

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrianwurzeln

Laufzeit	01.08.2010 - 31.11.2013
Forschungsstelle	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung Vöttinger Straße 36 85354 Freising
Projektleitung	Dr.-Ing. Georg Fröhlich
Förderung	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22011509 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:
 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Problemstellung/Zielsetzung

Im Rahmen des Demonstrationsvorhabens zur züchterischen und anbautechnologischen Verbesserung der Produktion von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse soll dieses Projekt einen Beitrag zur Verbesserung der Erntetechnik für Baldrianwurzeln leisten. Mittelfristig soll die schonende Ernte der in Pflanzkultur angebauten Wurzeln bei verbesserter Produktqualität sichergestellt werden, langfristig soll das neue Verfahren die effiziente Ernte von im Direktsaatverfahren angebauten Wurzeln ermöglichen. Damit können eine Sicherung und Steigerung der Erlöse erreicht und die internationale Wettbewerbsposition des deutschen Baldriananbaus verbessert werden. Für die Wirtschaftlichkeit des Anbaus haben die Reduzierung der Erntekosten und die Verbesserung der Qualität der Ernteware oberste Priorität.

Ausschlaggebend für die Senkung der Kosten sind die Minimierung der Ernteverluste und die schonende Wurzelbergung mit geringem Erdbesatz. Eine qualitativ hochwertige Ernteware ermöglicht außerdem eine höhere Waschleistung bei unveränderter Aufbereitungstechnik. Das Ziel des Projektes war eine 50%ige Leistungssteigerung bei der Erntetechnik, um durch die Minimierung des Erntezeitraumes nicht mehr so stark von den Witterungseinflüssen abhängig zu sein.

Ergebnisse

Für die schonende Ernte der Baldrianwurzeln wurde das Funktionsmuster eines neuen modularen Erntesystems auf der Basis handelsüblicher Baugruppen entwickelt. Die Arbeiten wurden in 4 Teilbereiche aufgeteilt:

1. Beurteilung des herkömmlichen Ernteverfahrens

Ernte- und Flächenleistung sind bisher nicht ausreichend dokumentiert, sondern nur aus dem Betriebsergebnis abschätzbar. Daher wurden Arbeitszeiten und Ernteleistung des bisherigen Ernteverfahrens an mehreren Standorten bei unterschiedlich mechanisierter Ernte untersucht.

2. Technikrecherche

Zu bisher eingesetzten und potenziell nutzbaren Erntesystemen für Wurzelkulturen wurde eine Literatur-, Patent- und Marktanalyse durchgeführt, in der auch Erntetechnik für Hackfrüchte und Gemüse sowie Baumschultechnik berücksichtigt wurden. Die Erfahrungen mit den bestehenden Erntemaschinen der Projektpartner und weiterer Anbaubetriebe wurden z.T. detailliert untersucht (Schwachstellenanalyse). Kontakte zu Herstellern und potenziellen Anbietern einer geeigneten Grundmaschine wurden genutzt, um technische Details zu ergründen und bei Besichtigungen und Maschinenvorfürungen die potenzielle Eignung der Maschinen bzw. deren Teile zu erfassen.

3. Funktionsmusterbau

Als Ergebnis der Technikrecherche und der Schwachstellenanalyse konnte festgestellt werden, dass ein Roder mit mittiger Dammaufnahme, variablen Scharen, unterschiedlich anzuordnenden und erweiterbaren Siebkettenformationen sowie der Möglichkeit zum Einbau eines Siebsterns benötigt wird. Der darauf aufbauende Entwurf wurde von der Expertenarbeitsgruppe Erntetechnik angenommen. Als Grundmaschine wurde ein gebrauchter Kartoffelroder Grimme DLS 1700 beschafft. Im Grundrahmen der Maschine wurde für vergleichende Versuchszwecke ein modularer Aufbau aus den Hauptkomponenten Rodeelement, Aufnahme und Vorreinigung, variable Nachreinigungsstufen und Überladevorrichtung realisiert. Aus der Vielfalt von möglichen Kombinationen, die je nach Umgebungsbedingungen wie Pflanzenzustand, Boden, Witterung und Wettervorhersage unterschiedliche Erntevarianten erlauben, wurde das Gerät so aufgebaut, dass drei Varianten im Feldversuch unter Praxisbedingungen ohne Umbauten, nur durch Aktivieren der verschiedenen Nachreinigungsstufen, detailliert untersucht werden konnten. Nach dieser Versuchsreihe wurde das Gerät erweitert, so dass neben den drei Varianten der Ernte mit verschiedenen Reinigungsintensitäten und Ablage der Baldrianwurzeln auch eine einphasige Ernte mit Überladen möglich war. Ein wichtiges Kriterium beim Bau des Funktionsmusters war die Berücksichtigung unterschiedlicher Reihenabstände. Die technischen Umbauten erfolgten modular nach dem Baukastenprinzip mit möglichst vielen fertig verfügbaren Baugruppen. Adaptionen wurden mit CAD-Zeichnungen dokumentiert.

Nach den Ernteversuchen im Herbst 2011 wurden Sensoren und Aktoren zur Steuerung oder Regelung der optimalen Ernte, Vorreinigung und Bergung zur Optimierung des Systems integriert. Zur besseren Beobachtung und Kontrolle durch den Fahrer wurden an verschiedenen Positionen im Reinigungssystem Kameras integriert.

4. Technikerprobung und Analyse

Das entwickelte Funktionsmuster wurde 2011 mit drei verschiedenen Reinigungssystemen

- „Rotation“ (neu entwickeltes System),
- „Siebband“ und
- „Siebstern“ (Reinigungsstern optimiert)

getestet. Die drei Systeme wurden sowohl hinsichtlich Reinigungsintensität als auch Wurzel- und Inhaltsstoffverlusten miteinander verglichen. An vier Ernteterminen, sowohl unter trockenen als auch nassen Bedingungen, wurde erkannt, dass die drei Systeme keinen Einfluss auf die Inhaltsstoffgehalte (Valerensäure und ätherischer Ölgehalt) hatten. Die Massenverluste wurden mittels Unterziehfolie direkt erfasst, weil eine indirekte Berechnung der Wurzelverluste über den Ertrag nicht zielführend war. Das Reinigungssystem „Siebsterne“ wies mehrfach signifikant höhere Wurzelverluste auf als das System „Siebband“. Allerdings unterschieden sich die Reinigungssysteme nur geringfügig. Das Siebband verursachte durchschnittlich 0,6% Verluste, die Rotation 1,2% und der Siebsterne 1,6%. Hinsichtlich der Reinigungsintensität war das Siebband den beiden anderen Systemen deutlich unterlegen. Mit dem Reinigungssystem „Rotation“ wurde der Erdanhang durchschnittlich um 39%, mit dem System „Siebsterne“ um 55% gegenüber dem System „Siebband“ verringert. Das System „Siebsterne“ erzielte an allen Ernteterminen die beste Reinigungsleistung. Gegenüber dem System „Rotation“ wurden zwar keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Reinigungsintensität als auch der Wurzelverluste festgestellt, aber tendenziell war das System „Siebsterne“ bei der Reinigungsintensität dem System „Rotation“ überlegen, während das System „Rotation“ tendenziell weniger Verluste verursachte.

Für die Entwicklung eines schonenden Systems für die Baldrianernte sind somit alle drei Systeme verwendbar. Eine Kombination, in der die vorteilhaften Eigenschaften der einzelnen Systeme genutzt werden, erscheint am sinnvollsten. Das Siebband ist gegenüber dem Siebsterne der effektivere Höhenförderer. Durch Installation der Mechanik für die Rotation kann auch mit dem Siebband bzw. dann Rotation eine effektive Wurzelreinigung bei Bedarf zu- oder abgeschaltet werden. Soll der Gutstrom umgelenkt werden, z.B. in eine Überladeeinheit, so ist der Siebsterne dem Siebband durch seine richtungsweisende Abgabe des Produktes überlegen.

Basierend auf den Ergebnissen aus den Versuchen wurde nach der Erntesaison 2011 der Roder in Modulbauweise für den Praxiseinsatz weiterentwickelt. Mit einer Reißtrommel, unmittelbar nach der Schar, wurden zusammenhängende Wurzelstöcke im Aufnahmeband einzeln. Dies steigerte die Effizienz der nachfolgenden Reinigungssysteme. Das System „Rotation“ wurde in das Trägerfahrzeug dreimal in Reihe geschaltet installiert. Diesem folgt ein hydraulisch ausschwenkbarer Siebsterne, der das Produkt richtungsweisend in einen Überladeelevators abgibt. Bei ausgehobenem Siebsterne wird der Gutstrom über ein Leitsegel in den Elevator gelenkt.

Beim Baldrianfeldtag im September 2012 am Baumannshof wurde die Rodemaschine einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Mit dem Roder wurde am Baumannshof 2-reihig Baldrian aus verschiedenen Anbauverfahren (Herbst-, Frühjahrssaat, Pflanzung, Flach-, Dammanbau) erfolgreich geerntet. Bei diesem unter trockenen Bedingungen gerodeten Versuch wurde auch die notwendige Leistung für das Ziehen der Rodemaschine (\emptyset 3,2 KW bei 1,5 km/h Rodegeschwindigkeit) und für den Antrieb dieser über die Zapfwelle (\emptyset 4,5 KW bei 404 U/min Zapfwelldrehzahl) ermittelt.

Im Oktober wurde mit der Maschine auf dem Kooperationsbetrieb von Chr. Hennings in Schwebheim Baldrian im Beetanbau erfolgreich geerntet. Bis November war die Maschine zur Durchführung von weiteren Rodeversuchen (bzw. Systemvergleich) und Praxistests bei dem Kooperationsbetrieb „Agrarprodukte Ludwigshof eG“ in Thüringen im Einsatz. Während der Kampagne kam die Rodemaschine unter optimalen bis hin zu widrigsten Erntebedingungen zum Einsatz. Entsprechend variierte auch die Rodegeschwindigkeit von ca. 1,5 bis 6 km/h.

Beim Systemvergleich am 23. Oktober 2012 wurde die neu entwickelte Rodemaschine (einphasige Ernte, 3-reihig) mit der herkömmlich auf dem Betrieb eingesetzten Technik (zweiphasige Ernte, 2-reihig) hinsichtlich Reinigungsintensität und Flächenleistung verglichen. Die

neue Rodetechnik erzielte bei gleicher Rodegeschwindigkeit (2 km/h) einen um 8% niedrigeren Erdbesatz im Erntegut. Der Arbeitszeitbedarf (ohne Rüst- und Wendezeiten) für das Roden verringerte sich um 2,6 h/ha (Abbildung 1).

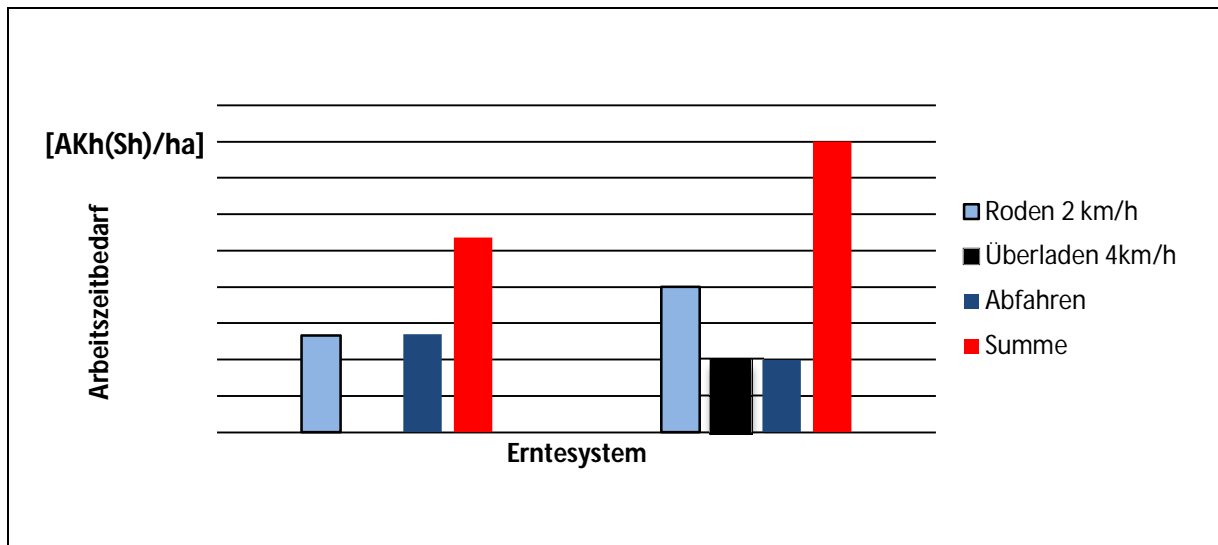


Abbildung 1: Theoretischer Arbeitszeitbedarf beim Roden

Die Rüst- und Wendezeiten wurden in der theoretischen Arbeitszeitbedarfsberechnung nicht berücksichtigt, weil diese in flächenbezogenen Berechnungen betriebsbedingt (z. B. kleiner/kurzer versus großer/ langer Schlag) stark variieren. Die Gesamtanzahl der Wendemanöver reduziert sich jedoch generell beim einphasigen 3-reihigen Verfahren um mehr als die Hälfte gegenüber der zweiphasigen 2-reihigen Ernte. Somit liegt der Gesamtarbeitszeitbedarf des alten Systems um ca. 50% über dem des einphasigen Ernteverfahrens mit der neuen Rodemaschine. Der bei dem Systemvergleich ermittelte Leistungsbedarf für das Ziehen der neuen Rodemaschine lag bei 6,8 KW. Der zweireihige alte Vorratsroder hingegen benötigte für die erste Phase (Roden) nur 4,2 KW. In der zweiten Phase, dem Überladen mit 4 km/h, waren 6,1 KW notwendig.

Im anschließenden Praxiseinsatz (ca. 8 ha) war ein Traktor mit 70 KW ausreichend. Für die Ernte dieser Fläche wurden 19 Stunden reine Rodezeit benötigt. Daraus ist ersichtlich, dass in dieser Erntekampagne ein geringerer Arbeitszeitbedarf für das Roden benötigt wurde als in der Berechnung. Der Grund für diese Differenz liegt darin, dass unter den diesjährigen Bedingungen mit der neuen Rodemaschine deutlich höhere Rodegeschwindigkeiten realisiert werden konnten als in den vorausgegangenen Jahren mit der alten Rodetechnik, welche für die Versuchsplanung (z.B. Rodegeschwindigkeiten) maßgebend war.

Während des Praxiseinsatzes wurden wertvolle Erfahrungen gewonnen, welche in Form von zahlreichen Umbaumaßnahmen vor der Erntesaison 2013 zur weiteren Optimierung der Maschine getätigt wurden.

Im Jahr 2013 sollte in einem Praxisversuch auf einem für Baldrian nicht optimalen Schlag (lehmiger, steinreicher, klutiger Boden) in Rockendorf geklärt werden, ob mit der neuen Rodemaschine 2-reihig oder 3-reihig leistungsfähiger gerodet werden kann. Das Ergebnis war, dass 3-reihig durchschnittlich mit 2,2 km/h, 2-reihig mit 3,3 km/h gerodet werden konnte. Bei dem Versuch mit drei Wiederholungen sank somit die Rodegeschwindigkeit umgekehrt proportional mit der Reihenzahl. Der Massendurchsatz war dadurch dementsprechend gleich und auch hinsichtlich der Reinigungsintensität konnten keine Unterschiede ermittelt werden. Bei der 3-

reihigen Ernte wird das Risiko einer Kollision mit dem nebenherfahrenden Transportfahrzeug gesenkt, weil die Vorfahrtsgeschwindigkeit geringer ist und sich die Anzahl der Wendemanöver am Ende des Schlages um ein Drittel reduzieren.

Durch die Schaffung einer gut dokumentierten Modelllösung mit modularem Charakter sollen Anbaubetriebe nach der Entwicklung des Funktionsmusters in die Lage versetzt werden, geeignete Produkte anzupassen bzw. Anpassungen zu angemessenen Kosten anfertigen zu lassen. Dazu wurde eine technische Anleitung erstellt. Die Maschine kann nach Rücksprache beim Kooperationspartner Agrarprodukte Ludwigshof e. G. besichtigt werden.

Projektbezogene Veröffentlichungen

Neumaier, G.

Baldrian-Erntetechnologie

Poster auf der Tagung „Arzneipflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg“, Neustadt an der Weinstraße, 25.-26.10.2010

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrianwurzeln

Feldtag Arznei- und Gewürzpflanzen am 20. Juni 2011 auf dem Baumannshof, Forstwiesen bei Ingolstadt

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrian

Vortrag auf dem Workshop zum Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL), 22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, Bernburg 21.-22.02.2012, Tagungsband S. 28

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrian

Rodevorführung auf dem Badrianfeldtag am 20. September 2012 auf dem Baumannshof, Forstwiesen bei Ingolstadt

Neumaier, G.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte von Baldrian

Vortrag auf dem Workshop „Aus der Praxis für die Praxis“, 23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 19.-20. Februar 2013, Bernburg

Neumaier, G.

Gegenüberstellung von sechs verschiedenen Anbauverfahren bei Baldrianwurzeln (*Valeriana officinalis* L.)

Poster auf der Tagung „23. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen“, 19.-20. Februar 2013, Bernburg, S. 39-40

Neumaier, G.; Fröhlich, G.; Bernhardt, H.

Entwicklung eines Systems für die schonende Ernte und Reinigung von Baldrianwurzeln

Landtechnik 69 (1), 2014, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Darmstadt S. 40-43

Neumair, G.

Verfahrenstechnische Analyse und Entwicklung von Ernte- und Reinigungssystemen für Baldrianwurzeln

Dissertation an der Technischen Universität München 2017

<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20170510-1303948-1-8>