

Detlef Ehlert

# Entwicklung einer Erntemaschine für Kamillenblüten

Mit dem Anbau von Kamille wird die Biodiversität in Landwirtschaftsbetrieben erhöht sowie eine zusätzliche Einkommensquelle geschaffen. Um die Ernte der Kamillenblüten effizienter zu gestalten, wurde ein dreijähriges Forschungsprojekt gefördert. Es hatte zum Ziel, eine neue Erntemaschine in Form eines Funktionsmusters zu entwickeln und zu untersuchen, das sich durch eine hohe Pflückqualität, geringe Verluste, eine Flächenleistung von mindestens 1 ha je Stunde und geringe Kosten auszeichnet. In der Endphase des Projektes wurde in der Erntesaison 2013 das Funktionsmuster einer Erntemaschine erprobt, die das Know-how und somit die Grundlage für die zukünftige Produktion einer neuen Erntemaschine in Kleinserie liefert.

eingereicht 31. Januar 2014

akzeptiert 19. März 2014

## Schlüsselwörter

Erntemaschine, Kamillenblüten, Entwicklung, Erprobung

## Keywords

Harvester, chamomile flowers, development, test

## Abstract

Ehlert, Detlef

## Development of a chamomile harvester

Landtechnik 69(2), 2014, pp. 62–67, 7 figures, 1 table, 16 references

The cultivation of chamomile results in increased biodiversity in farms and in additional income sources. To make the harvest of chamomile flowers more efficient, a three-year research project was funded. The aim was the development and investigation of a research prototype characterized by a high picking quality, low losses, productivity of 1 hectare per hour, and low costs. In the final phase of the project a self-propelled harvester was tested, which provided the base for the future commercial manufacturing of the new harvester in small series.

■ Gegenwärtig wird weltweit auf einer Fläche von ca. 20 000 ha Kamille für die pharmazeutische Industrie angebaut; davon entfallen ca. 1 000 ha auf die Bundesrepublik Deutsch-

land [1]. Mit dem Anbau von Kamille wird die Biodiversität in Landwirtschaftsbetrieben erhöht sowie eine zusätzliche Einkommensquelle geschaffen. Für das Ernten von Kamillenblüten kommen in Deutschland gegenwärtig Pflückmaschinen des Typs „Linz III“ zum Einsatz, die vorrangig Basismaschinen aus der Produktion des ehemaligen „Kombinat Fortschritt Landmaschinen“ nutzen. Diese Maschinen wurden im Laufe ihrer Nutzung von den Anbaubetrieben durch konstruktive Änderungen und den Einsatz moderner Baugruppen schrittweise verbessert. Seit über 15 Jahren gab es weder Forschung zur Entwicklung neuer Erntetechnik noch einen Landmaschinenhersteller in Deutschland, der modernisierte bzw. neue Kamillenerntemaschinen anbietet. Um den Anbau von Kamille auszuweiten und effizienter zu machen, wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) in Gülzow ein Forschungsprojekt zur Entwicklung neuer Erntetechnik für Kamillenblüten gefördert (FKZ: 22012309), das sich über den Zeitraum Mai 2010 bis August 2013 erstreckte. Ziel dieses Projektes war die Entwicklung des Funktionsmusters einer neuen Erntemaschine für Kamillenblüten, die sich – bei einer Flächenleistung von mindestens 1 ha je Stunde – durch eine hohe Pflückqualität, geringe Verluste sowie geringe Kosten auszeichnet.

## Die technische Lösung

### Grundsätzliches

In Ländern mit niedrigen Löhnen erfolgt die Ernte von Kamillenblüten noch von Hand bzw. mit einem geringen Mechanisierungsgrad [2; 3; 4; 5]. Dagegen werden in Ländern mit einem hohen Lohnniveau (wie in Mitteleuropa) Maschinen eingesetzt, die entweder mit Traktoren betrieben werden oder als Selbstfahrer ausgeführt sind [1; 5; 6].

Da das Pflückprinzip entscheidend für die Leistungsfähigkeit und die Blütenqualität ist, wird im Folgenden besonders die Entwicklung der Pflückeinrichtung vorgestellt. Gegenwärtig sind bei der Kamillenerntetechnik die beiden Grundprinzipien „Pflückkamm“ und „Pflückrotor“ vorherrschend, die einerseits als geradlinig bewegte Pflückkämme mit zusätzlicher Stängel-einkürzung und andererseits als rotierende Pflückkämme mit innerer und äußerer Gutabgabe oder als rotierende Stiftentrommeln ausgeführt sind [1; 7].

In Deutschland ist das Bewegen von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen außerhalb von Autobahnen bis zu einer Breite von 3 m ohne Sondergenehmigung gestattet. Daraus resultiert, dass die Außenkanten der Räder der Erntemaschine eine maximale Breite von 3 m einnehmen dürfen. Durch die Anordnung der Räder an der Außenkante der Erntemaschine bzw. des Pflückvorsatzes kann jede in den Pflanzenbestand hinein gefahrene Fahrspur pro Pflücke zweimal genutzt werden. Bei einer größeren Arbeitsbreite ist nur die einmalige Nutzung der Fahrspuren möglich. Erst bei einer Arbeitsbreite > 6 m würde ein annähernd gleicher Anteil des Pflanzenbestandes niedergefahren werden. Da die Pflanzenhöhe bzw. der Pflückhorizont bei Kamillebeständen kleinräumig sehr stark variiert, würde bei einer großen Arbeitsbreite die Einhaltung einer optimalen Pflückhöhe schwer zu realisieren sein [8; 9]. Um dennoch höhere Flächenleistungen zu erreichen, wurde eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bei der Ernte angestrebt.

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass rotierende Pflückkämme in Form einer Trommel sowohl eine gute Pflückqualität als auch eine akzeptable Flächenleistung, wie bei der selbstfahrenden Erntemaschine Linz III, erreichen [10; 11; 12]. Um die Wirtschaftlichkeit der Erntetechnik für Kamillenblüten weiter zu steigern, sollte stets an verbesserten technischen Lösungen gearbeitet werden. Bei der Linz III werden die gepflückten Blüten in das Trommelinnere abgegeben und von dort aus mit Schnecken- bzw. Gurtbandförderern in den Blütenbunker transportiert. Die Trommeldrehzahl ist dabei auf 20 bis 25 min<sup>-1</sup> begrenzt, sodass die Blüten aufgrund der Schwerkraft zuverlässig nach innen abgegeben werden. Da für eine höhere Ernteleistung, d. h. für ein gründliches verlustfreieres Pflücken des Bestandes, bei gesteigerter Fahrgeschwindigkeit eine höhere Trommeldrehzahl erforderlich ist, waren neue technische Lösungen zu finden.

### Technische Ausführung 2013

In den Jahren 2010 bis 2012 wurde an der Entwicklung einer Erntemaschine gearbeitet, bei der das Pflückgut – wie bei der Linz III – in das Trommelinnere abgegeben wurde [13; 14; 15]. Das Pflücken der Blüten erfolgte mithilfe von Pflückkämmen, die an der Außenseite der Trommel angeordnet waren. Zunächst sollten die abgepflückten Blüten auch bei hoher Trommeldrehzahl > 30 min<sup>-1</sup> in die Blütenschnecke im Trommelinneren gelangen. Dazu wurde mithilfe eines Gebläses ein Luftstrom erzeugt, der die Blüten aus den Kämmen in die Blütenschnecke befördern sollte. Gleichzeitig wurden in einer ersten Ausfüh-

rung doppelagige Pflückkämme – ähnlich einem „Mini-Mähbalcken“ – eingesetzt, damit überlange Reststängel an den Blüten zusätzlich eingekürzt werden können. Die Förderwirkung des Luftstroms erwies sich allerdings als zu gering und die doppelagigen Pflückkämme als zu stör anfällig. Daraufhin wurden für das Kürzen der Stängel fingerförmige Scherelemente aus Federstahl eingesetzt, die sich als robuster erwiesen und die einen besseren Räumeffekt zum Freihalten der Pflückkämme erreichten. Der durch das Gebläse erzeugte Luftstrom wurde außerdem genutzt, um das Pflückgut aus dem Inneren der beiden Pflücktrommelhälften über eine Injektorschleuse und pneumatische Förderleitungen in den Blütenbunker zu fördern.

Während der Einsatzuntersuchungen in der Erntesaison 2012 stellte sich heraus, dass bereits bei mittleren Trommeldrehzahlen um 40 min<sup>-1</sup> viele Blüten nicht mehr zuverlässig in das Trommelinnere abgegeben, sondern nach hinten abgeworfen wurden. Im nächsten Schritt wurde die Pflücktrommel daher völlig geschlossen und das Pflückgut in eine hinter der Pflücktrommel angeordnete Blütenschnecke übergeben. Mit dieser Ausführung waren drei wesentliche Vorteile verbunden:

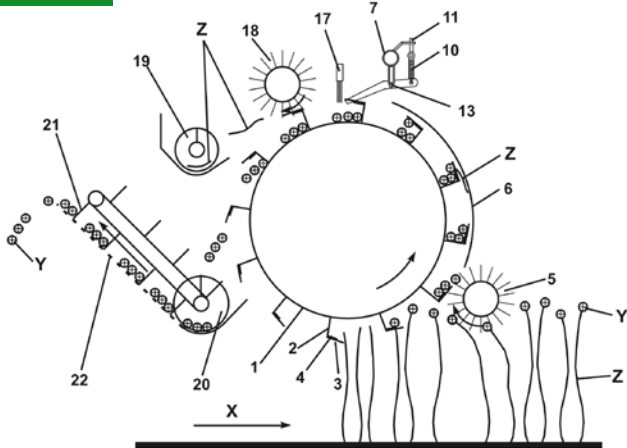
- Einfache, durchgehende und robuste konstruktive Ausführung der Pflücktrommel
- Vermeiden des zwischen den beiden Trommelhälften unzureichend gepflückten Bestandesstreifens
- Ersatz der pneumatischen Bunkerbeschickung durch Gurtbandförderer oder Elevator

Basierend auf diesen grundlegenden Erkenntnissen war die Erntemaschine in der Ausführung 2013 mit einer vollständig geschlossenen Pflücktrommel ausgerüstet, die das Pflückgut nach außen abgab (**Abbildungen 1 bis 4**). Der Trommelmantel (1) bestand aus Stahlblech, an dem winkelförmig gebogene Befestigungsbleche (2) angeschweißt wurden, die als Halterung für die Pflückkämme dienten. Die Kammhalterung war genauso breit wie der Pflückkamm (3) und bildete zusammen mit dem Pflückkamm die Pflückrinne. Zur besseren Handhabung deckte jeder Pflückkamm nur eine Hälfte der Trommelbreite ab. Die Trommelhälften waren jeweils mit 12 Pflückkämmen bestückt, die gesamte Pflücktrommel also mit 24 Pflückkämmen. Um einen möglichst stoßfreien Lauf zu erzielen, wurden die Befestigungsbleche und somit auch die Pflückkämme um 15° versetzt angeordnet. Die Pflückkämme hatten eine Teilung von 14,5 mm, wovon auf den Zahn 11 mm und auf den Zwischenraum 3,5 mm entfielen. Jeder Kamm hatte 100 Zähne und eine Breite von 1 446,5 mm.

Um die Zufuhr des Ernteguts zu den Pflückkämmen zu verbessern, wurde eine rotierende Zuführwalze (5) im Pflückbereich vor der Trommel angeordnet, die in der ersten Ausführung nicht aktiv angetrieben wurde. Da aus den vorausgegangenen Untersuchungen bekannt war, dass die gepflückten Blüten dazu neigen, aus der Trommel herauszuspringen, wurde eine Abdeckhaube (6) angeordnet.

Für das Einkürzen langer Stängel an den Blüten kam eine neue Schereinrichtung zum Einsatz (**Abbildung 4**), mit der eine definierte Scherkraft erzeugt werden konnte. Dabei wur-

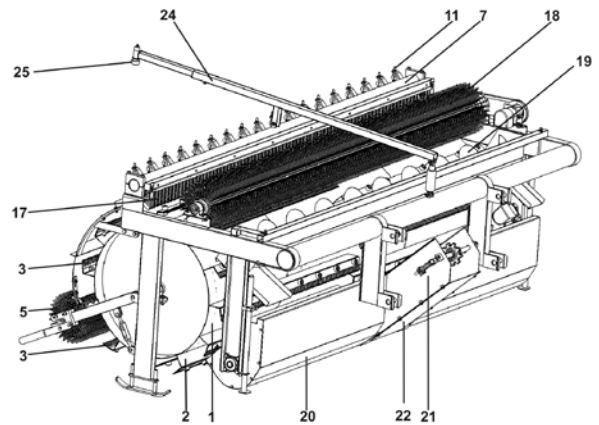
Abb. 1



Prinzip des Pflückvorsatzes der KBEM'13  
(X Fahrtrichtung)

Fig. 1: Principle of the picking unit from the KBEM'13  
(X Driving direction)

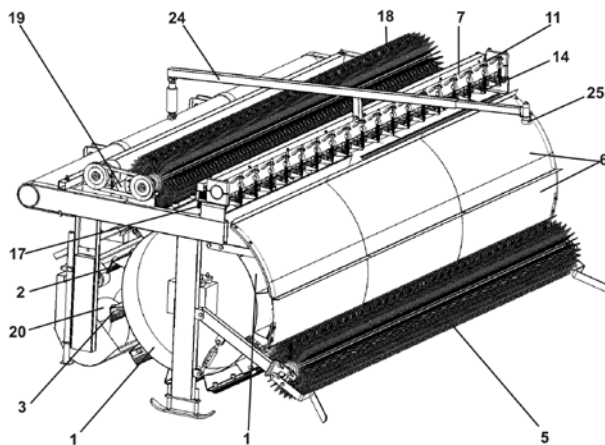
Abb. 3



Pflückvorsatz der KBEM'13 in perspektivischer Ansicht  
(von der linken Rückseite)

Fig. 3: Picking unit of the KBEM'13 in perspective view  
(from left back)

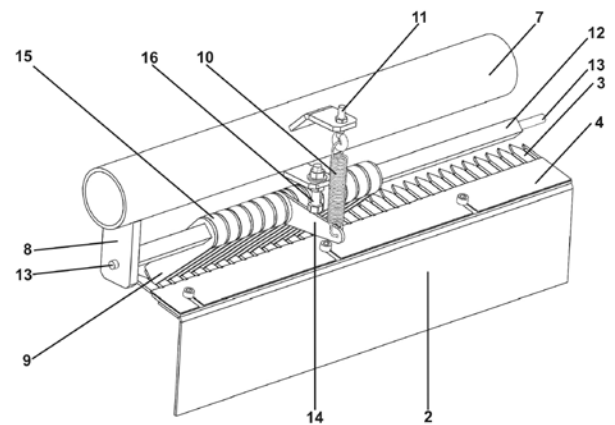
Abb. 2



Pflückvorsatz der KBEM'13 in perspektivischer Ansicht  
(von der rechten Vorderseite)

Fig. 2: Picking unit of the KBEM'13 in perspective view  
(from right front)

Abb. 4



Schereinrichtung zum Einkürzen der Stängel  
Fig. 4: Shearing device for stalk cutting

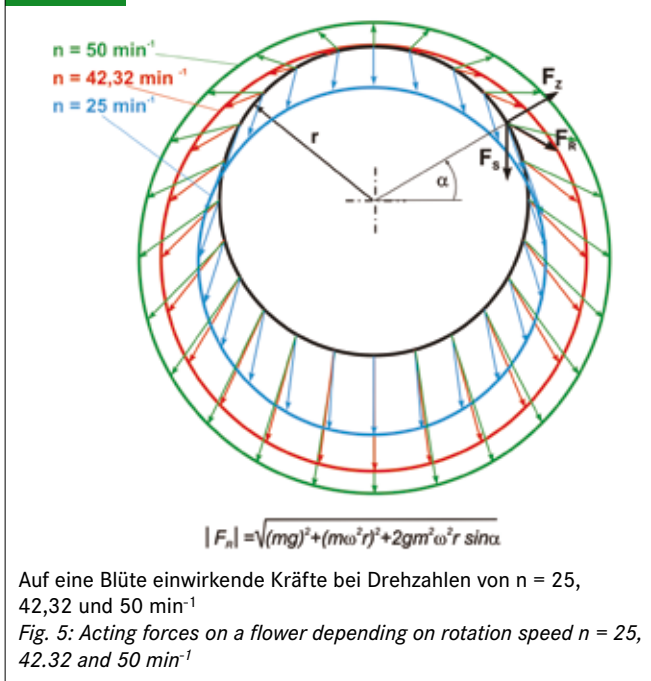
den Scherfinger (9), Scherbleche (4) sowie Zugfedern (10) verwendet, deren Vorspannung mittels Ösenschraube (11) einstellbar war.

Damit die Federkraft auf die Scherfinger durch Formschluss übertragen werden konnte, wurde eine Vierkant-Hohlwelle mit einer Innenbohrung (12) als Verbindungselement eingesetzt, die drehbar auf einer durchlaufenden Achse (13) gelagert war und somit verhindern sollte, dass sich die Kipphebel (14) gegen die Scherfinger verdrehen. Die Scherfinger waren derart auf der Vierkant-Hohlwelle angeordnet, dass sie exakt die Lücken des Pflückkammes durchfahren. Mittels einer Anschlagsschraube (16) konnte die Eingriffstiefe der Scherfinger stufenlos eingestellt werden.

Die Scherbleche wurden mit Langlöchern versehen, die ein Nachstellen und somit eine längere Nutzung ermöglichen. Dadurch wird verhindert, dass die Scherfinger auf dem Kammgrund auflaufen und der Schereffekt, der mit dem dünnen Scherblech erzielt werden soll, verloren geht. Die Schereinrichtung in dieser Ausführungsform besaß den Vorteil, dass die Stängel mit dem größten Durchmesser durch die Blockanordnung der Scherkämme mit der höchsten Kraft beaufschlagt wurden, während die Scherblechbereiche ohne Stängelbelegung keinen oder nur einen geringen Kontakt mit den Scherfingern hatten.

Um das Ablegen der Blüten in der Pflückrinne sowie das Reinigen der Kämme von langem Material zu unterstützen,

Abb. 5



wurde hinter der Schereinrichtung eine feststehende Kammbürste (17) und eine aktiv angetriebene Reinigungsbürste (18) angeordnet.

Die Reinigungsbürste hatte neben der Kammreinigung die Aufgabe, die von der Schereinrichtung abgetrennten langen Bestandteile des Pflückgutes (Z) in den Krautschneckenförderer (19) zu werfen, die von dort aus in der linken Fahrspur abgelegt wurden und somit weitere Pflücken nicht behinderten.

Bei der Entwicklung des Pflückvorsatzes wurde erwartet, dass die Blüten (Y) in einer tangentialen Bewegungsbahn unterhalb der Krautschnecke in die Blütenschnecke übergeben werden. Dazu wurden die Kräfte analysiert, die infolge der Drehbewegung der Pflücktrommel mit einem Radius von  $r = 0,5 \text{ m}$  bei unterschiedlichen Drehzahlen von  $25$ ,  $42,32$  und  $50 \text{ min}^{-1}$  auf eine Einzelblüte wirken (**Abbildung 5**). Es wird deutlich, dass bei einer niedrigen Drehzahl von  $25 \text{ min}^{-1}$  die resultierende Kraftwirkung infolge der geringen Zentrifugalkraft  $F_Z$  wenig nach außen gerichtet ist, sodass eine zuverlässige Abgabe der Blüten nur im unteren Bereich der Pflücktrommel bei  $\alpha > 180^\circ$  zu erwarten ist. Bei einer Drehzahl von  $42,32 \text{ min}^{-1}$  haben die Schwerkraft  $F_S$  und die Zentrifugalkraft den gleichen Betrag, d.h. bei  $\alpha = 90^\circ$  ist die resultierende Kraft Null, während sie bei  $\alpha = 270^\circ$  der zweifachen Schwerkraft entspricht. Bei einer weiteren Steigerung der Trommeldrehzahl auf  $50 \text{ min}^{-1}$  steigt die Zentrifugalkraft deutlich an, wodurch eine frühere Abgabe der Blüten bei  $\alpha < 180^\circ$  aus der Pflücktrommel resultiert.

Nach Verlassen der Pflücktrommel wurde das Pflückgut in den Blütenschneckenförderer (20) transportiert und zur Maschinenmitte gefördert, um mit einem Paddелеlevator (21) auf einen Stollengurtbandförderer zur Befüllung des Blütenbunkers übergeben zu werden. Zum Abtrennen von Feinbestandtei-

Abb. 6



Kamillenblütenerntemaschine KBEM'13 bei der Erprobung (Foto: ATB)  
Fig. 6: Chamomile harvester KBEM'13 while testing

len (z. B. Sand) aus dem Pflückgut, war der Paddелеlevator mit einem Siebboden (22) ausgestattet, durch den die Feinbestandteile auf den Ackerboden fallen konnten.

Um den Fahrer bei der Anpassung der Pflückhöhe zu entlasten, wurde ein Ultraschallsensor (25) installiert, der über einen Teleskopausleger (24) ausreichend weit vor dem Pflückvorsatz platziert wurde.

### Erprobungsergebnisse

Die Erprobungsarbeiten mit der neuen Erntemaschine (**Abbildung 6**) in der Erntesaison 2013 erstreckten sich vom 23. Mai bis zum 24. Juli 2013. Generell ist bei der Auswertung der Ergebnisse auf die Heterogenität der Pflanzenbestände hinzuweisen. So zeigte ein Versuch vom 24. Mai 2013, dass die maschinell gepflückten Erntemengen innerhalb von nur wenigen Metern um bis zu 50 % voneinander abwichen. Noch mehr unterschieden sich die Pflanzenbestände von Standort zu Standort. So waren besonders Höhe, Dichte und Mächtigkeit der Kamillenbestände sehr verschieden. Auch die Anzahl der bereits getätigten Pflücken je Bestand stellte eine Änderung der Erntebedingungen dar. Damit ist der Vergleich der Pflückergebnisse an verschiedenen Standorten nur sehr bedingt möglich. Um aussagekräftige und abgesicherte Ergebnisse zu erlangen, waren daher eine hohe Anzahl an Stichproben und eine umfangreiche Versuchsanordnung notwendig [14; 15]. Dies konnte aufgrund begrenzter Kapazitäten nur teilweise erbracht werden. Da gerade am Anfang eine Vielzahl von Einstellungskombinationen getestet wurden, war es schwierig, statistisch abgesicherte Aussagen zu optimaler Fahrtgeschwindigkeit, Pflückkammhöhe oder Trommeldrehzahl abzuleiten. Erschwerend kam noch die Variabilität des Kamillenbestandes hinzu: Ein an einem Standort ermitteltes Optimum der Maschineneinstellungen musste angesichts der sehr unterschiedlichen Pflanzenbestände am nächsten Standort wieder neu justiert werden. Unter diesen Umständen ist die knappe Zeit während des Erntejahres 2013 genutzt worden, um das neu entwickelte

Tab. 1

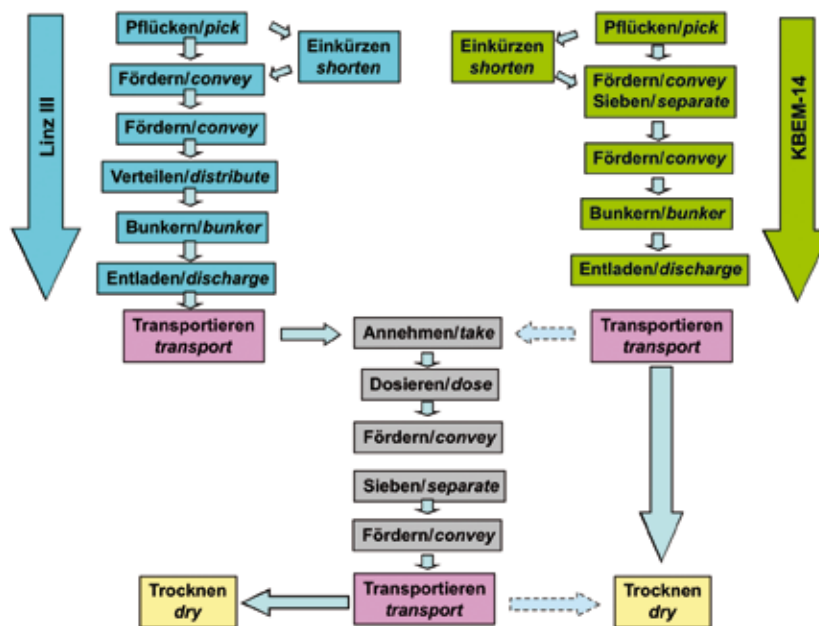
Zusammenfassende Bewertung der Erntemaschinen für Kamillenblüten  
 Table 1: Summary assessment of the chamomile harvesters

Bewertungskriterium Evaluation criterion	Linz III	KBEM'13	KBEM'14
Ausführung der Pflücktrommel Type of picking drum	Innenabgabe Inside discharge	Außenabgabe Outside discharge	Außenabgabe Outside discharge
Trommeldrehzahl Drum speed	nach oben begrenzt limited	keine Begrenzung nach oben unlimited	keine Begrenzung nach oben unlimited
Spritzverluste Hopping losses	hoch high	hoch high	niedrig low
Einkürzung der Reststängel Cutting of stalks	begrenzt limited	möglich possible	möglich possible
Ablage von Langgut Put down of long material	im Pflückbereich in the picking area	vorrangig in der Fahrspur mainly in the lanes	vorrangig in der Fahrspur mainly in the lanes
Pflückgutqualität Quality of picked flowers	mit geringem Langanteil with low long proportion	mit hohem Langanteil with high long proportion	für Trocknung geeignet useful for direct drying

und zuvor nicht erprobte Prinzip der Kamillenblüternerntemaschine KBEM'13 ausführlich zu testen und erkannte Probleme zu bewältigen [16]. Diese Probleme waren:

- Zu hohe Spritzverluste durch nicht optimale Abdeckung der Pflücktrommel und Gestaltung der Zuführwalze
- Auftreten von Wickelerscheinungen an rotierenden Bauteilen
- Zu hohe Übergabeverluste vom Paddelevator zum Gurtbandförderer für die Bunkerbeschickung
- Zu hoher Anteil von Blüten mit kurzen Reststängeln in der Krautschnecke
- Zu hoher Anteil von langen Krautbestandteilen im Blütenbunker
- Mangelnde Präzision der automatischen Pflückhöhenregelung in Beständen, bei denen hohe Unkräuter aus dem Kamillebestand herausragten
- Zu große Empfindlichkeit der Pflückkämme bei Steinkontakt

Abb. 7



Verkürzen der Prozesskette durch Sortierung auf der Erntemaschine  
 Fig. 7: Shortening the process chain by sorting on the harvester

Als Ergebnis der fortlaufend gewonnenen Erkenntnisse erfolgte eine stetige Weiterentwicklung und Anpassung der Maschine. Die KBEM'13 bestand zum Ende des Einsatzes schließlich auch im Dauerbetrieb. Es konnten zwar nicht alle erkannten Probleme gelöst bzw. deren Lösungen umgesetzt werden. Die Erkenntnisse des Jahres 2013 bilden dennoch eine belastbare Basis für die Weiterentwicklung der Erntemaschine [16], die für die Erntesaison 2014 geplant ist (**Tabelle 1**).

Die wichtigsten Ergebnisse der Erntesaison 2013 bestanden in der Erkenntnis, dass sich das Prinzip der geschlossenen Pflücktrommel bewährt hat und dass es durch das Anordnen einer Siebeinrichtung auf der Erntemaschine prinzipiell möglich ist, ein Pflückgut zu erzeugen, das nur einen sehr geringen Anteil an Blüten mit einer Reststängellänge > 3 cm aufweist. Damit muss das Pflückgut vor dem Trocknen nicht mehr einer stationären Sortieranlage zugeführt werden. Mit der Verlegung des Siebvorgangs auf die Erntemaschine können die Belastungen des Pflückgutes, der Transportaufwand sowie die Verfahrenskosten erheblich reduziert werden (**Abbildung 7**). Da davon auszugehen ist, dass das Pflückgut aus der Erntemaschine eine vergleichbare Qualität wie das aus einer Sortieranlage besitzt, wird eine direkte Belieferung einer zentralen bzw. dezentralen Trocknungsanlage möglich.

Erste betriebswirtschaftliche Erhebungen im Projekt haben ergeben, dass durch Reduzierung der Pflückverluste in einer Größenordnung von 10 % und das Einsparen der stationären Sortieranlage eine Gewinnsteigerung im Bereich von mehreren hundert Euro je Hektar Anbaufläche möglich ist.

### Schlussfolgerungen

Im Hinblick auf die Projektziele kann festgestellt werden, dass der Abpflückgrad unter günstigen Bestandesverhältnissen erreicht wurde; bei mastigen Beständen mit starken Verzweigungen jedoch noch nicht. Die Qualität des Pflückgutes entsprach nicht den Zielstellungen und muss durch technische Verbesserungen unbedingt gesteigert werden; dies gilt insbesondere für den Anteil von Blüten mit einer Reststängellänge unter 3 cm.

Die Flächenleistung von 1 ha/h und mehr wurde unter günstigen Umständen erreicht. Aus den Untersuchungen geht hervor, dass tendenziell mit höherer Fahrgeschwindigkeit und somit höherer Flächenleistung der Anteil der nicht gepflückten Blüten zunimmt. Vor diesem Hintergrund muss der Landwirt entscheiden, ob eine hohe Flächenleistung oder die Minimierung der Verluste im Vordergrund steht.

Erfahrungsgemäß dauert es mehrere Jahre bis ein neues Pflückprinzip optimiert ist. Das gilt in gleicher Weise für die KBEM'13 und die daraus resultierende Maschine zur Vorbereitung der Kleinserie. Aufgrund der erzielten Ergebnisse in der Erntesaison 2013, der gewonnenen Erkenntnisse und der Vorstellungen zur weiteren Optimierung wird erwartet, dass nach einer konstruktiven Überarbeitung eine Maschine für die Erntesaison 2014 bereitgestellt werden kann, die deutliche Vorteile gegenüber den bisherigen Erntemaschinen aufweist.

### Literatur

- [1] Ehlert, D.; Brabandt, H. (2011): Chamomile harvesters: A review. *Industrial Crops and Products* 34, pp. 818–824
- [2] Ebert, K. (1982): *Arznei- und Gewürzpflanzen. Ein Leitfaden für Anbau und Sammlung*. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
- [3] Franke, R.; Schilcher, H. (2005): *Chamomile: industrial profiles*. Boca Raton, CRC Press Taylor & Francis Group
- [4] Plescher, A. (1997): Verfahrenstechnische Entwicklung zum Anbau von Kamille (*Chamomilla recutita* [L.] Rauschert). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 2(4), S. 193–201
- [5] Zimmer, S.; Müller, J. (2004): *Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen. Gülzower Fachgespräche, Band 22*
- [6] Martinov, M.; Tesic, M.; Müller, J. (1992): Erntemaschine für Kamille. *Landtechnik* 47(10), S. 505–507
- [7] Martinov, M.; Konstantinovic, M. (2007): Harvesting. In: *Medicinal and Aromatic Crops – Harvesting, Drying and Processing*, Hg. Özekin, S.; Martinov, M., New York, Haworth Food & Agricultural Products Press, pp. 27–84
- [8] Ehlert, D. (2011): Current status and advanced solutions for chamomile harvesters. *VDI-Berichte Nr. 2124, S. 77–84*
- [9] Ehlert, D.; Roschow, K. (2011): Entwicklungsstand und neue Lösungsansätze zur Ernte von Kamillenblüten (*Matricaria recutita* L.), *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 16(3), S. 111–118
- [10] Rüllicke, A. (1978): Gutachten Nr. 353: Kamillenpflückmaschine Linz III. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.
- [11] Herold, M.; Pank, F.; Menzel, E.; Kaltfofen, H.; Loogk, E.; Rust, H. (1989): Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von *Chamomilla recutita* L. (Rauschert) und *Calendula officinalis* L. für die Gewinnung von Blütendrogen. *Drogenreport* 2(2), S. 43–61
- [12] Mohr, T.; Hecht, H. (1996): Entwicklung einer Pflückmaschine. Ernte von Echter Kamille (*Chamomilla recutita* [L.] Rauschert), Ringelblume (*Calendula officinalis* L.) und Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 1 (Sonderheft), S. 68–77
- [13] Zahn, M. (2012): Erprobung einer neuen Erntemaschine für Kamillenblüten. Bachelor-Arbeit, Hochschule Neubrandenburg
- [14] Beier, K.; Ehlert, D. (2014a): Methods for evaluation of picking performance of chamomile (*Matricaria recutita* L.) harvesters. Part I: Comparison of established methods. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmp.2014.01.001> (accepted), Zugriff am 19.3.2014
- [15] Beier, K.; Ehlert, D. (2014b): Methods for evaluation of picking performance of chamomile (*Matricaria recutita* L.) harvesters. Part II: Development of new methods. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmp.2014.01.002> (accepted), Zugriff am 19.3.2014
- [16] Schadow, J. (2013): Erprobung, Weiterentwicklung und Bewertung einer neuen Kamillenblütenerntemaschine. Bachelor-Arbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

### Autor

**Dr.-Ing. Detlef Ehlert** ist Leiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, E-Mail: [dehlert@atb-potsdam.de](mailto:dehlert@atb-potsdam.de)