Entwicklung des Bestandes

Die Entscheidung darüber, ob eine Gemüsekultur gepflanzt oder gesät werden soll, hängt von mehreren Faktoren ab. Entscheidend ist zunächst, ob die angebauten Kulturpflanzen überhaupt gesät werden können. Viele Gemüsepflanzen müssen durch Pflanzung angebaut werden, da eine Saat aus verschiedenen Gründen (hohe Keimtemperatur, lange Vegetationszeit usw.) nicht möglich ist. Typische „Pflanzkulturen“ sind z.B. Salat, Blumenkohl, Brokkoli, Porree und Sellerie.

Daneben ist entscheidend, ob der Mehraufwand gegenüber der Aussaat überhaupt einen Nutzen bringt.

Die unterschiedliche Morphologie der verschiedenen Pflanzenarten stellt unterschiedliche Anforderungen an die Pflanzung. Während für bestimmte Kulturen, wie z.B. Spargel, Spezialmaschinen benötigt werden, können die meisten Gemüsekulturen mit gängigen „Universal“-Pflanzmaschinen gepflanzt werden. Unterschiede bestehen meist in Reihenweite und Einzelpflanzenabstand der Kulturen, wodurch letztendlich auch die Bestandesdichte unterschiedlich ausfällt. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 genannten Richtwerten, hängen die Abstände auch von klimatischen Bedingungen, Produktionsziel, verfügbarer Technik im Betrieb (abhängig vom Kulturspektrum) usw. ab, sind also oftmals betriebsindividuell.

2. Anforderungen an das Pflanzbett

Dem eigentlichen Pflanzvorgang sollte immer eine sorgfältige Bodenbearbeitung vorausgehen, da nur so eine einwandfreie und störungsfreie Pflanzung der Jungpflanzen erreicht werden kann. Diese Bodenbearbeitung kann in Primär- (Grundbodenbearbeitung) und Sekundärbodenbearbeitung (Saatbettbereitung) untergliedert werden. Für die Grundbodenbearbeitung ist der Einsatz von wendenden Bodenbearbeitungsgeräten (Pflug) zu empfehlen, da damit Pflanzenreste und

Tabelle 1: Pflanzen- und Reihenabstände für die Pflanzung einzelner Gemüsearten

Pflanzenart	Reihenabstand [cm]	Pflanzenabstand [cm]	Bestandesdichte Pflanzen/[ha]
Kohl	40–70	30–60	25 000–60 000
Knollensellerie	30	25	60 000
Bleichsellerie	40–50	20–25	80 000–125 000
Kopfsalat	25–30	25–30	100 000–120 000
Eissalat	30–50	30–40	67 000–100 000
Endivien	30–40	30–40	80 000–110 000
Mangold	40	30–40	80 000–160 000
Porree	30–75	10–15	150 000–230 000
Paprika	40–50	30–60	50 000–120 000
Kohlrabi	30–40	20–25	80 000–120 000

Wonneberger et al., (2004)

andere organische Substanz „vergraben“ werden und ein Verstopfen des Pflanzschars effektiv verhindert werden kann.

Die Sekundärbodenbearbeitung sollte mit rotierenden Geräten (Kreiselegge, Fräse) erfolgen. Diese zerkleinern Bodenaggregate und verbleibende organische Substanz derart, dass die Pflanzung störungsfrei und exakt ablaufen kann. Die Intensität der Zerkleinerung ist von der Größe des Pflanzguts abhängig. Als Faustregel gilt: Je kleiner die Pflanze, desto feiner das Saatbett. Je nach angebauter Kulturart und den betriebsspezifischen Erfordernissen kann ein Damm- oder Beetanbau für die zu pflanzende Kultur erforderlich sein. Zusätzlich zur eigentlichen Sekundärbodenbearbeitung ist dann bei diesen Verfahren der Einsatz von speziellen Beet- oder Dammformern notwendig.

3. Anforderungen an die Fahrzeugtechnik

Da die meisten Pflanzmaschinen an Trägerfahrzeuge (Ackerschlepper) angebaut (und teilweise von diesen angetrieben) werden, ergeben sich auch an diese Fahrzeuge spezifische Anforderungen:

- Getriebe mit Superkriechgängen, die Geschwindigkeiten <1 km/h ermöglichen
- Ausreichend hohe Tragfähigkeit der Hinterachse und der Reifen
- Ausreichend hohe Hubkraft des Heckkrafthebers
- Ausreichende Frontballastierung
- Geringe Reifenbreite
- Möglichkeit zur Spurverstellung
- Gute Rundumsicht
- Gegebenenfalls Stauraum für Kisten, Wassertanks oder Sonstiges
- Ausrüstung mit Lenkautomat oder Parallelfahrhilfe

Die ersten vier Punkte dieser Auflistung sind „Pflicht-Kriterien“ für Trägerfahrzeuge beim Betreiben von Pflanzmaschinen und müssen unabhängig von der Art der eingesetzten Maschine vorhanden sein. Alle weiteren Punkte sind „optionale Kriterien“ und ergeben sich aus spezifischen Anforderungen an die Pflanztechnik sowie die anzubauenden Kulturen.

4. Geräteauswahl

Die Anforderungen verschiedener Pflanzenarten und deren Bestandsetablierung sind sehr unterschiedlich. Bei der Anschaffung einer Pflanzmaschine sollte dies entsprechend berücksichtigt werden: Ist der Einsatz einer solchen Pflanzmaschine für mehrere Kulturen geplant, sollte auf eine möglichst hohe Flexibilität geachtet werden. Dies betrifft vor allem die Möglichkeit zur Veränderung von Reihen- und Einzelpflanzenabstand.

Neben diesen pflanzenspezifischen Anforderungen spielt auch das Anzuchtverfahren eine entscheidende Rolle. Folgende Pflanzgutarten werden unterschieden (Abbildung 1):

- Nacktpflanzgut (Wurzeln ohne jeglichen Erdanhang) und
- Ballenpflanzgut (Wurzeln sind mit Anzuchtsubstrat umgeben).

Bei Ballenpflanzgut wird unterschieden nach in Erdpresstöpfen oder in Anzuchtplatten kultivierten Jungpflanzen. Erdpresstöpfe stehen je nach Entwicklungszustand entweder lose oder am Boden verwurzelt zur Verfügung, worauf der Vereinzelungsmechanismus der Pflanzmaschine abgestimmt sein muss. Die Jungpflanzen in sogenannten Zapfencontainern (Speedies) werden in Formplatten aus Kunststoff angezogen. Bei dieser Variante wird freihängend kultiviert, um ein gegenseitiges Verwurzeln der einzelnen Wurzelballen zu vermeiden. Je nach Verfahren haben die Ballen unterschiedliche Form. Das Substrat kann vorverdichtet bzw. locker in die Vertiefungen eingefüllt sein. Die Stabilität der Ballen wird durch das Wurzelgeflecht erzielt.

Je nach Art des verwendeten Pflanzguts ergeben sich darüber hinaus spezifische Anforderungen an die Versorgung der Pflanzen mit Wasser. Nacktpflanzgut wird direkt mit den Wurzeln in den Boden eingebracht, wodurch sich ein direkter Bodenwasseranschluss ergibt. Der Nachteil ist, dass die Wurzeln beschädigt werden können und sich dadurch eine Wachstumsverzögerung ergibt. Ballenpflanzgut hingegen hat zunächst keinen direkten Wurzelkontakt zum Boden. Der Bodenkontakt wird erst dadurch hergestellt, dass die Pflanzenwurzeln aus dem Ballen heraus in den Boden wachsen. Dadurch können sich anfangs

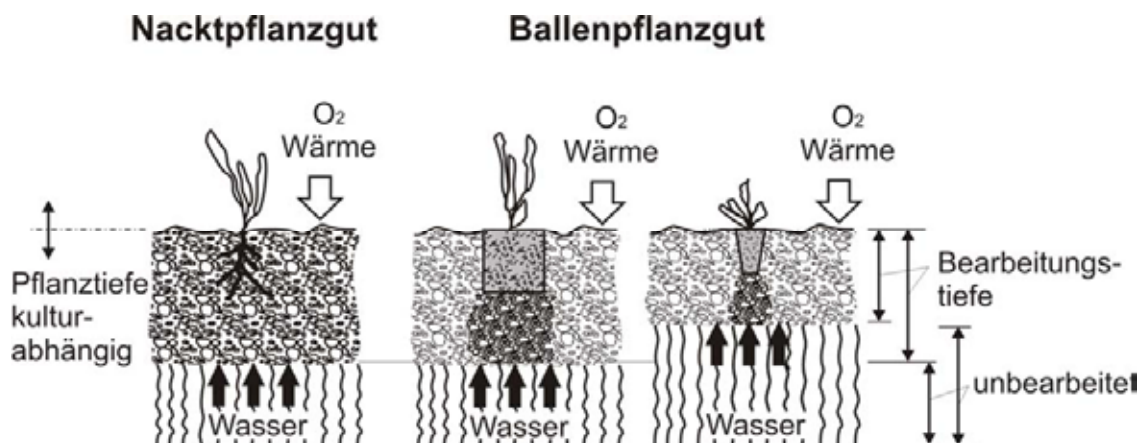


Abbildung 1: Verschiedener Pflanzgutformen und deren Einfluss auf die Wasserversorgung der Pflanzen

Tabelle 2: Formen und Abmessungen von Ballenpflanzgut

Form des Ballens	Abmessungen [cm]			Volumen cm ³
	Breite	Höhe	Durchmesser	
Würfel (Erdpresstopf) 	3	3	-	27
	4	4		64
	5	5		125
	6	6		216
Pyramide (Zapfencontainer, Quickpot) 	3-4	4-6		12-32
Kegelstumpf (Zapfencontainer, Speedies) 	-	3-5	2-3	8-25
Zylinder (Seedling und Superseedling) 	-	4-6	2-3	13-42

Geyer et al., (1998)

Probleme in der Wasserversorgung der Pflanze ergeben, die im ungünstigsten Fall zum Vertrocknen der Jungpflanze im Ballen führen können. Daher ist auf sorgfältiges Rückverfestigen (und damit Anschluss an das Kapillarsystem des Bodens) und ggf. zusätzliche Bewässerung (z. B. durch eine Angießeinrichtung) zu achten.

Aufgrund der spezifischen Beschaffenheit (Volumen, Form und Festigkeit) des verwendeten Pflanzguts ist nicht jede Pflanzmaschine für jedes „Ballenformat“ geeignet. In Abhängigkeit vom eingesetzten Pflanzgut kann deshalb auch hier eine gewisse Flexibilität der Maschine notwendig sein. In Deutschland sind vor allem Erdpresstöpfе und pyramidenförmige Ballen (Speedies) sowie Nacktpflanzgut im Einsatz. Bei Letzterem ist der Pflanzaufwand höher als bei Ballenpflanzgut; bietet dafür aber deutliche Preisvorteile. Die Entscheidung für eine bestimmte Art des Pflanzguts ist daher von den spezifischen Kosten für die Pflanzung selbst abhängig. Einen systematischen Überblick über die verschiedenen Pflanzgutformen gibt Tabelle 2.

Wichtig für die Bewertung von Pflanzmaschinen sind die Flächenleistung und der Mechanisierungsgrad. Die Flächenleistung des Geräts wird durch die Reihenanzahl und die Pflanzleistung (angegeben in Pflanzen pro Stunde) bestimmt. Da die Reihen- und Pflanzenabstände kultur- und/oder betriebsspezifisch gewählt werden können, kann die Flächenleistung je nach Kultur und Anbausystem variieren. Mit zunehmendem Mechanisierungsgrad steigt auch die Flächenleistung.

Der Pflanzvorgang kann in mehrere Phasen untergliedert werden, die bei den verschiedenen Systemen unterschiedlich stark mechanisiert sind. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die einzelnen Prozessstufen der Pflanzung. Die am Markt verfügbaren Maschinen können grob in manuelle, halbautomatische und vollautomatische Systeme untergliedert werden:

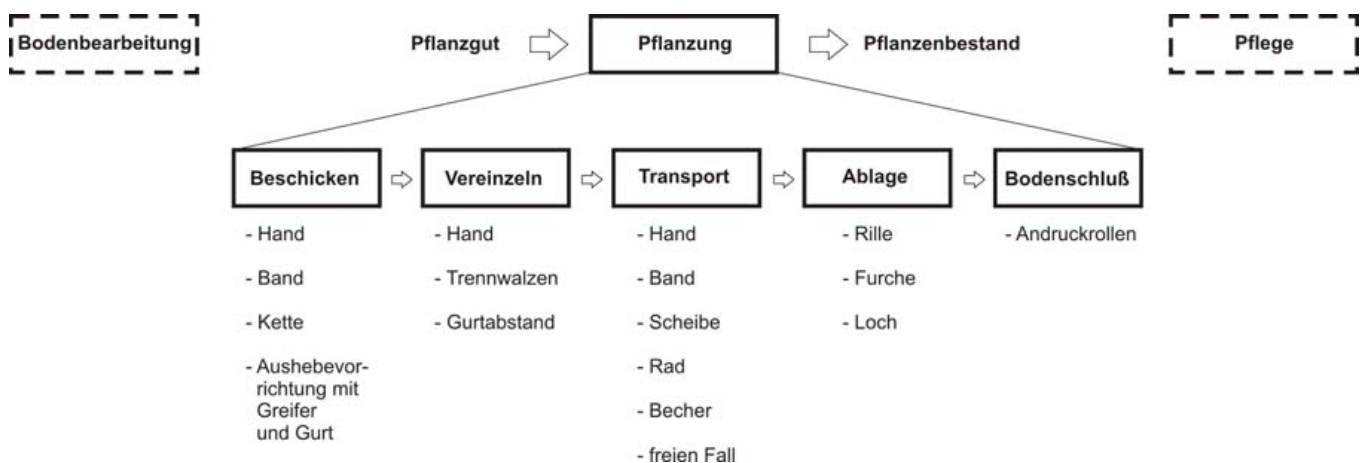


Abbildung 2: Prozessstufen des Pflanzvorgangs

Manuelle Systeme: Die Pflanzen werden von Hand auf bzw. in das Pflanzorgan, gebracht oder in ein vorgestanztes Loch gelegt. Pro Reihe ist eine Arbeitskraft erforderlich. Die Verwendung von Nacktpflanzgut ist ausschließlich diesen Systemen vorbehalten!

Halbautomatische Systeme: Die Pflanzen werden durch Zuführeinrichtungen automatisch an die Pflanzorgane übergeben. Die Arbeitskräfte sorgen lediglich für eine Beschickung dieser Zuführeinrichtungen aus den Vorratsbehältern. Pro Reihe sind meist eine halbe bis eine ganze Arbeitskraft ausreichend.

Automatische Systeme: Die Entnahme, Bevorratung der Zuführorgane und Pflanzung sind in diesem System komplett mechanisiert. Diese Systeme sind mit Einrichtungen zum Fehlstellenausgleich ausgerüstet, so dass auch das Nachpflanzen durch eine oder mehrere Arbeitskräfte entfällt. Das Personal auf der Maschine hat lediglich Kontrollfunktion und muss allenfalls die Trays mit den Jungpflanzen nachlegen. Für eine mehrreihige Maschine sind 1 bis 2 Arbeitskräfte ausreichend.

Mechanisierungsgrad und Leistung der Maschinen verhalten sich in aller Regel proportional, so dass automatische Systeme die höchste Flächenleistung erreichen. Allerdings sind diese Systeme meist auch die teuersten.

An eine Pflanzmaschine sind zusätzlich folgende Anforderungen zu stellen:

- Ergonomisch gestalteter Arbeitsplatz für das Pflanzpersonal
- Möglichkeit zur Bevorratung (Magazin) bei gleichzeitiger hoher Flexibilität hinsichtlich des verwendeten Pflanzguts
- Vorratsplattform mit ausreichender Kapazität (maximale Feldlänge)
- Möglichkeit zur Anbringung von Zusatzeinrichtungen
- Stufenlos verstellbare, exakte Tiefen- und Seitenführung
- Vorlaufende Druckwalze zur Rückverfestigung des Bodens
- Doppelrahmen zur versetzten Anordnung von Pflanzelementen oder zur Anbringung von Zusatzeinrichtungen
- Aufhängung mit vertikalem Ausgleich von Bodenunterschieden und einfacher, stufenloser Verstellung des Pflanzabstandes
- Pflanzschar mit kleiner Querschnittsfläche und stufenloser Tiefenverstellung
- Synchronisierter Antrieb von Magazin und Pflanzorgan (Möglichkeit zur Regulierung des Einzelpflanzenabstands)
- Druckrollen zum Andrücken der Pflanzen in den Boden mit der Möglichkeit zur (stufenlosen) Druckverstellung. Zur Schonung der Jungpflanzen sind hier seitlich versetzte Rollen erforderlich

5. Systematik

In der Vergangenheit wurden Pflanzmaschinen in der Regel nach ihrer spezifischen Bauart systematisiert. Mit fortschreitender Mechanisierung scheint diese Art der

Systematik, die sich hauptsächlich auf die Ausgestaltung von Pflanz- und Zuführtechnik stützte, jedoch nicht mehr zeitgemäß. Bei den heutigen Pflanzmaschinen ist die Ausgestaltung dieser Systeme sekundär, da das Pflanzergebnis hierdurch nicht wesentlich beeinflusst wird. Viel wichtiger ist der Grad der Automatisierung, anhand dessen die Maschinen in diesem Arbeitsblatt systematisiert werden. Unterschiede bestehen hierbei vor allem in der Mechanisierung der einzelnen, in Abbildung 2 gezeigten, Prozessstufen der Pflanzung.

Manuelle Pflanzmaschinen

Manuelle Pflanzmaschinen sind zumeist die einfachste am Markt verfügbare Bauform. Bei diesen Maschinen müssen zwei Unterformen voneinander abgegrenzt werden:

- Maschinen mit einer mechanischen Vorrichtung zur Erzeugung der Pflanzstelle (Lochstanzgeräte, Nockengeräte)
- Maschinen mit einer mechanischen Vorrichtung zur Erzeugung der Pflanzstelle und zur Pflanzung (Klemmscheibe, Greifer usw.)

Während beim ersten Maschinentyp lediglich ein Loch durch eine Nockenwalze oder eine Stanzeinrichtung erzeugt wird (Abbildung 3), in das die Pflanze manuell abgelegt wird, erfolgen beim zweiten Maschinentyp auch der Transport zur Pflanzstelle und die Ablage der Pflanze mechanisch. Diese Geräte sind in der Regel mit einer Scheibe, einem umlaufenden Gurtband oder einer Kette ausgestattet, auf der spezielle Greiffinger oder Klemmmechanismen montiert sind. In diese Finger wird die Pflanze manuell eingelegt und durch einen Schnapp- oder Klemmmechanismus fixiert. Die Pflanzorgane transportieren die Pflanze zur Furche, die durch ein vorlaufendes Schar erzeugt wird. Im tiefsten Punkt der Bewegungsbahn wird der Klemmmechanismus gelöst und die Pflanze in die Furche entlassen. Zustreicher und Andruckrollen stellen den Bodenkontakt der Wurzeln und den kapillaren Anschluss des Bodens sicher. Der Reihenabstand kann bei diesen Maschinen durch ein Verschieben der Pflanzeinheiten auf einer Schiene erreicht werden; der Einzelpflanzenabstand wird durch die Umfangsgeschwindigkeit des Pflanzorgans bestimmt. Da die meisten Maschinen mit einem Kettenantrieb arbeiten, kann dieser

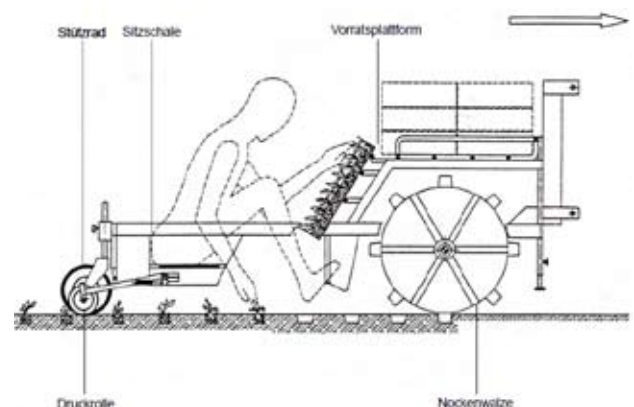


Abbildung 3: Aufbau einer manuellen Pflanzmaschine am Beispiel eines Nockenwalzgerätes

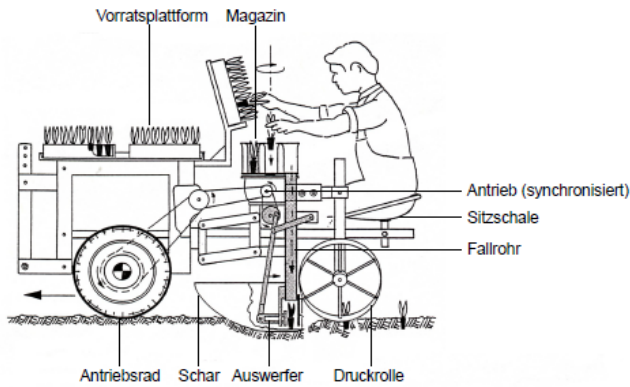


Abbildung 4: Funktionsprinzip einer halbautomatischen Pflanzmaschine mit Karussellmagazin

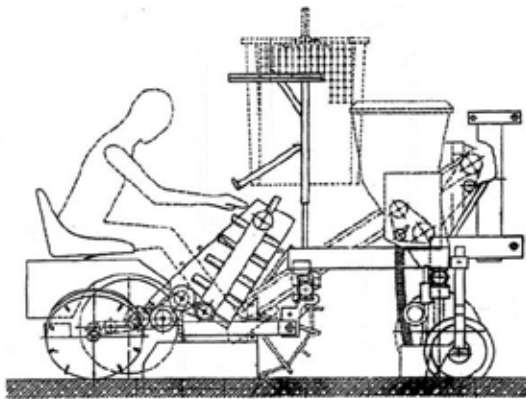


Abbildung 5: Funktionsprinzip einer halbautomatischen Pflanzmaschine mit Becherkettenmagazin

durch einen Austausch der Ritzel auf der Antriebswelle verändert werden. Bei Nockengeräten wird der Pflanzabstand durch die Veränderung der Nockenanzahl bzw. des Nockenabstands auf der Walze verändert.

Einige dieser Geräte können auch zum direkten Pflanzen durch eine Mulchfolie hindurch verwendet werden, welche durch ein vorlaufendes System gelegt wird. Die Rückverfestigung der Pflanzen ist dabei allerdings unzureichend.

Der große Vorteil dieser Systeme besteht im universellen Einsatzbereich. Da die Pflanzen in der Regel mit den Sprossachsen in den Klemmfingern oder Schnappgreifern fixiert werden, ist die Art des Substrats von sekundärer Bedeutung. Die Größe von möglichen Substratballen kann bei Klemmgeräten durch die Ausformung spezieller Leitbleche vor dem Schar, bei Lochstanzgeräten und Nockenwalzen durch die Größe der Stanze bzw. der Nocken limitiert sein. Manuelle Pflanzmaschinen sind die einzigen Systeme, mit denen die Pflanzung von Nacktpflanzgut möglich ist.

Nachteile dieser Maschinen sind eine geringe Pflanzleistung sowie eine ergonomisch ungünstige Arbeitsposition bei einigen Modellen. Ein nicht vorhandener Fehlstellenausgleich macht außerdem das Nachpflanzen durch eine oder mehrere Arbeitskräfte für ein gleichmäßiges Arbeitsbild erforderlich. Darüber hinaus ist der Arbeitstakt des Personals streng an die Arbeitsgeschwindigkeit der Pflanzmaschine gekoppelt. Die Sitzrichtung des Pflanzpersonals ist je nach Hersteller und Modell entweder in oder gegen die Fahrtrichtung des Zugfahrzeugs,

was für den eigentlichen Pflanzvorgang aber unbedeutend ist.

Halbautomatische Pflanzmaschinen

Halbautomatischen Pflanzmaschinen sind im Vergleich zu manuellen Systemen komplexer aufgebaut, da hier nicht nur die Pflanzung, sondern auch die Zufuhr der Einzelpflanzen zu den Pflanzorganen mechanisiert ist. Hierbei haben sich am Markt Magazinsysteme durchgesetzt, die sich (je nach Ausführung) für die Anwendung verschiedener Ballenformate eignen. Form und Größe der einsetzbaren Ballen sind dabei durch die Geometrie des jeweiligen Magazins vorgegeben. Bei diesen Magazinsystemen sind drei verschiedene Typen in der Praxis gängig:

- Karussell- oder Revolvermagazine
- Becherkettenmagazine
- Klemmbandsysteme

Bei Karussellmagazinen, wie in Abbildung 4 dargestellt, werden die Pflanzen in kreisförmig angeordnete becherartige Behälter eingelegt. Diese werden durch Drehung zu einem Fallrohr befördert, durch das die Pflanzen Richtung Erdboden fallen. Je nach Maschinentyp sind zusätzliche (mit den Magazinen synchronisierte) Auswurfmechanismen vorhanden, die die Pflanze in ihre endgültige Position bringen, bevor der Bodenkontakt mittels Andruckrollen und Zustricher hergestellt wird. Diese Auswerfer sind als Führungsspeichen oder als Stempel bzw. Exzenter ausgeführt und ermöglichen eine exakte Positionierung des Pflanzguts in der Furche. Da die Fallgeschwindigkeit der Pflanzen als annähernd konstant betrachtet werden kann, ist der Pflanzabstand innerhalb der Reihe ausschließlich von der Umfangsgeschwindigkeit des Magazins abhängig. Die Vorfahrtsgeschwindigkeit ist im Hinblick auf die Pflanzenabstände in der Regel vernachlässigbar, da der Antrieb der Magazine mittels Bodenrad oder Hydrauliksystem mit dieser synchronisiert ist.

Bei Becherkettenmagazinen (Abbildung 5) ist das Funktionsprinzip ähnlich. Anstelle einer umlaufenden Scheibe übernimmt hier aber eine umlaufende Kette den Transport der Pflanzen. Die anschließende Ablage erfolgt entweder durch eine separate Klemmscheibe oder durch direkte Ablage der Ballenpflanzen in die Furche. Auch bei diesen Systemen wird der anschließende Bodenkontakt durch Zustricher und Druckrollen hergestellt. Der Pflanzabstand innerhalb der Reihe kann durch die Umlaufgeschwindigkeit der Kette reguliert werden. Je nach Hersteller rotieren diese Becherketten entweder in horizontaler oder vertikaler Richtung. Bei exakter Synchronisierung von Vorfahrtsgeschwindigkeit und Kette haben vertikale Systeme den Vorteil, dass die Pflanze exakt in die Furche abgelegt wird, da Verschiebungseffekte des Ballens weitgehend minimiert werden.

Neben diesen beiden Systemen gibt es Bänderpflanzmaschinen (Abbildung 6), die vor allem bei der Pflanzung von Salat und Porree eingesetzt werden. Hierbei wird der Ballen der Jungpflanzen von zwei parallel laufenden Bändern eingeklemmt und zur Pflanzstelle transportiert, wo dieser losgelassen wird. Der Pflanzenabstand wird durch die Bandgeschwindigkeit bestimmt. Diese Art der Pflanzmaschinen kann jedoch nur mit Erdpresstöpfen betrieben werden.

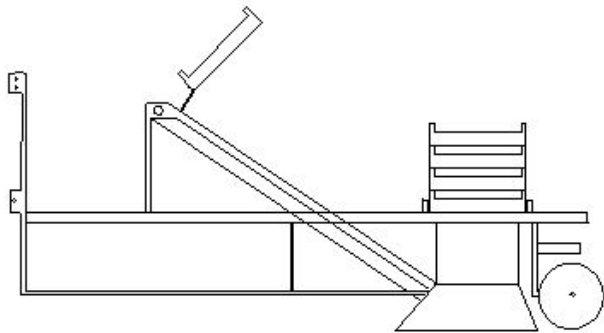


Abbildung 6: Funktionsprinzip einer halbautomatischen Pflanzmaschine mit Bändermagazin

Bei allen halbautomatischen Maschinen hat das Pflanzpersonal nur noch die Aufgabe, die einzelnen Pflanzen in die Magazine einzulegen. Da diese automatisch umlaufen, ist kein strenger synchroner Arbeitstakt von Personal und Maschine erforderlich. Bei den Magazinen kann vielmehr eine Bevorratung erfolgen, wodurch die Pflanzleistung im Vergleich zu manuellen Geräten deutlich ansteigt. Je nach Ausgestaltung der Magazine ist es bei einigen Maschinen möglich, dass eine Person die Zuständigkeit für zwei Pflanzreihen übernimmt.

Vorteil dieser Systeme ist die deutliche Steigerung der Pflanzleistung und der geringere Personalaufwand. Die Anordnung der Magazine ermöglicht meist eine ergonomische Sitzposition. Dabei bleiben die Maschinen bei Reihenweite und Pflanzenabstand meist ähnlich flexibel wie manuelle Geräte.

Der Nachteil dieser Maschinen ist jedoch, dass je nach Ausgestaltung des Magazins nur bestimmte Ballenformen zur Anwendung kommen können. Die Verwendung von Nacktpflanzgut ist bei dieser Art Pflanzmaschine gänzlich ausgeschlossen. Für einen gleichmäßigen Bestand ist Personal für das Nachpflanzen von Fehlstellen einzuplanen.

Automatische Pflanzmaschinen

Im Vergleich zu allen anderen Systemen bieten automatische Pflanzmaschinen ein Höchstmaß an Leistung und Personalreduktion. Der Hauptunterschied zu den halbautomatischen Systemen ist, dass keine manuelle Beschickung der Pflanzeinrichtung nötig ist, da die Maschine das Pflanzgut selbstständig aus dem Pflanzgutvorrat entnimmt. Hierzu gibt es spezielle Entnahmesysteme, die die Ballenpflanzen aus den Transporteinheiten (Trays) entnehmen und den Pflanzorganen zuführen. Hierbei kommen entweder Systeme zum Einsatz, die die Ballenpflanzen aus den Kisten ziehen oder pneumatische Stößel, welche die Ballenpflanzen aus den Trays drücken. Der Pflanzvorgang selbst unterscheidet sich dagegen kaum von den halbautomatischen Systemen. Auch hier kommen entweder Klemmscheiben oder Fallrohre (mit oder ohne Auswerfer) zur Pflanzung zum Einsatz.

Der Antrieb dieser Maschinen erfolgt entweder hydraulisch oder mechanisch über eine Gelenkwelle, da der Leistungsbedarf dieser Maschinen im Vergleich zu manuellen oder halbautomatischen Geräten deutlich höher ist. Die Umlaufgeschwindigkeit der Pflanzorgane wird an die Vorfahrtsgeschwindigkeit des Traktors angepasst.

Das Personal hat bei diesem Pflanzmaschinentyp nur noch Kontrollfunktion und muss für die Bereitstellung der

Jungpflanzen sorgen. Technische Einrichtungen übernehmen mittels Sensoren und entsprechender Aktoren den automatischen Fehlstellenausgleich, so dass weiteres Personal zur Nachpflanzung von Fehlstellen nicht mehr notwendig ist.

Problematisch bei diesen Systemen ist die Veränderung des Reihenabstands, der meist nur in einem engen Raster (herstellerabhängig) erfolgen kann. Durch die Spezifität der verschiedenen Komponenten eines automatischen Pflanzsystems ist auch die Auswahl an Pflanzgut eingeschränkt. Je nach Hersteller werden nur bestimmte Anzuchtformplatten (Trays) von einem Gerät unterstützt; die Verwendung von Erdpresstöpfen ist aus Gründen der Ballenstabilität eingeschränkt bzw. nicht möglich. Die Verwendung von Nacktpflanzgut entfällt bei allen automatischen Systemen.

Vorteile dieser Geräte sind die hohe Pflanzleistung und eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Minimierung des Personalaufwandes.

6. Typenübersicht

Die folgenden Tabellen zeigen derzeit verfügbare Universalpflanzmaschinen. Unterschieden wird hierbei zwischen „manuellen Pflanzmaschinen“ (Tabelle 3), „halbautomatischen Pflanzmaschinen“ (Tabelle 4) und „automatischen Pflanzmaschinen“ (Tabelle 5). Aus dem Umfang der einzelnen Tabellen ist ersichtlich, dass halbautomatische Pflanzmaschinen mittlerweile die größte Bedeutung am Markt haben, während manuelle und automatische Systeme dahinter zurückliegen.

Die Tabellen 3 bis 5 geben nur eine Übersicht über derzeit verfügbare Maschinen und deren Funktion. Sie geben keine Wertung einzelner Maschinen, sondern sollen dem Anwender und Berater eine Übersicht über den Stand der Technik geben. Die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes System sowie die Abwägung von Vor- und Nachteilen muss betriebsspezifisch erfolgen.

7. Arbeitsverfahren

In den Tabellen 6 bis 9 werden für den Jungpflanzentransport, die Grundbodenbearbeitung, die Beetvorbereitung und das Pflanzen selbst die Maschinenkosten sowie Treibstoff- und Arbeitszeitbedarf für Schlaggrößen von 1, 2 und 5 ha ausgewiesen.

Für die Berechnungen der Arbeitsverfahren wurden folgende Annahmen getroffen:

- durchschnittlich leistungsfähige, geübte Bedienungsperson,
- mittlerer Bodenbearbeitungswiderstand,
- 2 km Feld-Hof-Entfernung
- ebenes Gelände,
- Feldwege und Straßen mit guten bis sehr guten Traktionsverhältnissen,
- Fahrgeschwindigkeit für Wegezeit: Wegstreckenabhängige Fahrgeschwindigkeit mit maximaler Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h für einen Traktor mit Arbeitsgerät oder Anhänger und 50 km/h für Kleintransporter.

Tabelle 3: Typentabelle manuelle Pflanzmaschinen

Hersteller	Gerätetyp	Bauart	Leistungs- bedarf kW	Reihen- zahl	Reihen- abstand cm	Pflanzen- abstand cm	Gewicht kg	Pflanz- gut	Pflanz- aggregat	AK/ Pflanz- reihe	Pflanzleistung Stk./AKh	Zusatz- ausstattung	Bemerkungen
Checchi & Magli	Foxdrive	AB	15 bis 51	1 bis 7	25 bis 90	13 bis 80	185 bis 1 150	EPT, B, NP	Schnapp- greiferkette	1	2 000 bis 2 500	MGS, AGV, RDS	
	Wolf	AB	15 bis 44	1 bis 6	30 bis 45	20 bis 192	185 bis 850	EPT, B	Becherkette	1	2 800 bis 3 000	FL, TL	
Perdu	Standard	AB		1bis 6		ab 28		EPT, B	Klemmscheibe	1	2 500 bis 3 000	MGS, AGV	
	Accord-Pflanz- element	AB		4 bis 6	25 bis 50	variabel	ca. 250	EPT, NP, B	n.v.	1	1 000 bis 2 000		keine Mecha- nisierung der Pflanzung!
Basrijs	Wurzelpflanz- element	AB		4 bis 6	25 bis 50	variabel	ca. 250	EPT, NP, B	n.v.	1	800 bis 1 500		keine Mecha- nisierung der Pflanzung!
	Scheiben- pflanzler	AB		2 bis 4	50	variabel	ca. 250	EPT	Klemmscheibe	1	800 bis 1 500		hydraulischer Antrieb

AB Angebaut, AGV Angießvorrichtung, B Ballen, EPT Erdsprestopf, FL Folienleger, MGS Mikro Granulat Streuer, NP Nacktpflanzgut, RDS Reihendüngerstreuer, TL Tropfschlauchleger

Tabelle 4: Typentabelle halbautomatische Pflanzmaschinen

Hersteller	Gerätetyp	Bauart	Leistungs- bedarf kW	Reihen- zahl	Reihen- abstand cm	Pflanzen- abstand cm	Gewicht kg	Pflanz- gut	Magazinart	AK/ Pflanz- reihe	Pflanzleistung Stk./AKh	Zusatz- ausstattung	Bemerkungen
Checchi & Magli	Dual 12	AB	18 bis 59	2 bis 8	26 bis 50	14 bis 81	425 bis 1 360	EPT, B	Karussell	1	6 000 bis 7 000	MGS, AGV, RDS	
	Texdrive	AB	16 bis 44	1 bis 6	25 bis 90	14 bis 82	185 bis 840	EPT, B	Karussell	1	3 500 bis 7 000		
	FastWolf	AB	15 bis 44	1 bis 6	30 bis 90	20 bis 192	185 bis 850	EPT, B	Karussell	1	2 800 bis 3 000	MGS, AGV, RDS, FL, TL	
	Trium	AB	15 bis 44	1 bis 6	25 bis 90	14 bis 82	315 bis 1 020	EPT, B	Karussell	1	4 500 bis 7 000		
	Top 24	AB	30 bis 74	2 bis 8	60 bis 120	14 bis 82	665 bis 2 250	EPT, B	Karussell	0,5	ca. 8 000	MGS, AGV, RDS	
	4.000	AB		1 bis 6	ab 47	ab 30		EPT, B	Becherkette (vertikal)	1	2 500 bis 3 000	MGS, AGV	
Perdu	Speed	AB		2 bis 9	ab 26			EPT, B	Karussell	1			
	Delta	AB			ab 26				Klemmband		3 250 bis 3 900		
Ferrari Construzioni	FX	AB, SF	22 bis 59	2 bis 7	28 bis 142	27 bis 49	445 bis 765	EPT, B	Karussell	1	ca. 3 500		
	F-Max	AB	26 bis 51	1 bis 6	35 bis 50	16 bis 57	310 bis 850	EPT, B	Karussell	1	ca. 3 500	MGS, AGV, RDS, FL, TL	
	Multipila	AB	33 bis 96	2 bis 6	38 bis 100/ 300 bis 700 ¹⁾		610 bis 1 960	EPT, B	Karussell	0,5	ca. 3 500	MGS, RDS, AGV, TL	

Fortsetzung nächste Seite

Hersteller	Gerätetyp	Bauart	Leistungs- bedarf kW	Reihen- zahl	Reihen- abstand cm	Pflanzen- abstand cm	Gewicht kg	Pflanz- gut	Magazinart	AK/ Pflanz- reihe	Pflanzleistung ²⁾ Stk./AKh	Zusatz- ausstattung	Bemerkungen
Ferrari Costruzioni	F-Planter FPC	AB, SF AB, SF	22 bis 59	2 bis 7	27,5 bis 142		375 bis 645	EPT, B	Klemmband Klemmband	1	ca. 2 000		
	SK-10 RT-20	AB AB	22 bis 74	1 bis 8 4	ab 45 ab 16	10 bis 90 5 bis 160	380 bis 1 490	EPT, B EPT, B	Karussell Karussell	1 1	4 000 bis 5 000 3 000 bis 5 000	AGV	
Lauwers	HSP HSP 200	AB AB		2 bis 7 2 bis 6	45 oder 50 45 oder 50	25 bis 65 25 bis 65		EPT, B EPT, B	Karussell Becherkette (horizontal)	1 0,5	ca. 4 800 ca. 5 100	MGS	
													Gewächshaus- ausführung auf Anfrage lieferbar
Basrijs	Erdpresstopf- Pflanzmaschine	AB, AH, SF		4 bis 6	26,5 bis 140	10 bis 50	260 bis 415	EPT	Klemm- bänder	1	3 500 bis 5 000		
	TB	AB	22 bis 49	2 bis 6	27 bis 50 / 14 bis 80	12 bis 75	350 bis 920	B	Karussell	1	8 000 bis 9 000	AGV, MGS, RDS, TL	
Spapperi	AS	AB	13 bis 49	1 bis 6	45 bis 105	10 bis 180	212 bis 920	EPT, B	Becherkette (vertikal)	1	ca. 3 000	AGV, MGS, TL, FL	
	TC	AB	13 bis 49	1 bis 6	35 bis 110	12 bis 75	212 bis 920	B	Karussell	1	5 000 bis 6 000	AGV, MGS, RDS, TL	

¹⁾ Bei Beetpflanzungen entspricht die erste Zahl dem Abstand Reihe-Reihe und die zweite Zahl dem Abstand Reihe Beet a zu Reihe Beet b. ²⁾ Eine AK beschickt 1 bis 2 Pflanzaggregate.
 AB Angebaut, AGV Angebauevorrichtung, AH Angehängt, B Ballen, EPT Erdrpresstopf, FL Folienleger, MGS Mikro Granulat Streuer, NP Nacktpflanzgut, RDS Reihendüngerstreuer, SF Selbstfahrer, TL Tropfschlauchleger

Tabelle 5: Typentabelle automatische Pflanzmaschinen

Hersteller	Gerätetyp	Bauart	Leistungs- bedarf kW	Reihen- zahl	Reihen- abstand cm	Pflanzen- abstand cm	Gewicht kg	Pflanz- gut	Pflanzstelle	AK/ Pflanz- reihe	Pflanzleistung ¹⁾ Stk./Pflanz- aggregat und h	Arbeits- geschwindigkeit km/h	Bemerkungen
Ferrari Costruzioni	Futura	AB	70	2	53	8 bis 90	1 000	B	PF	0,3	8 000		Pflanzorgan: Klemmotoren
	Rotostrapp	AB SF	44 bis 66	2 bis 7	28 bis 1 420	10 bis 100	610 bis 1 000	B	PF				
Gerber Landtechnik	Wäspi Automat	AH	30	5	30	bis 100	2 000	B	PF	0,4	10 800	4,5	
Plantek	Twin	AB	55 bis 85	2 bis 8	26 bis 45	10 bis 70	1 200 bis 2 600	B	PF	0,125 bis 0,5	6 000		
Agriplanter	1 SP	AB	ca. 22	1	140 bis 150	10 bis 60	960	B	PF	1	ca. 15 000		

¹⁾ Eine AK beschickt alle Pflanzaggregate
 AB Angebaut, AH Angehängt, B Ballen, PF Pflanzfurcher, SF Selbstfahrer

Tabelle 6: Verfahrenskosten beim Transport von Jungpflanzen

AB ¹⁾	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Kohljungpflanzentransport; Erntewagen, 9 t															
	24 000	TR	45	0,47		0,7	6,68	0,47		0,7	5,11	0,47		0,7	5,00
	27 800	TR	45	0,47		0,7	6,73	0,47		0,7	5,15	0,47		0,7	5,04
	33 300	TR	45	0,48		0,7	6,79	0,48		0,7	6,26	0,48		0,7	5,11
Kohlrabijungpflanzentransport; Erntewagen, 9 t															
	93 400	TR	45	0,82		1,5	11,92	0,82		1,5	11,39	0,82		1,5	10,66
Salatjungpflanzentransport; Erntewagen, 9 t															
	113 300	TR	45	1,84		2,9	26,28	1,84		2,9	24,70	1,84		2,9	23,76
Porreejungpflanzentransport; Erntewagen, 9 t															
	155 100	TR	45	1,52		2,9	22,08	1,52		2,8	21,58	1,52		2,9	20,81

¹⁾ Arbeitsbreite.²⁾ Maschinenkosten.

Tabelle 7: Verfahrenskosten der Grundbodenbearbeitung

AB ¹⁾ m	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Anbaudrehpflug															
0,70		FA	45	3,65	3,10	25,1	72,77	3,31	2,90	24,24	68,98	3,25	2,84	23,93	68,16
1,05		FA	54	2,56	2,09	23,8	64,26	2,28	1,96	22,95	60,72	2,19	1,91	22,62	59,50
1,40		FA	67	1,99	1,55	23,4	61,13	1,74	1,45	22,57	57,48	1,64	1,43	22,15	56,00
Anbaudrehpflug															
1,75		FA	83	1,77	1,29	24,01	63,82	1,52	1,22	23,35	59,61	1,39	1,17	22,70	57,09
2,10		FA	102	1,59	1,11	25,36	66,31	1,31	1,01	23,66	60,28	1,17	0,98	23,07	57,49
2,45		FA	120	1,44	0,95	25,61	66,97	1,16	0,87	23,92	60,52	1,02	0,85	23,27	57,36
Grubber															
2,0		FA	45	1,33	1,14	12,68	29,15	1,21	1,08	12,26	27,68	1,14	1,06	12,03	26,92
2,5		FA	67	1,14	0,94	15,42	32,69	1,01	0,89	14,79	30,69	0,95	0,87	14,45	29,62
3,0		FA	83	0,97	0,76	15,06	33,03	0,86	0,73	14,78	31,09	0,78	0,71	14,27	29,63
4,5		FA	120	0,76	0,51	15,65	37,13	0,63	0,49	14,92	33,98	0,55	0,48	14,50	32,25
6,0		FA	200	0,72	0,39	17,32	41,32	0,53	0,36	15,71	34,99	0,43	0,35	14,99	31,72

¹⁾ Arbeitsbreite.²⁾ Maschinenkosten.

Tabelle 8: Verfahrenskosten der Beetvorbereitung

AB ¹⁾ m	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Eggen mit Kreiselegge															
3		FA	83	1,08	0,78	11,6	34,85	0,93	0,75	11,1	32,35	0,84	0,73	10,6	30,71
4		FA	83	0,92	0,57	10,3	32,99	0,75	0,55	9,7	30,11	0,65	0,53	9,2	28,26
Fräsen mit Beetfräse															
1,5		FA	45	2,77	2,35	16,8	61,54	2,59	2,27	16,4	59,66	2,53	2,23	16,2	59,06
2,0		FA	54	2,48	2,07	18,8	66,68	2,32	2,02	18,5	64,71	2,28	2,01	18,4	64,26
3,0		FA	67	1,76	1,41	17,9	58,32	1,59	1,35	17,2	55,71	1,53	1,34	17,1	54,95
Fräsen mit Beetfräse und Kastenstreuer															
1,5	200	FA	45	4,27	3,55	21,0	55,29	3,76	3,31	20,2	51,94	3,73	3,28	19,9	50,87
2,0	200	FA	54	3,44	2,72	20,2	55,46	2,87	2,50	19,3	51,46	2,82	2,48	18,9	50,13
3,0	200	FA	67	2,63	1,90	19,2	48,67	2,07	1,70	18,2	44,33	1,89	1,66	17,7	42,56
Fräsen mit Dammfräse															
2,0		FA	45	2,79	2,07	18,2	35,45	2,38	2,02	17,5	32,66	2,28	2,01	17,1	31,12
4,0		FA	67	1,84	1,04	18,0	31,91	1,41	1,01	16,8	28,29	1,17	1,00	16,2	26,21

Fortsetzung nächste Seite

AB ¹⁾ m	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Stanzen mit Stanzgerät															
1,5		FA	45	5,15	4,61	21,5	118,86	4,95	4,51	21,0	115,01	4,94	4,49	20,7	113,16
3,0		FA	45	5,15	4,61	21,5	110,86	4,95	4,51	21,0	107,01	4,94	4,49	20,7	105,16
Dämme ziehen und Stanzen mit Stanzgerät															
3,0		FA	45	5,36	4,61	43,0	150,95	5,16	4,51	42,3	145,93	5,14	4,49	41,8	143,39
Walzen mit Lochwalze, 4-reihig															
1,5		FA	45	1,37	1,00	4,7	17,92	1,12	0,94	4,2	15,27	1,00	0,93	4,0	13,93

¹⁾ Arbeitsbreite.

²⁾ Maschinenkosten.

Tabelle 9: Verfahrenskosten beim Pflanzen

AB ¹⁾ m	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Kohl mit Becherpflanzmaschine pflanzen, 4 AK, 2-reihig EPT															
1,5	20 000	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	33,89	8,78	29,5	121,89	33,11	8,54	29,1	118,78	32,99	8,51	28,93	117,93
1,5	24 000	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	34,05	8,82	29,7	122,36	33,27	8,58	29,2	119,26	33,15	8,55	29,05	118,40
1,5	27 800	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	34,18	8,86	29,8	122,81	33,43	8,62	29,3	119,72	33,31	8,59	29,18	118,86
1,5	28 500	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	34,21	8,86	29,8	122,89	33,47	8,63	29,3	119,81	33,32	8,60	29,21	118,95
1,5	29 000	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	34,25	8,87	29,8	122,94	33,48	8,64	29,3	119,86	33,36	8,61	29,21	119,00
1,5	33 300	PT	57	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,8	2,00	0,46	0,15	0,85	2,00
		FA	45	34,41	8,91	29,9	123,45	33,64	8,68	29,5	120,36	33,52	8,65	29,33	119,51
Kohl mit Becherpflanzmaschine pflanzen, 6 AK, 4-reihig EPT															
3,0	20 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	22,19	4,04	18,8	77,90	21,57	3,77	18,3	74,91	21,45	3,70	18,1	73,93
3,0	24 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	22,43	4,08	18,9	78,37	21,81	3,81	18,4	75,38	21,70	3,75	18,2	74,41
3,0	27 800	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	22,67	4,12	19,0	78,82	22,05	3,85	18,5	75,83	21,94	3,79	18,3	74,87
3,0	28 500	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	22,73	4,13	19,1	78,90	22,05	3,85	18,5	75,92	21,94	3,79	18,4	74,96
3,0	29 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	22,73	4,13	19,1	78,95	22,11	3,86	18,5	75,96	22,00	3,80	18,4	75,01
3,0	33 300	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	23,39	4,24	19,5	80,26	22,77	3,97	18,9	77,27	22,66	3,91	18,8	76,35
Kohl mit Becherpflanzmaschine pflanzen, 6 AK, 4-reihig Seedlings															
3,0	20 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	17,56	3,26	15,4	68,21	16,88	2,98	14,9	65,20	16,74	2,89	14,6	64,01
3,0	24 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	17,74	3,29	15,5	68,49	17,06	3,01	14,9	65,49	16,92	2,92	14,7	64,30
3,0	27 800	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	17,86	3,31	15,6	68,79	17,18	3,03	15,0	65,79	17,04	2,94	14,8	64,60
3,0	28 500	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	17,87	3,32	15,6	68,83	17,24	3,04	15,0	65,83	17,10	2,95	14,8	64,65
3,0	29 000	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	17,92	3,32	15,6	68,89	17,24	3,04	15,1	65,88	17,10	2,95	14,8	64,70
3,0	33 300	PT	57	0,77	0,15	0,8	2,00	0,38	0,08	0,4	1,00	0,31	0,06	0,3	0,80
		FA	45	18,10	3,35	15,7	69,19	17,42	3,07	15,1	66,19	17,28	2,98	14,9	65,01
Kohlrabi mit Becherpflanzmaschine pflanzen, 6 AK, 4-reihig EPT															
1,5	93 400	PT	57	1,54	0,31	1,7	3,99	1,54	0,31	1,7	3,99	1,54	0,31	1,7	3,99
		FA	45	113,00	19,50	58,6	248,31	112,09	19,34	58,1	244,61	111,91	19,31	57,8	242,99

Fortsetzung nächste Seite

AB ¹⁾ m	Menge t/ha	Teil- arbeit	Trak- tor kW	1 ha				2 ha				5 ha			
				Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha	Zeit AKh/ ha	Dauer h/ha	Diesel l/ha	MK ²⁾ €/ha
Salat mit Bänderpflanzmaschine pflanzen, 5 AK, 4-reihig EPT															
		PT	57	0,61	0,15	0,8	2,00	0,37	0,09	0,5	1,20	0,31	0,08	0,4	1,00
	113 300	FA	45	24,66	5,26	19,4	83,97	23,54	4,87	18,3	78,43	23,69	4,90	18,6	80,09
Salat mit Hand pflanzen, 10 AK															
	113 000	FA	57	79,70	7,97	1,5	5,93	79,69	7,97	0,7	2,97	79,69	7,97	0,3	1,19
Porree mit Porree-Pflanzmaschine pflanzen, 6 AK, 4-reihig EPT 4															
		PT	57	1,54	0,31	1,7	3,99	1,15	0,23	1,3	2,99	1,23	0,25	1,4	3,19
3,0	155 000	FA	45	82,80	14,29	62,5	224,67	82,34	14,21	62,3	221,92	82,28	14,20	62,2	220,61
Porree mit Hand pflanzen, 20 AK															
	155 000	FA	57	107,41	5,37	2,7	9,27	106,81	5,34	1,4	4,63	106,81	5,34	0,5	1,85
Porree angießen, Wasserfass 2000 l															
3,0	16 666	FA	45	3,54	3,54	8,5	46,09	3,43	3,43	8,3	44,85	3,43	3,43	8,2	44,11

¹⁾ Arbeitsbreite.

²⁾ Maschinenkosten.

8. Kombinierte Arbeitsverfahren

Für den Anbau von Gemüsekulturen in Beeten oder Dämmen haben Mulchfolien mittlerweile, ebenso wie die Verlegung von Tropfschlauchsystemen zur Bewässerung, eine große Bedeutung erlangt. Es ist daher sinnvoll, beim Kauf einer Pflanzmaschine darauf zu achten, dass gegebenenfalls Systeme zur Folien- oder Tropfschlauchverlegung angebaut werden können. Eine Kombination von Pflanzung und Folien- bzw. Tropfschlauchverlegung kann Arbeitszeit und damit Kosten einsparen. Die meisten am Markt verfügbaren Pflanzmaschinen können darüber hinaus mit Reihendüngerstreuern oder Angießvorrichtungen ausgestattet werden, die eine platzierte Ablage von Düngemitteln in der Pflanzreihe (bzw. genau unter den Pflanzenwurzeln) bzw. eine schnelle Versorgung mit Wasser zum besseren Anwachsen ermöglichen. Optional erhältliche Mikrogranulatstreuer können bei der Ausbringung von Granulat zur Schädlings- oder Krankheitsbekämpfung eingesetzt werden.

9. Spezialgeräte

Die in diesem Arbeitsblatt vorgestellten Pflanzmaschinen sind universell für verschiedene Pflanzenarten verwendbar. Darüber hinaus sind auch Spezialmaschinen verfügbar, die z. B. für die Pflanzung von Spargel oder im Baumschulbereich, benötigt werden. Auf solche Maschinen wird in diesem KTBL-Arbeitsblatt jedoch nicht weiter eingegangen. Vor der Anpflanzung einer Kultur und der damit verbundenen Anschaffung einer Pflanzmaschine ist es ratsam, sich darüber zu informieren, ob für diese Kultur eine Spezialmaschine erforderlich ist.

10. Zusammenfassung

Abschließend bleibt bei der dargestellten Vielzahl an angebotenen Maschinen die Frage offen, welches System für welchen Betrieb am besten geeignet ist. Um diese Frage zu klären, sollten vor der Entscheidung für ein bestimmtes System folgende Fragen betriebsspezifisch geklärt werden:

- Wo soll das Gerät eingesetzt werden? (im Unter-Glas-Anbau Wenderadius beachten!)
- Ist die vorhandene Schleppertechnik für den Betrieb von Pflanzmaschinen geeignet? (Zugkraft, Super-

kriechgetriebe; bei fehlender Hubkraft kommen angehängte Systeme in Frage!)

- Sollen eine oder mehrere Kulturen mit dem gleichen Gerät gepflanzt werden? (Flexibilität beachten! Ist ggf. Spezialtechnik erforderlich?)
- Welches Pflanzgut soll verwendet werden?

11. Ausblick

Seit der vorherigen Version dieses KTBL-Arbeitsblattes sind bei Pflanzmaschinen keine wesentlichen Neuentwicklungen auf den Markt gebracht worden. Zwar wurden an den bestehenden Systemen einige Verbesserungen seitens der Hersteller vorgenommen; komplett neue Systeme sind jedoch kaum zu finden. In naher Zukunft sind aber auch keine wesentlichen Neuentwicklungen der etablierten Hersteller zu erwarten, da die Bedeutung des Gemüsebaus in Deutschland seit 2002 flächenmäßig nur leicht zunimmt. Einiger Forschungsaufwand wird derzeit von der Firma T.N. Kafri Ltd. (Israel) darauf verwendet, eine selbstfahrende Pflanzmaschine zu entwickeln, bei der alle Prozessstufen der Pflanzung automatisiert sind. Dadurch soll ein Höchstmaß an Produktivität und Flächenleistung bei gleichzeitiger Minimierung des Bedienpersonals erreicht werden. Durch eine neue Ausgestaltung von Pflanzorganen und Zuführeinrichtungen sollen darüber hinaus alle gängigen Ballenformate sowie Erdpresstöpfe verwendet werden können. Das Gerät befindet sich allerdings noch im Versuchsstadium und muss bis zur Serienreife noch weiterentwickelt werden.

Einige Hersteller haben darüber hinaus die Produktion ihrer Pflanzmaschinen eingestellt; hierunter auch namhafte Hersteller wie Kverneland, Monosem oder Pessl. Für die nahe Zukunft ist mit einer weiteren Verringerung des Angebots an Pflanzmaschinen durch Aufgabe der Produktion einiger Firmen oder Herstellerfusionen zu rechnen.

Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Pflanzmaschinen könnten aber in einer Kombination mit der Sekundärbodenbearbeitung oder Beetformen bestehen, da durch die Kombination dieser Arbeiten eine Arbeitszeit- und Kostenersparnis möglich wird. Zunehmende Bedeutung wird auch die Verlegung von Tropfschläuchen und Mulchfolien während der Pflanzung erlangen. Gera-

de für die Rückverfestigung der Pflanzen unter Mulchfolien durch die Pflanzmaschinen besteht noch Optimierungspotenzial.

Das vorliegende KTBL-Arbeitsblatt spiegelt den Stand der Technik vom April 2009 wider. Wegen möglicher Entwicklungen im Bereich der Pflanzmaschinen müssen Neuerscheinungen auf dem Markt gegebenenfalls zusätzlich beachtet werden!

Literatur

- GEYER, M.; LABOWSKY, H.-J.; DAMEROW, L. (1998): Pflanzmaschinen und -geräte für Gemüse - Bauarten und Typentabellen. KTBL, Darmstadt (KTBL-Arbeitsblatt 0647)
- GEYER, M. (1990): Pflanztechnik im Feldgemüsebau - Auswirkungen der Einbettungswerkzeuge und ausgewählter Jungpflanzenanzuchtverfahren auf die Pflanzqualität. Dissertation, Weihenstephan, ISSN-Nr. 0931-6264
- QUEST, D. (1994): Arbeitsqualität und Leistungsfähigkeit von Pflanzmaschinen für Miscanthus. Dissertation, Kiel
- WONNEBERGER, C.; KELLER, F.; BAHNMÜLLER, H.; BÖTTCHER, H.; GEYER, B.; MEYER, J. (2004): Gemüsebau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- KROMER, K.-H.; STRUZINA, A.; HÜSGENS, C. (1988): Verfahrenstechnik bei Gemüse-Pflanzkulturen. KTBL, Darmstadt (KTBL-Arbeitspapier 128)
- LABOWSKY, H.-J. (2002): Vollautomatische Pflanzmaschinen im Einsatz. Vortrag
- ZMP (2008): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle. ZMP-Marktbilanz Gemüse 2008. ZMP, Bonn

Hersteller von Pflanzmaschinen

Die folgende Liste stellt nur eine Auswahl dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit (Stand: Oktober 2009).

Das Internet erlaubt eine schnelle Information und Kontaktaufnahme zu den Herstellern.

Hersteller	Internetadresse
Agriplanter, Belgien	www.agriplanter.com
Ateliers Ribouleau, Frankreich	www.monosem.com
Bärtschi/Fobro, Schweiz	www.fobro.com
Basrijs, Niederlande	www.basrijs.nl
BCC/Lännen, Finnland	www.lannenplantsystems.com
Checchi & Magli, Italien	www.checchiemagli.com
Ferrari, Italien	www.ferraricostruzioni.com
Gemütec, Deutschland	www.gemuetec.de
Gerber Landtechnik, Schweiz	www.pflanztechnik.ch
Hortus, Deutschland	www.gemuesetechnik.de
Kress, Deutschland	www.kress-landtechnik.de
Lauwers/Trinkel, Belgien	www.lauwers.eu
Perdu, Deutschland	www.perdu-deutschland.de
Plantek, Schweden	www.plantek.se
Sfoggia, Italien	www.sfoggia.com
Simon, Frankreich	www.simon-online.fr
Spapperi, Italien	www.spapperi.it
Williames, Großbritannien	www.williames.com
Zema, Deutschland	www.zema-agrarsysteme.de

Ersetzt das KTBL-Arbeitsblatt 647 von 1998