

Schlussbericht

zum Vorhaben

Thema:

Verbundprojekt: Weiterentwicklung, Bau und Erprobung optimierter Technik für die Verlegung und Bergung der Tropfschläuche im Kartoffelanbau (Opti-Tropf-Tech) – Teilprojekt 1

Zuwendungsempfänger:

**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) -
Institut für Landtechnik und Tierhaltung**

Förderkennzeichen:

2815500411

Laufzeit:

01.08.2013 bis 01.12.2016

Datum der Veröffentlichung:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) unterstützt.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| I. | Kurzdarstellung des Verbundprojekts..... | 4 |
| 1 | Aufgabenstellung | 4 |
| 2 | Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde..... | 4 |
| 3 | Planung und Ablauf des Vorhabens | 5 |
| 4 | Wissenschaftliche und technische Standards..... | 6 |
| 5 | Zusammenarbeit mit anderen Stellen..... | 9 |
| II. | Eingehende Darstellung | 11 |
| 1 | Verwendung der Zuwendung und die erzielten Ergebnisse | 11 |
| 1.1 | Schlauchdehnungs- und Wickelversuche | 11 |
| 1.2 | Verlegetechnik..... | 12 |
| 1.3 | Bergetechnik..... | 14 |
| 1.4 | Einfluss der vorzeitigen Schlauchbergung auf den Grünanteil bei Kartoffeln..... | 16 |
| 2 | Zahlenmäßiger Nachweis..... | 17 |
| 3 | Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit | 18 |
| 4 | Nutzen der Ergebnisse und Verwertungsplan..... | 18 |
| 5 | Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens von anderen Stellen | 19 |
| 6 | Veröffentlichungen..... | 19 |
| 6.1 | Erfolgte Veröffentlichungen | 19 |
| 6.2 | Geplante Veröffentlichungen..... | 21 |
| | Literaturverzeichnis | 21 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Eigenkonstruktion einer Verlegemaschine der Agrar-Genossenschaft eG Zodel..... | 6 |
| Abbildung 2: Heben der Tropfschläuche aus einem Kartoffelbestand..... | 8 |
| Abbildung 3: Aufwickeln der gehobenen Tropfschläuche vom Feltrand aus | 9 |
| Abbildung 4: Beispiel der Dehnung eines Tropfschlauches bei 25°C in Abhängigkeit von der Zugkraft (bis zum Bruch/Abriss) | 11 |
| Abbildung 5: 6-reihiges Verlegegerät für Tropfschläuche mit hydraulisch absenkba- ren Magazinhaltern..... | 13 |
| Abbildung 6: Finaler Prototyp des 3-reihigen Bergegerät für Tropfschläuche | 14 |
| Abbildung 7: Finaler Prototyp des 3-reihigen Bergegerätes mit Mitfahrgelegenheit für eine Bedienperson | 15 |
| Abbildung 8: Grünanteil in Abhängigkeit der verschiedenen Varianten in den einzelnen Versuchsjahren | 17 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Versuchsvarianten bei der vorzeitigen Schlauchbergung..... | 16 |
| Tabelle 2: Daten der Versuchsanlage..... | 17 |
| Tabelle 3: Projektbezogene Ausgaben (LfL-ILT) | 18 |

I. Kurzdarstellung des Verbundprojekts

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des vom BMEL finanzierten Programms zur Innovationsförderung „Innovationen für einen effizienten und nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser“ leistet dieses Verbundprojekt einen Beitrag zur Verbesserung des Handlings von Tropfschläuchen.

Ziel war die Entwicklung, der Bau und die Evaluierung von optimierter, modular aufgebauter Technik zur Reduzierung des Arbeitsaufwands beim Verlegen und Bergen von Tropfschläuchen um den Einsatz von wasser- und energiesparender Tropfbewässerung im Kartoffelanbau attraktiver zu machen.

2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Kartoffel ist neben Feldgemüse die landwirtschaftliche Kulturart, die wegen ihres hohen Deckungsbeitrages besonders bewässerungswürdig ist.

In Deutschland steht der Kartoffelanbau nach dem Feldgemüseanbau flächenmäßig an zweiter Stelle bei den bewässerten Feldkulturen (Fricke 2012). Die Bewässerung von Kartoffeln wird künftig an Bedeutung gewinnen. Diese Einschätzung lässt sich einerseits mit den vorhergesagten Auswirkungen des Klimawandels, und den damit einhergehenden immer länger anhaltenden Trockenphasen während der Vegetationszeit begründen. Andererseits verlagert sich der Kartoffelanbau zunehmend auf spezialisierte Betriebe mit großen Anbauflächen und einer oft starken Bindung an große Abnehmer. Qualitativ hochwertige Produktion und Lagerung führt zu höheren monetären Erträgen. Dies rechtfertigt aus unternehmerischer Sicht eine hohe Produktionsintensität, zum Beispiel zur Sicherung und Steigerung von Kartoffelerträgen und -qualitäten unter Anwendung von Bewässerungsverfahren.

In trockenen Gebieten, in denen sich Bewässerung in besonderem Maße lohnt, ist meist jedoch das zur Verfügung stehende Wasser knapp. Entsprechend sind die Erschließungskosten (Brunnenbau, Energieaufwand für die Wasserförderung aus tiefen Brunnen) und Auflagen durch die Wasserbehörden sehr hoch. Es ist davon auszugehen, dass diesen Nachteilen bzw. Problemen durch wassersparende Tropfbewässerungstechnik entgegen gewirkt werden kann. Bei weiter steigenden Energiekosten werden Tropfbewässerungsverfahren vermehrt die Beregnungsverfahren ersetzen (Sourell 2009).

Allerdings wird das Verfahren der Tropfbewässerung bei landwirtschaftlichen Kulturen bisher kaum angewendet. Der Einsatz zu Kartoffeln wurde in der Vergangenheit nur testweise betrieben (KTBL Feldbewässerung 2009). Derzeit gibt es noch wenige Erfahrungen zum optimalen Einsatz und zu den zu erwartenden Ertrags- und Qualitätseffekten. Bundesweit laufen derzeit jedoch einige Untersuchungen zur Optimierung des Managements der Tropfbewässerung (Kupke et al. 2016).

Darüber hinaus steht nur vereinzelt Gerätetechnik zum Verlegen und vor allem für das Bergen der Tropfschläuche zum Saisonende zur Verfügung, was potentielle Anwender von diesem Verfahren abhält. Einzelne wenige Pioniere arbeiten bisher auf Basis von individuellen Eigenkonstruktionen, die auf das jeweilige Pflanzverfahren und die individuelle Betriebssituation abgestimmt sind.

Die Verfügbarkeit geeigneter Technik für die sichere Verlegung und die Material schonende und Arbeitszeit sparende Bergung von Tropfschläuchen ist eine zentrale Voraussetzung für die weitere Verbreitung der wasser- und energiesparenden Tropfbewässerung beim Kartoffel und Feldgemüseanbau.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Planung und der Ablauf des Vorhabens erfolgten weitgehend anhand des im Projektantrag definierten Zeitplans mit den folgenden Meilensteinen (Planung):

| | |
|------------|--|
| 01.07.2013 | Projektstart |
| 30.09.2013 | Meilenstein 1 Analyse Stand der Technik und Patentrecherche |
| 31.12.2013 | Meilenstein 2 Pflichtenheft Verlegetechnik und Bergetechnik erstellt |
| 15.05.2014 | Meilenstein 3 Prototyp modulares Verlegegerät fertig und erprobt |
| 30.09.2014 | Meilenstein 4 Prototyp modulares Bergegerät fertig und erprobt |
| 15.05.2015 | Meilenstein 5 Optimierter Prototyp modulares Verlegegerät eingesetzt, erprobt und bewertet, letzte Optimierungsmaßnahmen definiert |
| 30.09.2015 | Meilenstein 6 Optimierter Prototyp modulares Bergegerät eingesetzt, bewertet, letzte Optimierungsmaßnahmen definiert |
| 31.12.2015 | Meilenstein 7 Abschlussbericht erstellt und abgegeben |

Durch eine Verlängerung der Projektlaufzeit um 10 Monate konnten die in der ursprünglich geplanten Projektlaufzeit nicht erreichten Meilensteine erreicht werden. Bedingt durch die Projektverlängerung wurde der Schlussbericht entsprechend später angefertigt.

4 Wissenschaftliche und technische Standards

Nach einer umfangreichen Aufnahme und Bewertung der verfügbaren und angewendeten Verlege- und Bergeverfahren wurden die Anforderungen an die Technik für eine möglichst weitgehend mechanisierte Verlegung und Bergung unterschiedlicher Tropfschläuche in Zusammenarbeit mit Praktikern in Lastenheften dokumentiert und gemeinsam mit einer Maschinenbaufirma in Pflichtenhefte überführt. Diese waren die Grundlage für die Konzeption und Konstruktion der optimierten Verlege- und Bergetechnik.

Die Recherchen haben gezeigt, dass im Kartoffelbau Tropfschläuche derzeit mit unterschiedlichen Zusatzeinrichtungen an Dammformern oder Dammfräsen verlegt werden, wobei im Speziellen die Kuppelstellen der Vornutzung wie auch die exakte Seiten- und Tiefenführung beim Verlegen (Abbildung 1) nach der Dammformung Probleme bereiten.



Abbildung 1: Eigenkonstruktion einer Verlegemaschine der Agrar-Genossenschaft eG Zodel

Ein ergonomisch günstiges Handling der bis zu 30 kg schweren Rollen ist auch bei der obigen fortschrittlichen Verlegetechnik der Agrar-Genossenschaft eG Zodel nicht möglich. Nur durch manuelles Auslenken der Verlegescharen konnte eine akzeptable Sei-

tenführung und somit mittige Ablage des Schlauches in der Dammkrone erreicht werden. Betriebsaufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG Zodel belegen, dass für das Verlegen der Tropfschläuche mit der bisher vorhandenen und abgebildeten Technik 6,20 Akh/ha aufgewendet wurden.

Die Bergung der Tropfschläuche erfolgte bis heute zumeist 2-phasig. Im ersten Arbeitsschritt (Abbildung 2) werden die Tropfschläuche aus dem Bestand gehoben und wieder abgelegt.



Abbildung 2: Heben der Tropfschläuche aus einem Kartoffelbestand

Das abgestorbene Kartoffelkraut bereitet allen verfügbaren Hebemaschinen enorme Probleme. Für die Beseitigung des aufgestauten Krautes während des Hebevorganges fahren in der Praxis oftmals Personen auf den Geräten mit, die das Kraut von Hand beseitigen. Diese Vorgehensweise birgt Gefahren für die mitfahrenden Personen und entspricht in keiner Weise den geltenden Sicherheitsanforderungen.

In einem zweiten Arbeitsschritt (Abbildung 3) werden die Tropfschläuche üblicherweise vom Feldrand aus aufgewickelt.



Abbildung 3: Aufwickeln der gehobenen Tropfschläuche vom Feldrand aus

Die Zugbelastung auf den bis zu 500 m langen Tropfschläuchen ist zu Beginn des Wickelprozesses extrem hoch. Nur durch die Entlastung der Schläuche durch das anfängliche manuelle Mitziehen durch eine Arbeitskraft in der Feldmitte kann eine Schädigung der Schläuche und das Beschädigen (Zusammenziehen) der Schlauchtrommeln vermieden werden.

Betriebsaufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG Zodel belegen, dass für das Bergen der Tropfschläuche mit der abgebildeten Technik 9,24 Akh/ha aufgewendet wurden.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Zur Realisierung des Projektes hat das Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit den Kooperationspartnern Agrar-Genossenschaft eG Zodel, und der Schöpstal Maschinenbau GmbH und dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) an der LfL eng zusammengearbeitet.

Auf dem Betrieb der Agrar-Genossenschaft eG in Zodel wurde die neu entwickelte Verlege- und Bergetechnik auf deren Praxisflächen eingesetzt und erprobt. Speziell für die Testung der Versuchsmaschinen außerhalb des regulären Schlauchverlege- und Schlauchbergezeitraumes wurden von der Agrar-Genossenschaft eG umfangreiche Versuchs- und Erprobungsflächen angelegt. Desweiteren wurden in deren Landmaschinenwerkstatt technische Umbauten, Ergänzungen und Optimierungen vorgenommen.

Bei der Schöpstal Maschinenbau GmbH wurde die Verlege- und Bergetechnik konstruiert und gebaut.

Gemeinsam mit dem LfL-Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung wurden auf der Versuchsstation „Baumannshof“ diverse Vorversuche, Exaktversuche und Maschinentests durchgeführt.

Mit den oben genannten Partnern wurde im Projekt verwendbares Know-How ausgetauscht und Synergieeffekte ausgeschöpft.

II. Eingehende Darstellung

1 Verwendung der Zuwendung und die erzielten Ergebnisse

Die Zuwendung wurde für die Entwicklung, den Bau und die Erprobung von modular aufgebauter Verlege- und Bergetechnik für Tropfschläuche verwendet. Ziel war die Reduzierung des Arbeitsaufwands und der Arbeitsschwere beim Verlegen und Bergen von Tropfschläuchen um den Einsatz von wasser- und energiesparender Tropfbewässerung im Kartoffelanbau attraktiver zu machen.

1.1 Schlauchdehnungs- und Wickelversuche

Da zu den unterschiedlichen Tropfschlauchtypen bei Projektstart keine physikalischen Kennwerte (Bruchlast, Elastizität) verfügbar waren, diese Informationen aber besonders für die Optimierung der Bergetechnik (einziehen und Aufwickeln) entscheidend waren, wurden am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL umfangreiche Schlauchdehnungs-, Reiß- und Wickelversuche bei verschiedenen Temperaturen und mit unterschiedlichen Schlauchtypen und Schlauchzuständen (neu und gebraucht) durchgeführt. Diese Untersuchungen erfolgten sowohl auf einer Materialprüfmaschine (INSTRON) wie auch mit längeren Tropfschlauchabschnitten in Schleppversuchen. Die Ergebnisse (Beispiel für einen Tropfschlauchtyp in Abbildung 4) der Untersuchungen waren für die Entwicklung der Bergetechnik von wesentlicher Bedeutung.

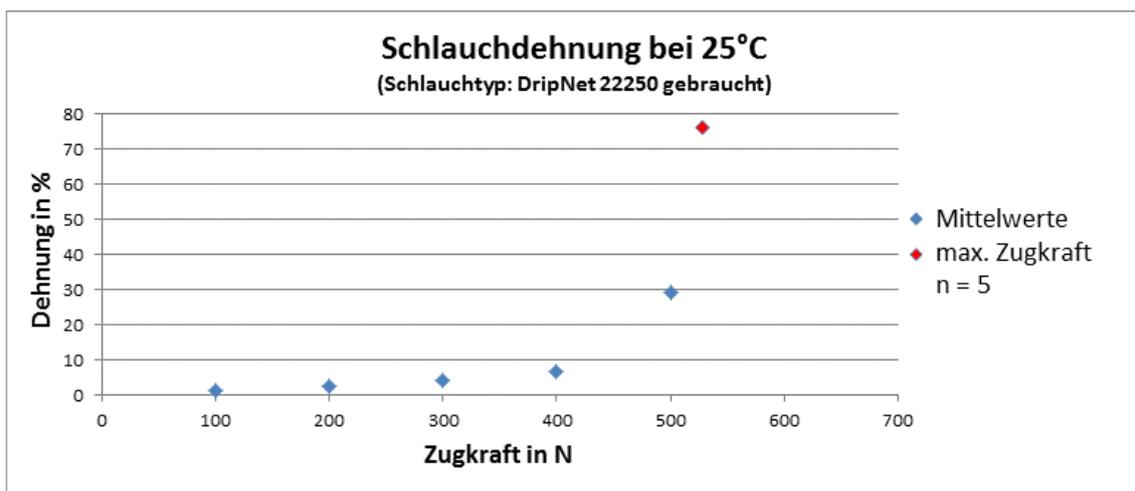


Abbildung 4: Beispiel der Dehnung eines Tropfschlauches bei 25°C in Abhängigkeit von der Zugkraft (bis zum Bruch/Abriss)

Bei der Neuentwicklung eines Bergegerätes, mit dem Einweg- als auch Mehrwegschläuche aufgewickelt werden sollen, muss die Vorspannung von 0 bis ca. 30 kg variiert werden können, damit der Wickelprozess sowohl optimal auf den Schlauchtyp als auch auf die vorherrschenden Schlauchtemperaturen abgestimmt werden kann. Zu dieser Forderung führten die Ergebnisse aus den Schlauchdehnungs- und Wickelversuchen, die bei unterschiedlichen Temperaturen und Schlauchmaterial durchgeführt wurden.

Schlauchdehnungsversuche bei 10°C, 17°C und 25°C an gebrauchten als auch an neuen Tropfschläuchen (Typ: DripNet 22250) haben gezeigt, dass dieser Schlauchtyp in Abhängigkeit von der Schlauchtemperatur mit nicht mehr als 30 kg bis 40 kg Zugkraft belastet werden darf, ohne dass irreversible Beschädigungen entstehen.

Bei Wickelversuchen mit dem obigen Schlauchtyp war bei Temperaturen zwischen 4°C und 33°C eine Vorspannung zwischen 10 kg und 20 kg völlig ausreichend, um den Schlauch sauber auf die Trommel aufzuwickeln. Mit einer Vorspannung von 16 kg lassen sich 500 m Schlauch bei unterschiedlichen Schlauchtemperaturen auf eine Standardtrommel problemlos aufwickeln. Werden dünnwandige Einwegschläuche aufgewickelt, so reicht eine Vorspannung des Schlauches von nur 3 kg aus, um den Schlauch bei 20°C sauber aufzuwickeln. Eine Vorspannung von 16 kg führte hingegen zum Schlauchabriss.

Mittlerweile gibt es von den meisten Herstellern für Tropfschläuche Zugbelastungstabellen, aus denen die maximalen Belastungswerte für die verwendeten Schläuche entnommen werden kann.

1.2 Verlegetechnik

Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung, die Konstruktion, der Bau und die Erprobung von Aggregaten und Geräten zum Verlegen von Tropfschläuchen für den Kartoffelanbau. Die Technik sollte modular aufgebaut sein und sich dadurch an die etablierten Produktionssysteme anpassen lassen.

Nachdem bereits Baugruppen für das Verlegen der Tropfschläuche während des Dammformens existieren, bestand beim Vorgang des Verlegens ein Optimierungsbedarf bei der Anpassung an die unterschiedlichen Legeverfahren und bei der Realisierung ausreichender Schlauchvorräte auf dem Gerät.

Ein 2-reihiger Prototyp eines Moduls zur Verlegung von Tropfschläuchen wurde konstruiert, gebaut und erprobt. Dieser ist mit einem hydraulisch klappbaren Trommelma-

gazin ausgestattet das je Reihe drei Trommeln aufnehmen kann. Die Scharkörper, welche einzeln über Parallelogramme am Grundrahmen montiert sind, folgen den Kartoffelreihen geführt durch Führungsbleche, in die sie höhenverstellbar integriert sind. Unterschiedliche Scharformen und Führungsbleche wurden im praktischen Einsatz getestet, modifiziert und weiter optimiert. Der Prototyp wurde im Projektzeitraum zu einer 6-reihigen Verlegemaschine (Abbildung 5) weiterentwickelt und im Praxiseinsatz bei der Agrar-Genossenschaft eG Zodel umfassend erprobt.



Abbildung 5: 6-reihiges Verlegegerät für Tropfschläuche mit hydraulisch absenkbareren Magazinhaltern

Bei einer Arbeitszeiterfassung (ohne Feldan- und Feldabfahrt) wurden mit der 6-reihigen Technik im 2-Mannbetrieb 0,85 ha/h (2,35 Akh/ha) Tropfschläuche verlegt. 41% der Arbeitszeit wurde für das Beschicken der Magazine aufgewendet. In 9% der Arbeitszeit wurden Störungen behoben. Ursächlich für diese Störungen waren Fehler beim Aufwickeln der Schläuche im Rahmen der Schlauchbergung im Vorjahr, welche noch mit der „alten“ Wickel- und Bergetechnik durchgeführt wurde. Insbesondere überquellende Rollen störten, wegen zu lockerer Wicklung, beim Start der Verlegung. Somit wurden 50% der Arbeitszeit für das reine Verlegen (Fahren incl. Einsetzen am Feldanfang) aufgewendet.

Die Betriebsaufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG Zodel belegen, dass für das Verlegen der Tropfschläuche (incl. der Feldan- und Feldabfahrten) mit der neu entwickelten Technik 2,78 Akh/ha aufgewendet wurden. Mit der neuen Verlegetechnik

konnte somit der Arbeitsaufwand gegenüber der bisher auf dem Betrieb eingesetzten Verlegetechnik um mehr als die Hälfte reduziert werden.

Das Verlegen der Schläuche mit dem 6-reihigen Gerät ist mit einem Videofilm dokumentiert, der auf der Homepage der LfL angesehen werden kann.

<http://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/062315/index.php>

1.3 Bergetechnik

Schwerpunkt des Vorhabens war die Entwicklung von modularer Technik für das „Heben“ der Tropfschläuche aus dem Damm bzw. der Furche vor der Ernte in Kombination mit dem schonenden Aufwickeln der Schläuche direkt bei der „Entnahme“. Weil hierzu bisher keine funktionsfähigen Lösungen auf dem Markt verfügbar waren und auch das einfache Kombinieren der verfügbaren Hebe- und Wickeltechniken zu keiner brauchbaren Lösung geführt hat, wurde eine völlige Neuentwicklung begonnen. Vom Projektbearbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde ein neues Steuerungskonzept entwickelt. In der Erntekampagne 2015 wurde das neuentwickelte System zunächst 1-reihig auf dem Versuchsbetrieb „Baumannshof“ und bei der Agrar-Genossenschaft eG Zodel in der Praxis getestet. Mit dem 1-reihigen Modul konnten sowohl Mehrweg- als auch Einwegschläuche geborgen werden. Das Modul wurde auch in stark verunkrauteten und in noch nicht abgereiften Kartoffelbeständen erfolgreich getestet. Nach Überprüfung der Funktionssicherheit wurde bei der Schöpstal Maschinenbau GmbH ein 3-reihiges Bergegerät gefertigt, das auf diesem Steuerungskonzept basiert (Abbildung 6).



Abbildung 6: Finaler Prototyp des 3-reihigen Bergegerät für Tropfschläuche

Ursprünglich war geplant ein 6-reihiges Bergegerät zu entwickeln und zu bauen. Zu Gunsten einer optimierten Ablage von vollen Schlauchtrommeln und Leermagazinen und den Vorteilen eines ergonomisch günstigen Handlings wurde jedoch ein 3-reihiges Bergegerät gefertigt.

Die umfangreiche Erprobung im Herbst 2016 hat die erwartete Funktionalität bewiesen. Ein Ein-Mannbetrieb beim Bergen ist grundsätzlich möglich, jedoch ergab sich ein hoher Aufwand durch sich lösende Kuppelstellen. In den bis zu acht Jahre alten Tropfschläuchen befinden sich eine Vielzahl von Schlauchverbindern. Sind diese nicht fest genug verschraubt oder die Schlauchenden schräg zugeschnitten, so lösen sich diese während des Bergens. Im Mittel werden für das Beheben einer Störung dieser Art 63 Sekunden benötigt. Weil das dauerhafte Ab- und Aufsteigen im 1-Mannbetrieb für den Traktoristen sehr ermüdend ist, wurde das Bergegerät zuletzt mit einer Mitfahrgelegenheit (Abbildung 7) für eine zweite Person ausgestattet



Abbildung 7: Finaler Prototyp des 3-reihigen Bergegerätes mit Mitfahrgelegenheit für eine Bedienperson

Am Ende der Erntekampagne 2016 wurde eine Arbeitszeiterfassung durchgeführt. Im 1-Mannbetrieb konnten mit dem Gerät 0,49 ha/h (1,2 Akh/ha) Tropfschläuche geborgen werden. Bisher mussten nach den Aufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG Zodel für das Bergen 9,2 Akh/ha aufgewendet werden. Für das Beschicken, Entleeren und den Wechsel der Magazine im Feld mit der neuen Technik wurden 50% der Arbeitszeit aufgewendet. Das eigentlich „Bergen“ im Bestand beanspruchte 25% der Arbeitszeit bei einer mittleren Vorfahrtsgeschwindigkeit von 7,2 km/h. In 25% der Arbeitszeit mussten Störungen wegen sich lösender Schlauchverbindern behoben werden. Das Bergen der Schläuche mit dem 3-reihigen Gerät kann auf der Homepage der LfL <http://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/062315/index.php> angeschaut werden.

1.4 Einfluss der vorzeitigen Schlauchbergung auf den Grünanteil bei Kartoffeln

Da das Bergen der Schläuche bzw. das Durchfahren eines Kartoffelbestandes mit einem Reihenabstand von 75 cm vor der Ernte als nicht unproblematisch bezüglich des Ergrünens der Kartoffeln durch Aufbrechen der Dämme angesehen wird, wurde auf dem Versuchsbetrieb „Baumannshof“ in Forstwiesen ein Versuch angelegt, bei dem der Einfluss des vorzeitigen Hebens der Tropfschläuche auf den Grünanteil ermittelt wurde. Der Versuch wurde randomisiert, mit vier Wiederholungen der sechs Varianten (Tabelle 1) und dreijährig angelegt.

Tabelle 1: Versuchsvarianten bei der vorzeitigen Schlauchbergung

| Variante | |
|----------|---|
| 1 | Keine Maßnahme |
| 2 | Durchfahrt des Bestandes mit 9``Bereifung ohne Heben der Schläuche |
| 3 | Heben der Schläuche ohne Durchfahrt |
| 4 | Heben der Schläuche und Durchfahrt des Bestandes mit 9``Bereifung |
| 5 | Durchfahrt des Bestandes mit 12``Bereifung ohne Heben der Schläuche |
| 6 | Heben der Schläuche und Durchfahrt des Bestandes mit 12``Bereifung |

Die Schlauchbergung bzw. Durchfahrt erfolgte mindestens einen Monat vor der Ernte, sodass für das Ergrünen durch das Sonnenlicht ausreichend Zeit verblieb.

In der Tabelle 2 (sind die Kenndaten der Versuchsanlage aufgeführt.

Tabelle 2: Daten der Versuchsanlage

| | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|--------------|
| Bodenart: | Schwach lehmiger Sand | Bodenpunkte: | 29 |
| Parzellengröße: | 13 m x 3 m | Beprobungsparzellengröße: | 1,5 m x 2 m |
| Jahr: | Schlauchbergung: | Sorte (Ertragsniveau): | Ernte: |
| 2014 | 19. September | Agria 690 dt | 21. Oktober |
| 2015 | 15. September | Quarta 534 dt | 29. Oktober |
| 2016 | 21. Juli | Solist 415 dt | 6. September |

Bei der Bonitierung wurde jede Knolle mit einer Ergrünung, auch wenn sie nur geringfügig ergrünt war, als ergrünte Kartoffel bewertet. In keinem Versuchsjahr konnten zwischen den einzelnen Versuchsvarianten (Abbildung 8) signifikante Unterschiede hinsichtlich des Anteils der ergrünten Kartoffelknollen festgestellt werden.

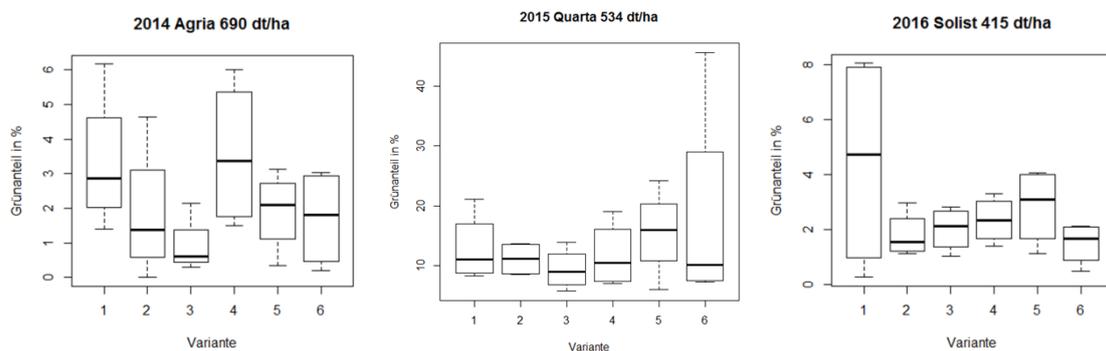


Abbildung 8: Grünanteil in Abhängigkeit der verschiedenen Varianten in den einzelnen Versuchsjahren

Die Streuung der Werte ist teilweise sehr groß. Ursächlich hierfür ist möglicherweise die teilweise starke Verunkrautung in manchen Parzellen. Gerade am Feldanfang, wo die Parzellen mit den Varianten 1 und 6 der ersten Wiederholung standen, sind verstärkt Ausreißer aufgetreten.

2 Zahlenmäßiger Nachweis

Das geplante Budget konnte mit einer Aufstockung von 49.315 € und der Zeitplan mit einer Verlängerung der Projektlaufzeit um 10 Monate eingehalten und alle erwarteten Ergebnisse erreicht werden.

Die Verlängerung der Projektlaufzeit bis nach die Erntesaison 2016 ermöglichte im Frühjahr den Praxiseinsatz der 6-reihigen Verlegetechnik und die weitere Entwicklung, die Konstruktion, die Fertigung, den Praxiseinsatz und die Erprobung der 3-reihigen Bergetechnik, sowie die Definition letzter Optimierungsmaßnahmen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die beantragten und entstandenen Kosten.

Tabelle 3: Projektbezogene Ausgaben (LfL-ILT)

| Pos. | genehmigter Antrag | Umwidmung | Ausgaben | Rest |
|--|--------------------|-----------|--------------|--------|
| 0812 Beschäftigte E12-E15 | 177.657,48,00 € | | 189.714,03 € | |
| 0822 Beschäftigungsentgelte | 4.997,95 € | | 0,00 € | |
| 0835 Vergabe von Aufträgen | 9.995,90 € | | 11.628,84 € | |
| 0843 Sonstige allgemeine Verwaltungsausgaben | 12.494,87 € | | 4,975,75 € | |
| 0846 Dienstreisen | 11.595,24 € | | 10.422,82 | |
| Gesamt | 216.741,44 € | | 216.741,44 | 0,00 € |

3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die durchgeführten Arbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen, da sie der im Projektantrag detailliert dargelegten Planung entsprachen und alle im Arbeitsplan formulierten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden.

4 Nutzen der Ergebnisse und Verwertungsplan

Durch die Schaffung modular aufgebauter Techniken für das Verlegen von Tropfschläuchen lassen sich bedarfsgerechte Lösungen für den einzelnen Betrieb bzw. Nutzer erstellen. Im Bereich der Bergetechnik ist es erstmals gelungen eine funktionsfähige Lösung zu entwickeln, mit der sich Tropfschläuche in einer Überfahrt sowohl schonend heben als auch aufwickeln lassen, sodass damit auch dünnwandige Einwegschräuche beschadigungsarm geborgen werden können.

Gelingt es den 3-reihigen Prototypen im Laufe des Jahres 2017 zur Produktionsreife zu bringen, so soll dieser, wie auch die Module der Verlegetechnik, von der Schöpstal Maschinenbau GmbH produziert und über den weltweit agierenden Hersteller von Tropfbewässerungssystemen „Netafim“ vertrieben werden. Derzeit ist eine Produkt-

vorstellung im Rahmen der Internationalen Landtechnikmesse AGRITECHNIKA im November 2017 in Hannover geplant.

5 Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens von anderen Stellen

Auf dem Gebiet des Vorhabens liegen keine Fortschritte von dritter Seite vor, die für die Projektverwertung von Bedeutung sind.

6 Veröffentlichungen

6.1 Erfolgte Veröffentlichungen

Demmel, M. und Neumair, G. Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen (Opti-Tropf-Tech). In: Jahresbericht 2013, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. S. 20

Demmel, M. und Neumair, G. Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen bei der Tropfbewässerung von Kartoffeln. In: Jahresbericht 2014, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. S. 26-27

Demmel, M. und Neumair, G. Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen. In: Jahresbericht 2015, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. S. 20-21

Demmel, M. und Neumair, G. Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen. In: Jahresbericht 2016, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. S. 20-21

Eisenhut, K.-U. und Neumaier, G. Weiterentwicklung, Bau und Erprobung optimierter Technik für die Verlegung und Bergung der Tropfschläuche im Kartoffelanbau (Opti-Tropf-Tech) Vortrag und Abstract. BLE Innovationstage. Bonn 2016.

Neumaier, G. „Opti-Tropf-Tech“ Vortrag : Bewässerungstagung. Wolnzach 2014

Neumaier, G. Entwicklung einer Verlegemaschine für Tropfbewässerungsschläuche im Kartoffelbau („Opti-Tropf-Tech“). Vortrag und Maschinenausstellung: LfL-Kartoffelfeldtag. Straßmoos 2016

Neumaier, G. Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen im Kartoffelbau. Projektinformationen auf der Homepage der LfL mit zwei Produktfilmen.

<http://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/062315/index.php>

6.2 Geplante Veröffentlichungen

Derzeit sind keine weiteren Veröffentlichungen vorgesehen.

Literaturverzeichnis

- Fricke, E. (2012): Landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland – Stand und Perspektiven. In: Management der Ressource Wasser. KTBL Tagung vom 21.-22.März 2012. KTBL, Darmstadt, S. 90-91.
- Kupke, S., Demmel, M., Blumental, B., Marx, M. Brandhuber, R. und m. Müller (2016) Tropfbewässerung im Kartoffelbau. LfL Schriftenreihe Heft 1, 54 Seiten
- KTBL Feldbewässerung (2009): Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kalkulationen. KTBL, Darmstadt.
- Müller, M. R., Demmel, M., Marx, M., Brandhuber, R., Kellermann, A. (2011): Tropfbewässerung von Speisekartoffeln - Aktuelle Versuchsergebnisse aus Bayern. In: Kartoffelbau 4, 36-41.
- Müller, M., M. Demmel, R. Brandhuber und A. Kellermann (2012): Tropfen für Tropfen. In: Neue Landwirtschaft (2012), Nr. 9, S. 70-71.
- Schoellkopf, 2011: Kartoffel-Bewässerung: Acht Verfahren im Vergleich. In: Top Agrar 5, 84-89.
- Sourell, H., 2009: Bewässerungstechnik: Wasserverteilung mit Blick in die Zukunft, Freilandberegnung. In: Landbauforschung – Sonderheft 328, 29-32