

Unkrautregulierung im ökologischen Erdbeeranbau

Schriftenreihe, Heft 8/2015



Mechanische Unkrautregulierung im ökologischen Erdbeeranbau

Harald Rank, Dr. Gabriele Krieghoff

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 7 |
| 2 | Zielstellung | 8 |
| 3 | Material und Methoden | 9 |
| 3.1 | Versuchsvarianten und eingesetzte Technik | 9 |
| 3.2 | Versuchsaufbau 2012/2013..... | 14 |
| 3.3 | Versuchsaufbau 2013/2014..... | 15 |
| 3.4 | Datenerfassung | 15 |
| 3.5 | Anbaubedingungen am Versuchsstandort..... | 16 |
| 4 | Ergebnisse, Versuch 2012/2013 | 20 |
| 4.1 | Allgemeine Pflegemaßnahmen | 20 |
| 4.2 | Krankheits- und Schädlingsbefall | 21 |
| 4.3 | Aufgetretene Unkrautarten | 22 |
| 4.4 | Versuchsdurchführung 2012 (Pflanzjahr) | 24 |
| 4.5 | Versuchsdurchführung 2013 (Erntejahr)..... | 33 |
| 4.6 | Gesamtübersicht zu Hackmaßnahmen und Arbeitszeit..... | 36 |
| 4.7 | Ernteergebnisse, Versuch 2012/2013 | 39 |
| 5 | Ergebnisse, Versuch 2013/2014 | 41 |
| 5.1 | Allgemeine Pflegemaßnahmen | 41 |
| 5.2 | Krankheits- und Schädlingsbefall | 42 |
| 5.4 | Versuchsdurchführung 2013 (Pflanzjahr) | 44 |
| 5.5 | Versuchsdurchführung 2014 (Erntejahr)..... | 52 |
| 5.6 | Gesamtübersicht zu Hackmaßnahmen und Arbeitszeit..... | 55 |
| 5.7 | Ernteergebnisse, Versuch 2013/2014 | 58 |
| 6 | Kostenkalkulation zum Erdbeeranbau mit mechanischer Unkrautregulierung | 60 |
| 6.1 | Kostenkalkulation, Versuch 2012/2013 | 60 |
| 6.2 | Kostenkalkulation, Versuch 2013/2014 | 63 |
| 7 | Zusammenfassung | 65 |
| 8 | Schlussfolgerungen | 67 |
| | Literatur | 69 |
| | Anhang | 70 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1: | Entwicklung des ökologischen Obstanbaus in Sachsen 1997–2012..... | 7 |
| Abbildung 2: | Anteile der einzelnen Obstarten im ökologischen Obstanbau in Sachsen 2012 (Fläche in ha und %) | 7 |
| Abbildung 3: | Praxisübliche Technik zur mechanisierten Unkrautregulierung, nur geeignet für Bearbeitung der Fahrgassen | 8 |
| Abbildung 4: | Hackrahmen (Modell Kress Argus Präzisionshacke) mit manueller Handsteuerung im Heckanbau | 10 |
| Abbildung 5: | Hackwerkzeuge – Gänsefußschare (1) und Winkelschare (2) am Mehrzweck-Parallelogramm (3), Fingerhacken (4) mit Werkzeugträger (5), Torsionshacken, am Stiel der Hackschare befestigt (6)..... | 10 |
| Abbildung 6: | Rankenschneider zur Entfernung der Ausläufer im Sommer. Die Befestigung erfolgte an einer separaten Schiene, die im Eigenbau an den Hackrahmen angepasst wurde. | 11 |
| Abbildung 7: | Reihenstriegel hinter den Gänsefußscharen verbesserten in den Fahrgassen die Wirkung beim Herausreißen auch schon etwas größerer Unkräuter. Der Anbau erfolgt am Stiel der Hackschare..... | 11 |
| Abbildung 8: | Das etwas größere Kombi-Parallelogramm (Fa. SCHMOTZER) könnte eine mögliche Alternative zum im Versuch eingesetzten Mehrzweckparallelogramm sein. Hier wäre pro Fahrgasse nur 1 Stück notwendig. Es können bis zu 5 kleinere Hackscharen angebaut werden. Die im Versuch verwendeten Rankenschneider der gleichen Firma können hier direkt angebaut werden (ohne selbst gebaute Eigenkonstruktion)..... | 12 |
| Abbildung 9: | Arbeitsweise der Hackschare (Fahrgasse) und Fingerhacken (Pflanzreihe), Variante A | 12 |
| Abbildung 10: | Arbeitsweise der Torsionshacken in der Pflanzreihe, Variante B | 13 |
| Abbildung 11: | Kombination von Torsionshacke (rechts) und Fingerhacke (links), Variante D | 13 |
| Abbildung 12: | Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2012 in Dresden-Pillnitz, Mai bis Juli | 16 |
| Abbildung 13: | Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2012 in Dresden-Pillnitz, August bis Oktober..... | 17 |
| Abbildung 14: | Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2013..... | 17 |
| Abbildung 15: | Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, März–Juni..... | 18 |
| Abbildung 16: | Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, Juli – Oktober | 18 |
| Abbildung 17: | Versuchsfläche der Pflanzung 2012/2013 nach den schweren Regenfällen Ende Mai/Anfang Juni 2013..... | 18 |
| Abbildung 18: | Neupflanzung 2013 (Versuch 2013/2014) nach den schweren Regenfällen Ende Mai/Anfang Juni 2013..... | 19 |
| Abbildung 19: | Niederschlagsverteilung 2014 in Dresden-Pillnitz, Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2014..... | 19 |
| Abbildung 20: | Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2014 in Dresden-Pillnitz, März–Juni..... | 20 |
| Abbildung 21: | Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bei der Sorte ‘Elsanta’ in den verschiedenen Unkraut-Bearbeitungsvarianten, September 2012 | 22 |
| Abbildung 22: | Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bis September 2012 bei alternativen Sorten (Variante C) | 22 |
| Abbildung 23: | Versuch 2012/2013, prozentuale Anteile der Unkrautarten Ende August 2012, Mittelwerte aus 4 Wiederholungen | 23 |
| Abbildung 24: | Feldzustand am 08.06. nach zwei maschinellen Bearbeitungen und einer Handhacke (zwei in Variante C), links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe) | 25 |
| Abbildung 25: | Feldzustand am 30.06. nach vier maschinellen Bearbeitungen, einer Handhacke (drei in Variante C), links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe)..... | 27 |
| Abbildung 26: | Feldzustand am 23.07. vor der fünften maschinellen Bearbeitung (links Var. A, rechts Var. B)..... | 28 |
| Abbildung 27: | Wirkung der fünften maschinellen Bearbeitung in Variante D (Gänsefußschare in den Fahrgassen, Finger- und Torsionshacke kombiniert in den Pflanzreihen) am 25.07.2012, 18 Tage nach der letzten Handmaßnahme („nur großes Unkraut ziehen“) | 29 |
| Abbildung 28: | Feldzustand am 07.09. nach sechs maschinellen Bearbeitungen und drei Handhacken (sechs in Var. C); links Variante A (Fingerhacke in Pflanzreihe) und rechts Variante B (Torsionshacke in Pflanzreihe) | 31 |
| Abbildung 29: | Entwicklung verschiedener Sorten in Var. C (4. Parzelle) – Daroyal, Elsanta, Sonata, Asia (v. l. n. r.) ... | 31 |
| Abbildung 30: | Feldzustand am 23.10.2012, links Variante A (Fingerhacke im Pflanzstreifen), rechts Variante B (Torsionshacke im Pflanzstreifen) | 32 |
| Abbildung 31: | Feldzustand am 23.10.2012, IP-Varianten (Variante E) | 32 |
| Abbildung 32: | Öko-Feld nach der Vliesabdeckung am 16.04.2013 (Parzelle der Variante A) | 33 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 33: | Fahrgassen und Pflanzstreifen ein Tag nach der ersten mechanischen Bearbeitung, 18.04.2013 (Variante D, Kombination Finger- und Torsionshacke im Pflanzstreifen, Gänsefußschare in Fahrgasse) | 34 |
| Abbildung 34: | Feldzustand und Unkrautbedeckung in Variante A vor der zweiten und letzten maschinellen Bearbeitung im Erntejahr am 14.05. (letzte Handhacke vorher am 23.04.)..... | 35 |
| Abbildung 35: | Variante A einen Tag nach der Stroheinbringung, 23.05.2013..... | 35 |
| Abbildung 36: | Einzelpflanzenenertrag in den Versuchsvarianten 2013 | 39 |
| Abbildung 37: | Ertrag pro Pflanzstelle in den Varianten unter Berücksichtigung der durch die mechanische Bearbeitung sowie durch Krankheiten verursachten Ausfälle | 40 |
| Abbildung 38: | Mittleres Einzelfruchtgewicht in den Versuchsvarianten 2013..... | 40 |
| Abbildung 39: | Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bei den Sorten 'Elsanta', 'Asia' und 'Rumba' in den verschiedenen Unkraut-Bearbeitungsvarianten, Ende September 2013..... | 43 |
| Abbildung 40: | Versuch 2013/2014, prozentuale Anteile der Unkrautarten Ende August 2013, Mittelwerte aus 4 Wiederholungen | 44 |
| Abbildung 41: | Feldzustand am 19.06., einen Tag nach Bearbeitung mit einer Reihenfräse (35 Tage nach Pflanzung) . | 45 |
| Abbildung 42: | Feld am 30.06., nach erneuter Regenperiode vom 20. 06. bis 29.06. (insgesamt 120 mm Niederschlag) | 46 |
| Abbildung 43: | Feldzustand am 09.07. nach der ersten Handhacke, die hauptsächlich zur Lockerung des Bodens in den Pflanzstreifen diente (um später mit Finger- und Torsionshacken besser arbeiten zu können) | 46 |
| Abbildung 44: | Variante A nach erster Bearbeitung mit dem Hackrahmen (Fingerhacke in Pflanzreihe)..... | 47 |
| Abbildung 45: | Nicht vollständig herausgezogene Unkrautpflanzen, die allerdings nachträglich durch das trockene Wetter verwelkten (Pfeile) | 47 |
| Abbildung 46: | Variante A (Fingerhacke im Pflanzstreifen) am 26.07. nach zweiter Bearbeitung mit Hackrahmen | 48 |
| Abbildung 47: | Variante D (Kombination Finger-/Torsionshacken) am 26.07. nach zweiter Bearbeitung mit Hackrahmen | 49 |
| Abbildung 48: | Variante A (Fingerhacken in Pflanzreihe) am 26.08., eine Woche nach Bearbeitung mit Hackrahmen (19.08.)..... | 50 |
| Abbildung 49: | Variante B (Torsionshacken in Pflanzreihe) am 27.09., vor der letzten Bearbeitung mit Hackrahmen (01.10.)..... | 51 |
| Abbildung 50: | Variante C (Kontrolle, Hackrahmen ohne Werkzeuge in Pflanzreihe) vor letzter Handhacke, (01.10.) | 51 |
| Abbildung 51: | Var. D (Hackrahmen mit Finger- und Torsionshacken in Pflanzreihe) vor letzter Handhacke, (01.10.) ... | 51 |
| Abbildung 52: | Feldzustand am 10.10.2013, links Var. A, rechts Var. B – zwei Reihen ganz außen links und rechts sowie in der Mitte sind Randreihen, dazwischen liegen die dreireihigen Versuchspartellen | 52 |
| Abbildung 53: | Feldzustand am 13.03.2014, kurz vor der ersten maschinellen Bearbeitung nach dem Winter, links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe) | 52 |
| Abbildung 54: | Es dominierten mit Abstand Vogelmiere und Rote Taubnessel (beide beginnendes Blühstadium). | 53 |
| Abbildung 55: | Feldzustand am 16.03.2014, 3 Tage nach der ersten maschinellen Bearbeitung, links Var. C (Kontrolle, ohne Werkzeuge in der Pflanzreihe), rechts Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke)..... | 53 |
| Abbildung 56: | IP-Variante, Feldzustand am 16.03.2014, 3 Tage nach der ersten Bearbeitung mit dem Hackrahmen...54 | |
| Abbildung 57: | Feldzustand 1 Tag nach der dritten und letzten maschinellen Bearbeitung am 20.04.2014, links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke), davor eine Handhacke am 07./08.04..... | 55 |
| Abbildung 58: | Feldzustand 2 Tage nach dritter und letzter maschineller Bearbeitung am 21.04.2014, Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke in Pflanzreihe), davor eine Handhacke am 07./08.04. | 55 |
| Abbildung 59: | Einzelpflanzenenertrag in den Versuchsvarianten 2014 | 58 |
| Abbildung 60: | Ertrag pro Pflanzstelle in den Varianten unter Berücksichtigung der durch die mechanische Bearbeitung und durch Krankheiten verursachten Ausfälle..... | 59 |
| Abbildung 61: | Mittleres Einzelfruchtgewicht in den Versuchsvarianten 2014..... | 59 |
| Abbildung 62: | Sorte 'Elsanta', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014..... | 73 |
| Abbildung 63: | Sorte 'Daroyal', ökologischer Anbau, Versuch 2012/2013 | 73 |
| Abbildung 64: | Sorte 'Asia', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014..... | 74 |
| Abbildung 65: | Sorte 'Rumba', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014 | 74 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabelle 1: | Varianten zur mechanischen Unkrautregulierung | 9 |
| Tabelle 2: | Kostenaufstellung für das im Projekt verwendete Gerätesystem | 14 |
| Tabelle 3: | Vereinfachter Boniturschlüssel zur Bewertung der Unkrautentwicklung | 15 |
| Tabelle 4: | Versuchsanlage 2012/2013, allgemeine Pflegemaßnahmen im Pflanz- und Erntejahr..... | 21 |
| Tabelle 5: | Unkrautarten auf der Versuchsfläche, Häufigkeit und allgemeine Verteilung | 23 |
| Tabelle 6: | Zusammenfassung der einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen im Versuch 2012/2013 | 37 |
| Tabelle 7: | Kalkulierte Arbeitszeit in AKh/ha für die einzelnen Unkrautmaßnahmen 2012/2013 | 38 |
| Tabelle 8: | Gesamtaufwand an AKh pro ha und Vergleich der Varianten A, B, D und E mit der Kontrolle (Variante C), Einsparungspotenzial beim Arbeitszeitaufwand in % (blau markierte Schrift) | 38 |
| Tabelle 9: | Versuchsanlage 2013/2014, allgemeine Pflegemaßnahmen im Pflanz- und Erntejahr..... | 42 |
| Tabelle 10: | Unkrautarten auf der Versuchsfläche, Häufigkeit und allgemeine Verteilung 2013 | 44 |
| Tabelle 11: | Zusammenfassung der einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen im Versuch 2013/2014 | 56 |
| Tabelle 12: | Kalkulierte Arbeitszeit in AKh/ha für die einzelnen Unkrautmaßnahmen 2013/2014 | 57 |
| Tabelle 13: | Gesamtaufwand an AKh pro ha und Vergleich der Varianten A, B, D und E mit der Kontrolle (Var. C), Einsparungspotenzial beim Arbeitszeitaufwand in % (blau markierte Schrift)..... | 57 |
| Tabelle 14: | Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten der Sorte 'Elsanta', Versuch 2012/2013..... | 61 |
| Tabelle 15: | Verfahrenskalkulation in der IP-Variante der Sorte 'Elsanta' und den alternativen Sorten 'Asia', 'Daroyal' und 'Sonata' in der Öko-Variante C (= Kontrolle, nur Handhacke in der Pflanzreihe) | 62 |
| Tabelle 16: | Notwendiger Ertrag zur Erreichung der Gewinnschwelle im Öko-Anbau bei einem Pflegeaufwand wie im Versuchsjahr 2012/2013 in Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke in der Pflanzreihe)..... | 62 |
| Tabelle 17: | Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten und der IP-Variante bei 'Elsanta', Versuch 2013/2014 | 63 |
| Tabelle 18: | Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten der alternativen Sorte 'Asia', Versuch 2013/2014 | 64 |
| Tabelle 19: | Kalkulationsergebnis in den Öko-Varianten der alternativen Sorte 'Rumba', Versuch 2013/2014 | 64 |
| Tabelle 20: | Zusammenfassung der Arbeitsgänge zur Unkrautregulierung in den Fahrstreifen und Pflanzreihen | 66 |
| Tabelle 21: | Boniturergebnisse zur Entwicklung der Unkrautbedeckung und Wuchsstärke, Versuch 2012/2013 (Mittelwerte aus 4 Wiederholungen (= 12 Boniturstellen, blau markiert: Bonitur vor Handhacke)..... | 70 |
| Tabelle 22: | Boniturergebnisse zur Entwicklung der Unkrautbedeckung und Wuchsstärke, Versuch 2013/2014 (Mittelwerte aus 4 Wiederholungen (= 12 Boniturstellen, blau markiert: Bonitur vor Handhacke)..... | 70 |
| Tabelle 23: | Bodenzustand und Witterungssituation zu den einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen, Versuch 2012/2013 .. | 71 |
| Tabelle 24: | Bodenzustand und Witterungssituation zu den einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen, Versuch 2013/2014 .. | 72 |

1 Einleitung

Der ökologische Obstanbau hat sich mittlerweile auch im Freistaat Sachsen fest etabliert. Momentan gibt es über 20 Betriebe im Haupt- oder Nebenerwerb, die auf rund 618 ha diese Bewirtschaftungsform betreiben (Abbildung 1). Das sind immerhin 13,7 % der gesamten Intensivobstfläche im Freistaat. Der Apfel ist mit über 70 % die absolut dominierende Obstart. Danach folgen Aronia mit 14,6 % und Sauerkirsche mit 8,1 % (Abbildung 2).

Im gesamten sächsischen Erwerbsobstbau ist die Erdbeere mit ca. 480 ha Ertragsanlagen (= 11 %) nach dem Apfel (= 61,7 %) die zweitwichtigste Obstart. In ökologischen Obstbaubetrieben spielt sie allerdings mit etwa 6,0 ha (= 1,0 %) nur eine untergeordnete Rolle (Abbildung 2). Dazu kommen noch diverse Anbauflächen in Betrieben mit anderer landwirtschaftlicher Ausrichtung, vor allem aus dem Bereich des Gemüseanbaus, sodass in Sachsen die Gesamtfläche an Öko-Erdbeeren momentan auf rund 10 ha geschätzt werden kann.

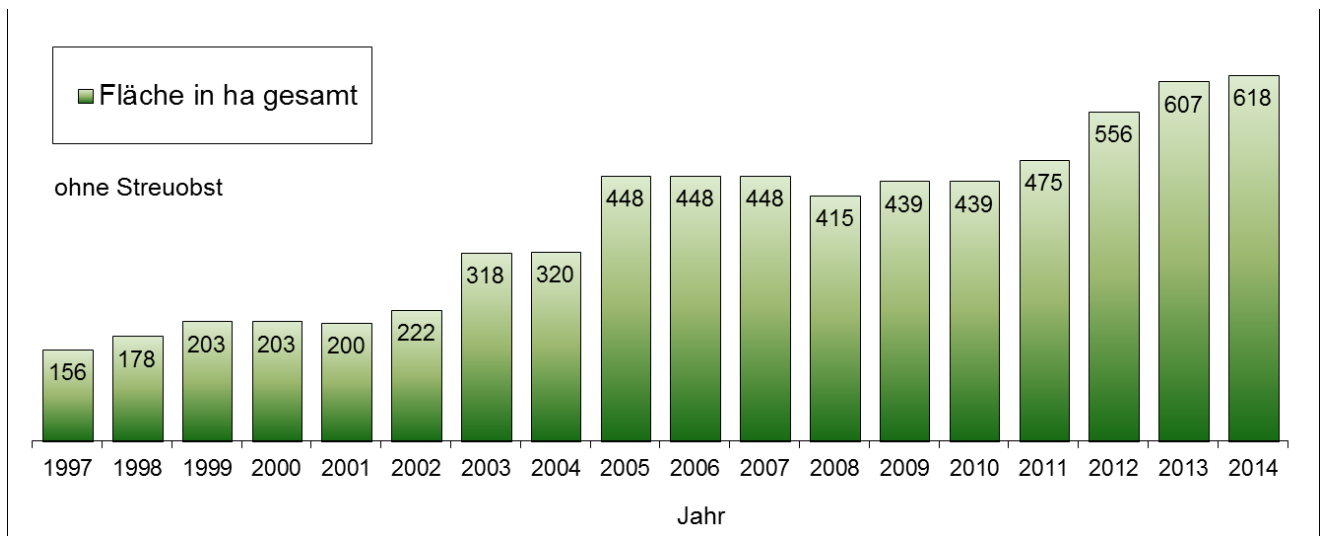


Abbildung 1: Entwicklung des ökologischen Obstanbaus in Sachsen 1997–2012

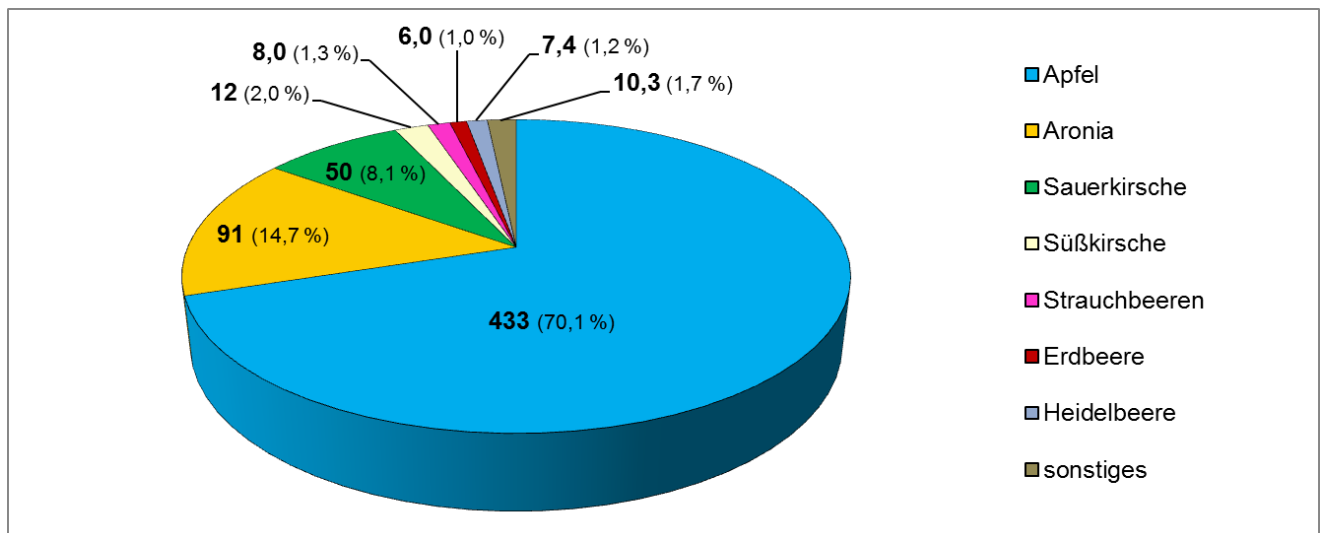


Abbildung 2: Anteile der einzelnen Obstarten im ökologischen Obstanbau in Sachsen 2012 (Fläche in ha und %)

Neuinvestitionen im Öko-Obstbereich sind aktuell fast ausschließlich nur beim Apfel geplant. Ein Grund für das Zögern im Beerenobstbereich ist neben Problemen im Pflanzenschutz vor allem der hohe Aufwand bei der Unkrautregulierung. Die manuelle Handhacke spielt in der Praxis nach wie vor eine Hauptrolle, weil in dieser Bewirtschaftungsform keine Herbizide

eingesetzt werden können. Möglichkeiten zur Mechanisierung der Pflegearbeiten werden vielfach noch zu wenig genutzt. In der Regel kommt nur ein Werkzeugtyp (Gänsefußschar oder Reihenfräse) zur Bearbeitung der Fahrgassen zwischen den Pflanzreihen zum Einsatz (Abbildung 3).



Abbildung 3: Praxisübliche Technik zur mechanisierten Unkrautregulierung, nur geeignet für Bearbeitung der Fahrgassen

Eine regelmäßige und intensive Beseitigung der Unkräuter ist aber gerade im Erdbeeranbau eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung eines gesunden und kräftigen Pflanzenbestandes und damit für ausreichend hohe und stabile Erträge.

Die Nachfrage an ökologisch erzeugten Erdbeeren hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. In Sachsen kann sie momentan nur ungenügend durch die einheimischen Produzenten gedeckt werden. Sowohl Obst- und Gemüsebaubetriebe als auch Landwirtschaftsbetriebe interessieren sich daher zunehmend für entsprechende Anbaumöglichkeiten. Vor allem für die Direktvermarktung steht inzwischen eine Anzahl geeigneter Sorten zu Verfügung, die gegenüber im Öko-Anbau nur schwer beherrschbaren Krankheiten (z. B. Rhizom-Fäule, Verticillium-Welke, Mehltau) sehr robust sind. Dadurch kann die Ertragssicherheit und Fruchtqualität deutlich verbessert werden.

Das Problem der Unkrautregulierung ist auch in konventionell wirtschaftenden Betrieben vorhanden. Der Einsatz von Herbiziden bringt nicht immer den gewünschten Erfolg. Hier besteht ebenfalls der Bedarf nach Alternativen bzw. einer Ergänzung zum Herbizideinsatz, insbesondere auch im Hinblick einer möglichen Reduzierung des Mittelaufwandes.

2 Zielstellung

Im vorliegenden Projekt sollten verschiedene Kombinationen von Hackwerkzeugen zur maschinellen Unkrautregulierung in Erdbeerreihenkulturen erprobt werden. Der Schwerpunkt lag im Einsatz unter ökologischen Anbaubedingungen, weil hier keine anderen Bekämpfungsverfahren eingesetzt werden können. Als mögliche Alternative bzw. Ergänzung zum Herbizideinsatz im konventionellen Bereich sollte dieses Verfahren zusätzlich auch in einer integriert bewirtschafteten Variante getestet werden. Ziel war die Erprobung von Möglichkeiten zur Reduzierung der zeitaufwendigen manuellen Handarbeit bei der mechanischen Unkrautregulierung in den Pflanzreihen (Handhacke). Sie bildet den größten Kostenfaktor in der ökologischen Produktion. Eine möglichst rationelle, gleichzeitig aber auch wirkungsvolle Umsetzung dieser Pflegemaßnahmen ist ein entscheidendes Kriterium für einen wirtschaftlich erfolgreichen Erdbeeranbau unter ökologischen Anbaubedingungen. Dies wird zukünftig noch an Bedeutung gewinnen, weil nach Einführung der Mindestlohnregelung der Kostendruck für das Produktionsverfahren deutlich gestiegen ist. Im Endergebnis sollen die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen zur Ergänzung der „Managementunterlage ökologischer Obstbau“ dienen.

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsvarianten und eingesetzte Technik

Im Projekt wurden insgesamt vier Varianten zur maschinellen mechanischen Unkrautregulierung erprobt. In der als „Kontrolle“ bezeichneten Variante C erfolgte (wie in der Praxis bisher üblich) nur in den Fahrgassen eine maschinelle Bearbeitung. Zwischen den Erdbeerpflanzen wurde ausschließlich mit der Hand gehackt. In den Varianten A, B, D und E (= IP-Variante) kamen zusätzlich in den Pflanzreihen spezielle Werkzeuge zur Bearbeitung zwischen den Erdbeerpflanzen zum Einsatz (Abbildung 5). Die einzelnen Versuchsglieder sind in Tabelle 1 dargestellt.

Aus kosten- und arbeitsorganisatorischen Gründen kamen für die Versuche nur solche Werkzeugkonstruktionen in Betracht, die an einem gemeinsamen Basisgerät verwendet werden konnten. Dafür wurde ein Hackrahmen der Firma KRESS mit manueller Handsteuerung gewählt (Abbildung 4). An diesem können die verschiedenen Hackwerkzeuge mittels geeigneter Werkzeugträger in den entsprechenden Kombinationen befestigt werden (Abbildung 5). Ab Juli kamen zusätzlich Rankenschneider zum mechanischen Entfernen der Ausläufer zum Einsatz (Abbildung 6). 2013/2014 wurden an den Gänsefußscharen zur besseren Wirkung in den Fahrgassen zusätzlich noch Reihenstriegel angebaut (Abbildung 7). Der Einsatz des Gerätesystems erfolgte im Versuch heckseitig an einem Schmalspurtraktor Fendt 280 V. Der Anbau ist bei entsprechender Anpassung und geeigneter Zugmaschine (z. B. Geräteträger) auch im Front- oder Zwischenachs-anbau (Fendt GT ab Baureihe 218) möglich, dann allerdings ohne Handsteuerung.

Tabelle 1: Varianten zur mechanischen Unkrautregulierung

| Variante | Werkzeuge zur Maschinenhacke in Fahrgasse/Pflanzreihe | Handhacke in Pflanzreihe |
|----------|---|---------------------------------------|
| A (Öko) | Fahrgasse: Hackrahmen mit Gänsefußscharen; Pflanzreihe: Fingerhacken | ergänzend, nach Bedarf |
| B (Öko) | Fahrgasse: Hackrahmen mit Gänsefußscharen; Pflanzreihe: Torsionshacken | ergänzend, nach Bedarf |
| C (Öko) | Fahrgasse: Hackrahmen mit Gänsefußscharen; Pflanzreihe: keine | komplett, intensiv |
| D (Öko) | Fahrgasse: Hackrahmen mit Gänsefußscharen; Pflanzreihe: Kombination Fingerhacken/Torsionshacken | ergänzend, nach Möglichkeit reduziert |
| E (IP) | Fahrgasse: Hackrahmen mit Gänsefußscharen; Pflanzreihe: Fingerhacken | ergänzend, nach Bedarf |



Abbildung 4: Hackrahmen (Modell Kress Argus Präzisionshacke) mit manueller Handsteuerung im Heckanbau

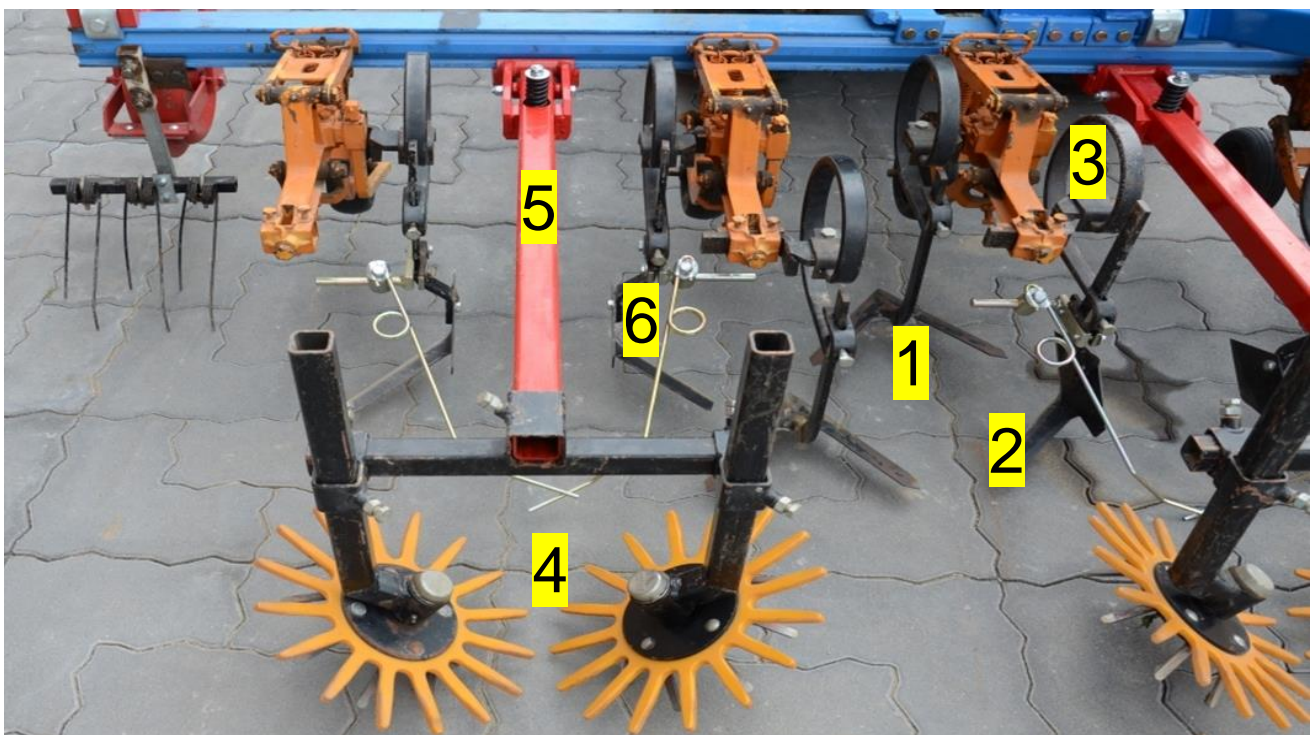


Abbildung 5: Hackwerkzeuge – Gänsefußschare (1) und Winkelschare (2) am Mehrzweck-Parallelogramm (3), Fingerhacken (4) mit Werkzeugträger (5), Torsionshacken, am Stiel der Hackschare befestigt (6)

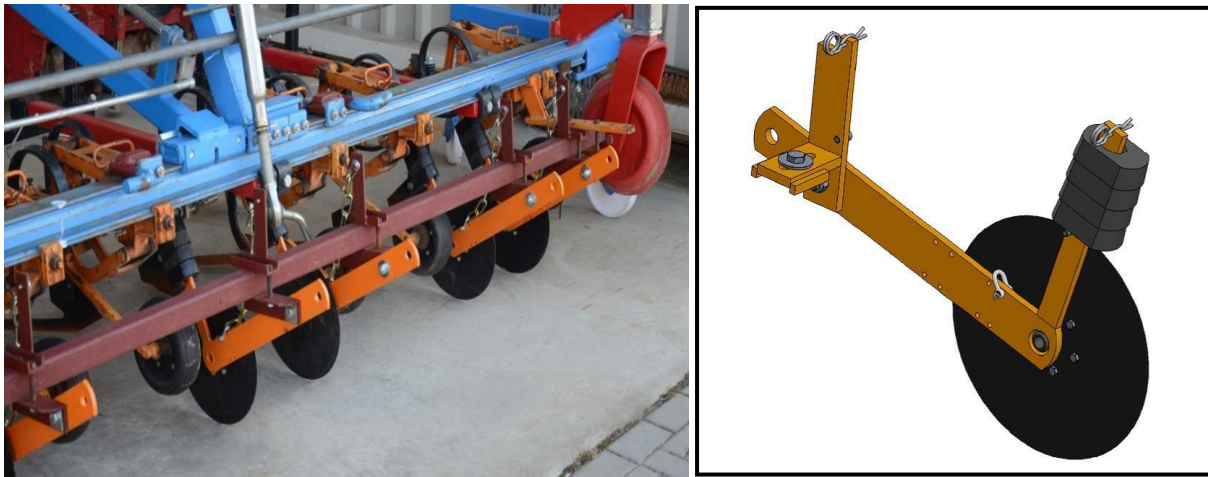


Abbildung 6: Rankenschneider zur Entfernung der Ausläufer im Sommer. Die Befestigung erfolgte an einer separaten Schiene, die im Eigenbau an den Hackrahmen angepasst wurde.



Abbildung 7: Reihenstriegel hinter den Gänsefußscharen verbesserten in den Fahrgassen die Wirkung beim Herausreißen auch schon etwas größerer Unkräuter. Der Anbau erfolgt am Stiel der Hackschare.

Durch den Anbau der Hackschare an einem Parallelogramm kann die eingestellte Arbeitstiefe auch bei Bodenunebenheiten präzise eingehalten werden. Im Versuch wurde dafür das Mehrzweckparallelogramm der Firma SCHMOTZER verwendet (je 2 Stück pro Fahrgasse, links und rechts außen jeweils 1 Stück zur halbseitigen Bearbeitung). An dem Hackrahmen können auch vergleichbare Geräte anderer Hersteller eingesetzt werden. Als Hackwerkzeuge wurden pro Fahrgasse 2 Flachschar HS 420, 200 mm für die Mitte und 2 Winkelmesser HS 498 jeweils rechts/links neben der Pflanzreihe benutzt (beide Fa. KRESS), an den Außenreihen jeweils nur 1 Flachschar und 1 Winkelmesser (halbseitige Bearbeitung). Die Scharhalter sind gefedert. Bei der Anordnung ist wichtig, dass sich die Messer gegenseitig überschneiden, damit keine Bearbeitungslücken entstehen.

Eine Alternative, die leider nicht mehr erprobt werden konnte, ist der Einsatz des etwas größeren Kombi-Parallelogramms der Firma SCHMOTZER, an welchem bis zu 5 kleinere Hackschare befestigt werden können (Abbildung 8). Zur Bearbeitung wäre bei einem Reihenabstand von 80 bis 100 cm 1 Stück pro Fahrgasse ausreichend. Für diesen Werkzeugträger sind auch die im Projekt verwendeten Rankenschneider (Abbildung 6) zum direkten Anbau vorgesehen, sodass sich eine zusätzliche Befestigungslösung wie beim Versuchsgerät erübrigen würde.



Abbildung 8: Das etwas größere Kombi-Parallelgramm (Fa. SCHMOTZER) könnte eine mögliche Alternative zum im Versuch eingesetzten Mehrzweckparallelgramm sein. Hier wäre pro Fahrgasse nur 1 Stück notwendig. Es können bis zu 5 kleinere Hackscharen angebaut werden. Die im Versuch verwendeten Rankenschneider der gleichen Firma können hier direkt angebaut werden (ohne selbst gebaute Eigenkonstruktion).

Die Bearbeitung der Fahrgassen ist in allen Varianten mit dem gleichen Geräteaufbau durchgeführt worden. Zur Unkrautregulierung in der Pflanzreihe kamen in Variante A die Fingerhacke (Abbildung 9) und in Variante B die Torsionshacke (Abbildung 10) zum Einsatz. In Variante D wurden beide Werkzeuge kombiniert (Abbildung 11).

Bei der Fingerhacke arbeiten zu beiden Seiten der Kulturpflanzen drehbar gelagerte Antriebssterne aus Metall. An diesen sind flexible Fingersterne aus Gummi befestigt. Beide Teile greifen bei der Bearbeitung direkt in die Pflanzreihe hinein. Der Abstand zwischen den Gummifingern der beiden Fingersterne ist zueinander verstellbar. Wenn die Kulturpflanzen noch kleiner sind, sollten sie sich optimalerweise überlappen. Die Einstellung der Werkzeuge sollte so erfolgen, dass sie leicht auf den Boden gepresst werden. Dadurch können die Gummifinger bei der Vorwärtsbewegung oberflächlich in den Boden eindringen. Die Unkrautwirkung beruht dabei auf der horizontalen Scherwirkung der Gummifinger [KOLBE 2001]. Der verwendete Werkzeugträger ist federnd gelagert, wodurch Bodenunebenheiten besser ausgeglichen werden können.



Abbildung 9: Arbeitsweise der Hackschare (Fahrgasse) und Fingerhacken (Pflanzreihe), Variante A

Die Torsionshacke hat zwei flexible Zinken, die beidseitig der Pflanzreihe in den Boden greifen und dadurch eine Hackwirkung erzielen. Es gibt verschiedene Befestigungsvarianten. Bei der im Versuch verwendeten Bauart werden die Zinken leicht schräg an den Scharhaltern angebracht. Dabei sollen sie sich in Ruhestellung leicht überkreuzen und etwas unterhalb der Flachscharre stehen. Bei korrekter Einstellung dringen die Zinken während der Fahrt in die Erde ein und werden durch den Bodenwiderstand auseinandergedrückt, wodurch sie an den Kulturpflanzen vorbeistreichen. Durch das Vibrieren der Zinken wird der Boden gelockert und das Unkraut entwurzelt. Sie können dabei bis zu 2 cm tief in den Boden eindringen (Abbildung 10).

In Variante D wurden beide Werkzeuge kombiniert (Abbildung 11). Der Gedanke war hier, dass durch die doppelte Wirkung auch größere Unkräuter besser aus dem Boden gezogen werden können (Vorlockerung durch die Torsionshacke → leichteres Herausziehen durch die nachfolgende Fingerhacke). Das wäre vor allem von Interesse, wenn auf Grund ungünstiger Witterung längere Bearbeitungspausen notwendig sind.



Abbildung 10: Arbeitsweise der Torsionshacken in der Pflanzreihe, Variante B



Abbildung 11: Kombination von Torsionshacke (rechts) und Fingerhacke (links), Variante D

Die Anschaffungskosten für das im Projekt zusammengestellte Gerätesystem betragen insgesamt 11.320,00 € (ohne MwSt.). Mit der verwendeten Werkzeuganordnung können 3 Pflanzreihen gleichzeitig von beiden Seiten bearbeitet werden. Bei den Fahrgassen sind es 2 komplett (in der Mitte) und 2 jeweils halbseitig (außen). Die detaillierte Kostenaufstellung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Kostenaufstellung für das im Projekt verwendete Gerätesystem

| Bezeichnung der Einzelteile | Kosten (ohne MwSt.) |
|--|------------------------|
| Handlenkung KRESS ARGUS komplett mit Geräteschiene (3,20 m) | 2.758,00 € |
| 3 Fingerhackelemente Standard (370 mm, mittelhart) kpl. mit gefederter Halterung | 2.058,00 € |
| 6 Mehrzweckparallelogramme | 1.932,00 € |
| 3 x Torsionszinken komplett mit Halter (je 2 Zinken, 7 mm) | 376,80 € |
| 6 Winkelmesser HS 498 (3xL, 3xR) | 354,00 € |
| 6 Flachhackschare HS 420, 200 mm | 268,20 € |
| 12 gefederte Scharhalter | 954,00 € |
| 4 Reihenstriegel | 484,00 € |
| + 3 Sätze Rankenschneider (kpl. je 2 Scheiben + Halterung) | 1.335,00 € |
| 2 Einfahrwagen (zum Abstellen des Hackrahmens) | 800,00 € |
| Kosten gesamt | 11.320,00 € |

3.2 Versuchsaufbau 2012/2013

Für die Varianten im ökologischen Anbau stand in beiden Pflanzjahren eine Versuchsfläche von jeweils 1.000 m² zur Verfügung. Die integrierte bewirtschaftete Variante lag auf einer separaten Fläche. Im Versuch 2012/2013 wurden Frigopflanzen der Sorte 'Elsanta' verwendet. Die Pflanzung erfolgte am 2. Mai 2012 als Flachkultur in Einzelreihe. Diese Anbauform wird unter sächsischen Standortbedingungen für den Anbau im Freiland als Standard empfohlen. Die Pflanzabstände können dabei in der Praxis variieren. Im Projekt betragen sie 1,00 m zwischen den Reihen und 0,30 m innerhalb der Pflanzreihen. Die einzelnen Varianten bestanden aus 4 Wiederholungen mit jeweils 3 Reihen zu je 35 Erdbeerpflanzen (zuzüglich Randreihen). In der Kontrollvariante (Var. C, nur Handhacke in der Pflanzreihe) wurde versuchsweise noch zusätzlich jeweils eine Reihe der Sorten 'Asia', 'Daroyal' und 'Sonata' gepflanzt. Sie sollten im Rahmen des Projektes auf ihre Eignung unter ökologischen Anbaubedingungen getestet werden.

In den Varianten A bis D erfolgte der Pflanzenschutz und die Düngung nach den Richtlinien des ökologischen Anbaus. In der konventionell bewirtschafteten Variante E erfolgte außer bei der Unkrautregulierung die allgemeine Pflege nach den Richtlinien der integrierten Produktion (Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel und mineralischer Düngemittel).

Notwendige Behandlungsmaßnahmen wurden auf der Grundlage von regelmäßigen Bestandskontrollen und Bodenproben durchgeführt. Der Anbau war als einjährige Kultur vorgesehen. Weil sich im Pflanzjahr keine Früchte entwickeln sollten, wurden Anfang Juni 2012 die Blüten im gesamten Pflanzbestand ausgebrochen. Am 21./22. Mai 2013 wurde auf dem gesamten Feld Stroh ausgebracht. Die Ernte begann am 12. Juni und endete am 1. Juli (insgesamt 8 Durchgänge). Anschließend wurde das Feld geräumt.

3.3 Versuchsaufbau 2013/2014

2013 wurde ein weiteres Versuchsfeld neu gepflanzt mit den gleichen Bearbeitungsvarianten wie im Vorjahr (Tabelle 1). Die Anbauform war identisch (Frigopflanzen, 1,0 m Reihenabstand, 0,30 m Pflanzabstand, 4 Wiederholungen zu je 3 Reihen, 35 Pflanzen pro Reihe, zuzüglich Randreihen). Im Unterschied zum „alten Feld“ wurden jetzt allerdings in allen Varianten die drei Sorten ‘Asia’, ‘Elsanta’ und ‘Rumba’ gleichwertig mit jeweils einer Reihe gepflanzt, außer der konventionellen Variante E (wieder auf separatem Feld). Hier kam nur ‘Elsanta’ zum Einsatz.

Die Pflegemaßnahmen wurden analog dem Versuch 2012/2013 durchgeführt. Der Anbau war ebenfalls als einjährige Kultur vorgesehen. Daher wurden auch hier die Blüten im Juni 2013 ausgebrochen. Im Erntejahr 2014 wurde am 25. April Stroh ausgebracht. Die Ernte begann am 26. Mai und endete am 20. Juni (insgesamt 10 bis 11 Durchgänge).

3.4 Datenerfassung

Für die Datenerfassung waren folgende Parameter vorgesehen:

- Wuchsentwicklung der Erdbeerpflanzen
- Unkrautentwicklung
- Ertrag, Fruchtqualität
- Arbeitsaufwand bei der Unkrautregulierung
- Krankheits- und Schädlingsbefall
- allgemeiner Pflegeaufwand

Die Bonituren zur Wuchsentwicklung der Erdbeerpflanzen und dem Unkrautbesatz erfolgten jeweils unmittelbar vor den mechanischen Bearbeitungsmaßnahmen.

Für die Bewertung der Wuchsentwicklung wurde an 15 Pflanzen pro Parzelle (je 5 pro Reihe) die Wuchshöhe und -breite gemessen. Die Unkrautentwicklung (Wuchsstärke, phänologisches Stadium) konnte nur nach einfacher visueller Bonitur bewertet werden. Eine detaillierte Auszählung und Messung war zeitlich und personell nicht durchführbar. Der Bedeckungsgrad und die Häufigkeit der einzelnen Unkrautarten wurde nach prozentualen Anteilen geschätzt. Die Bonituren zur Unkrautentwicklung sind getrennt nach Fahrgasse und Pflanzreihe durchgeführt worden. Pro Wiederholung erfolgte dies an 3 Kontrollpunkten, in der Pflanzreihe jeweils auf einem Streifen von 2,00 m Länge und in der Fahrgasse auf einer Fläche von jeweils 0,60 m x 1,80 m (= 1,08 m²).

Tabelle 3: Vereinfachter Boniturschlüssel zur Bewertung der Unkrautentwicklung

| Boniturnote | Wuchsstärke | vorherrschendes Entwicklungsstadium |
|-------------|--------------|--|
| 1 | sehr schwach | überwiegend sehr kleine Pflanzen, Mehrzahl im Keimblattstadium bis erste Laubblattstadien (2- ca. 4 Blatt) |
| 3 | schwach | überwiegend noch relativ kleine Pflanzen, weitere Laublattentwicklung bis beginnende Seitensprossentwicklung |
| 5 | mittel | verzweigte Pflanzen, zunehmend Längenwachstum und Erscheinen erster Blütenanlagen, zunehmend auch schon größere Unkrautpflanzen |
| 7 | stark | schossende Pflanzen, starkes Triebwachstum, Ausbildung von Blütenanlagen, vereinzelt Beginn der Blüte, viele große Unkrautpflanzen |
| 9 | sehr stark | Mehrzahl voll entwickelt, große Pflanzen, volle Ausbildung der Blütenanlagen, Blühstadium bis Fruchtausbildung |

Die Erfassung von Ertrag und Fruchtqualität erfolgte an den einzelnen Ernteterminen in allen Bearbeitungsvarianten jeweils von einer Pflanzreihe pro Wiederholung (= 35 Pflanzstellen), in Variante C bei der Pflanzung 2012/2013 zusätzlich von je einer Pflanzreihe der Sorten 'Asia', 'Daroyal' und 'Sonata'.

Differenziert wurde nach „Handelsklasse 1“ (vermarktungsfähige Ware), „Rest“ (Früchte zu klein oder beschädigt, Krüppelfrüchte usw.) und „gefaltete Früchte“. Fehlstellen (abgestorbene Pflanzen, Lücken durch Hackmaßnahmen) sind bei der Berechnung des Ertrages pro Pflanzstelle bzw. bei der Hochrechnung auf den Ertrag pro ha (= 30.000 Pflanzstellen) berücksichtigt worden.

Zur Bewertung des Arbeitsaufwandes bei der Unkrautregulierung wurde der Zeitbedarf für die maschinellen Hackdurchgänge (Anbau/Abbau, Fahrgeschwindigkeit, Wendezeit usw.) und bei der Handhacke die Bearbeitungsdauer pro Parzelle an jedem Einsatztermin festgehalten. Unter Berücksichtigung von Pausenzeiten konnte daraus der notwendige Arbeitsaufwand pro ha berechnet werden.

Zum Krankheits- und Schädlingsbefall erfolgte monatlich eine visuelle Bonitur. Beim allgemeinen Pflegeaufwand wurden die notwendigen Maßnahmen (Bestandskontrollen, Pflanzenschutzapplikationen, Düngemaßnahmen usw.) hinsichtlich zeitlichem, personellem und materiellem Bedarf notiert.

3.5 Anbaubedingungen am Versuchsstandort

Der Standort befindet sich im Südosten Deutschlands und liegt 120 m über NN. Der Boden besteht überwiegend aus Parabraunerde bzw. sandigem Lehm mit einer durchschnittlichen Bodenwertzahl von 65. Das Klima ist überwiegend kontinental geprägt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,6 °C (Jahresmittel 1961–2014). Die Jahresniederschläge liegen im langjährigen Durchschnitt bei 618 mm.

Witterungsverlauf im Versuchsjahr 2012

In Abbildung 12 und Abbildung 13 ist der Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode 2012 dargestellt. Die Gesamtniederschlagssumme und die Jahresdurchschnittstemperatur unterschieden sich dabei nur geringfügig vom langjährigen Mittel. Häufige kleine oder länger andauernde Regenschauer von Anfang Mai (unmittelbar nach der Pflanzung) bis in den September führten jedoch immer wieder zu längeren Perioden mit starker Bodennässe. Dadurch ergaben sich in diesem Jahr recht schwierige Bedingungen für eine effektive mechanische Unkrautregulierung.

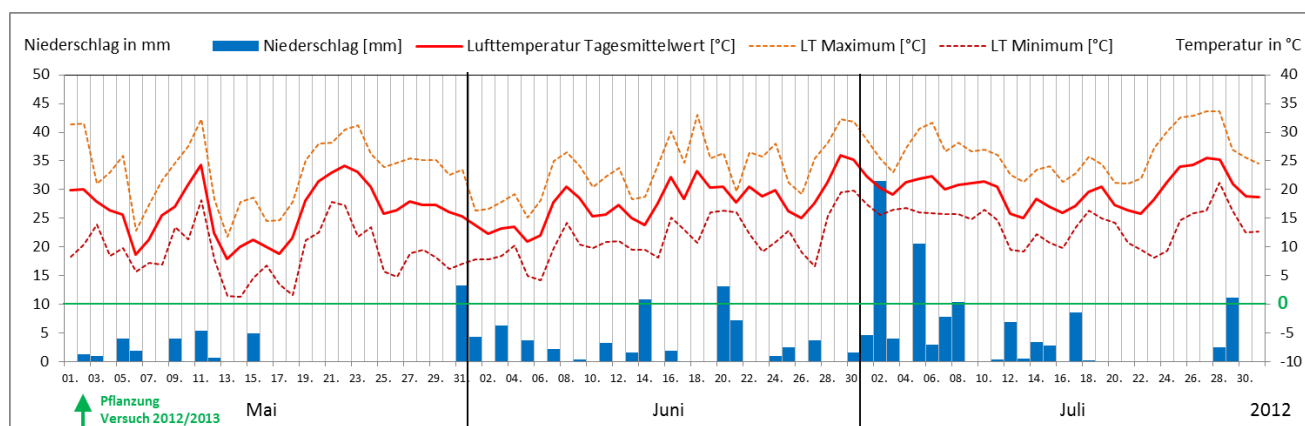


Abbildung 12: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2012 in Dresden-Pillnitz, Mai bis Juli

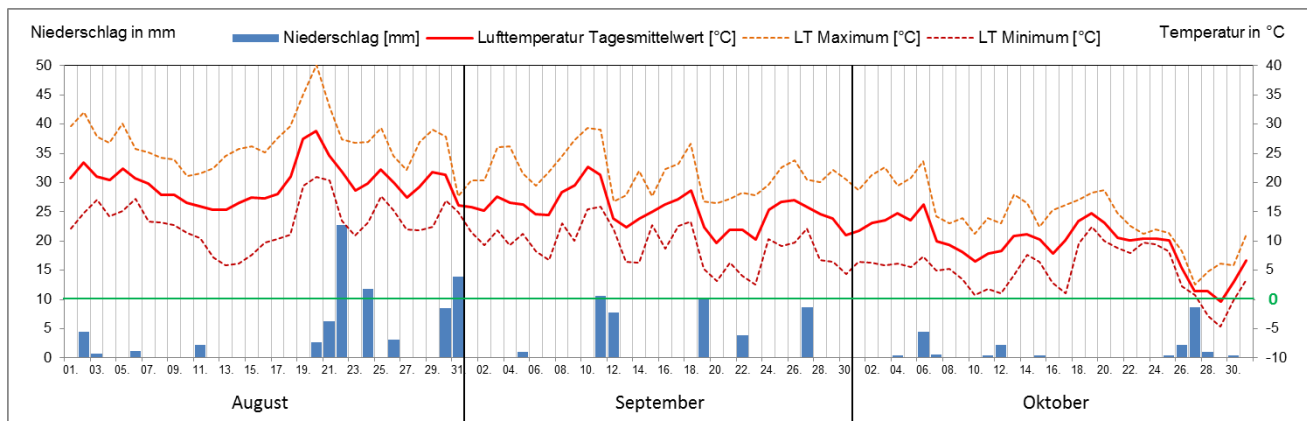


Abbildung 13: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2012 in Dresden-Pillnitz, August bis Oktober

Witterungsverlauf im Versuchsjahr 2013

In Abbildung 14 bis Abbildung 16 ist der Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode 2013 dargestellt. Das erste Halbjahr war durch extreme Wetterverhältnisse gekennzeichnet. So kam es von Februar bis Anfang April zu einer ungewöhnlich lang anhaltenden Kälteperiode. Noch im März gab es 9 Tage, wo die Tagesmitteltemperatur unter -3 °C lag. In mehreren Nächten sanken die Werte unter -10 bis $-17,3\text{ °C}$. Erst Anfang April kam es zu einer Normalisierung auf die jahreszeitlich üblichen Temperaturen. Die mit Vlies abgedeckten Erdbeerpflanzen auf der 2012 angelegten ersten Versuchsfläche haben diese Kälteperiode gut überstanden. Der Pflanztermin für die neue Versuchsanlage verzögerte sich allerdings im Vergleich zu 2012 um ca. 14 Tage. Allein im Mai und Juni fielen dann zusammen über 382 mm Regen. Das war weit über die Hälfte der gesamten Jahresmenge (Abbildung 14 und Abbildung 15). Den Schwerpunkt bildeten dabei zwei besonders lange Schlechtwetterperioden vom 26.05. bis 04.06. und vom 20.06. bis 29.06. (Abbildung 15). Sowohl vom alten als auch vom neuen Erdbeerfeld standen große Teile mehrmals tagelang unter Wasser (Abbildung 17 und Abbildung 18). Allerdings haben die Pflanzen diese kritische Zeit erstaunlich gut überstanden. Die Monate Juli und August waren vergleichsweise wiederum sehr trocken (Abbildung 14). Dies führte im Nachhinein auf der 2013 neu angelegten Versuchsfläche durch die Austrocknung des Bodens zu einer betonartigen Verkrustung der Oberfläche. Dadurch ergaben sich sehr ungünstige Bedingungen für eine maschinelle mechanische Bearbeitung. Allerdings kam es dadurch auch lange Zeit (bis Anfang Juli) zu keiner nennenswerten Unkrautentwicklung. Die noch relativ jungen Erdbeerpflanzen zeigten hingegen auf dem harten Boden kaum Probleme beim Anwachsen.

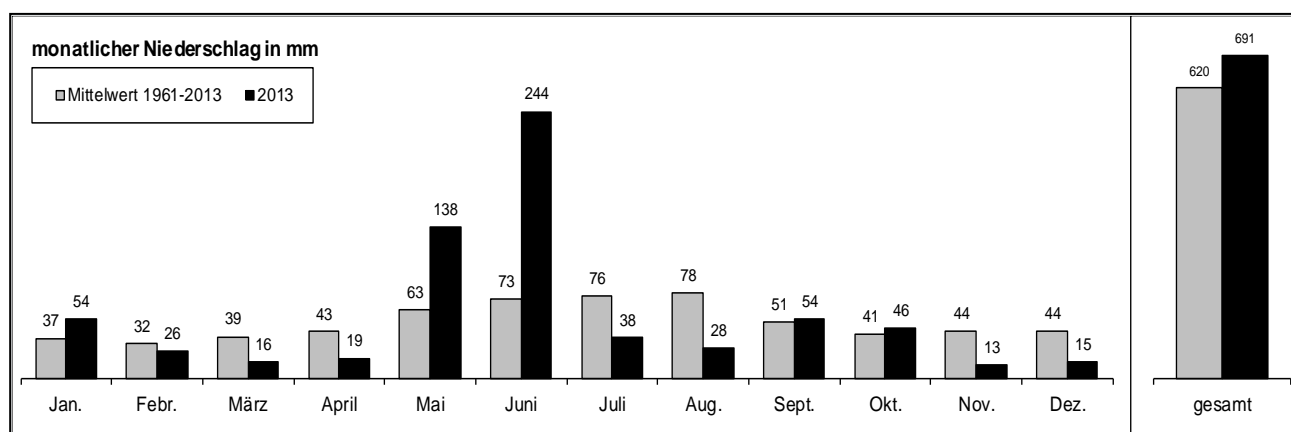


Abbildung 14: Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2013

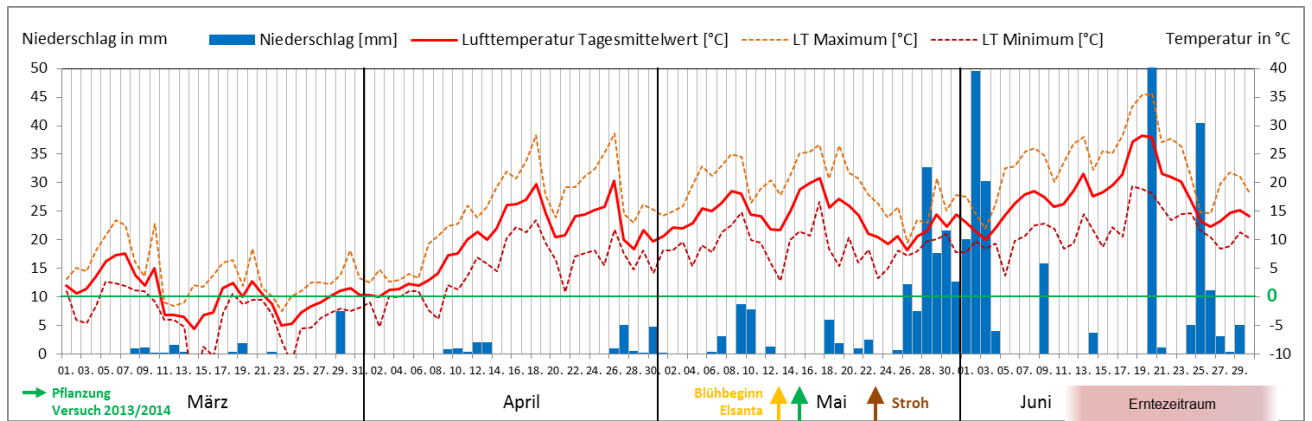


Abbildung 15: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, März–Juni

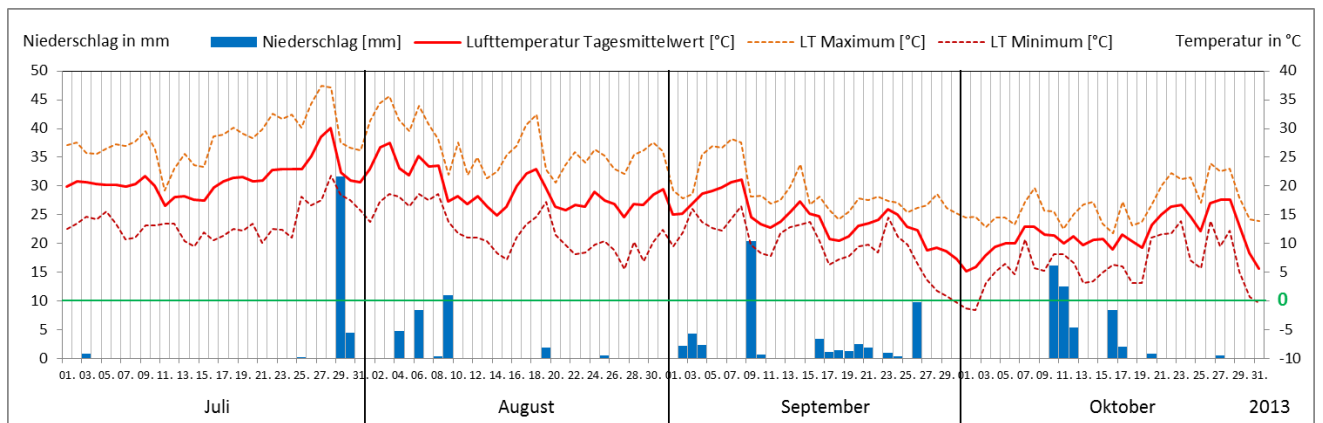


Abbildung 16: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2013 in Dresden-Pillnitz, Juli – Oktober



Abbildung 17: Versuchsfläche der Pflanzung 2012/2013 nach den schweren Regenfällen Ende Mai/Anfang Juni 2013



Abbildung 18: Neupflanzung 2013 (Versuch 2013/2014) nach den schweren Regenfällen Ende Mai/Anfang Juni 2013

Witterungsverlauf im Versuchsjahr 2014

Wie schon im Vorjahr gab es vor allem im ersten Halbjahr 2014 deutliche Abweichungen im Witterungsverlauf gegenüber den standortüblichen Normalwerten. So lag die Durchschnittstemperatur der ersten 3 Monate um ca. 3 °C über dem langjährigen Mittel von 1961 bis 2014. Der ungewöhnlich milde Winter und das anschließend sehr warme Frühlingswetter im März und April führten zu einem extrem frühen Vegetationsbeginn. Der Blühbeginn bei der Sorte 'Elsanta' lag etwa 10 Tage vor dem bisher für Pillnitz üblichen Termin, im Vergleich zum Vorjahr sogar 21 Tage früher. Die Niederschlagsmenge von Januar bis April war dagegen um zwei Drittel geringer gegenüber dem langjährigen Mittelwert. Dafür regnete es im Mai wieder überdurchschnittlich stark (Abbildung 19 und Abbildung 20). Durch den zeitigen Vegetationsbeginn musste 2014 bereits Anfang März mit der mechanischen Unkrautregulierung begonnen werden. Auf Grund des relativ trockenen Wetters war die maschinelle Bearbeitung zu dieser Zeit recht wirkungsvoll. Insgesamt war das Wetter auch für den Reifeprozess und die Fruchtqualität zur Ernte deutlich besser im Vergleich zu 2013.

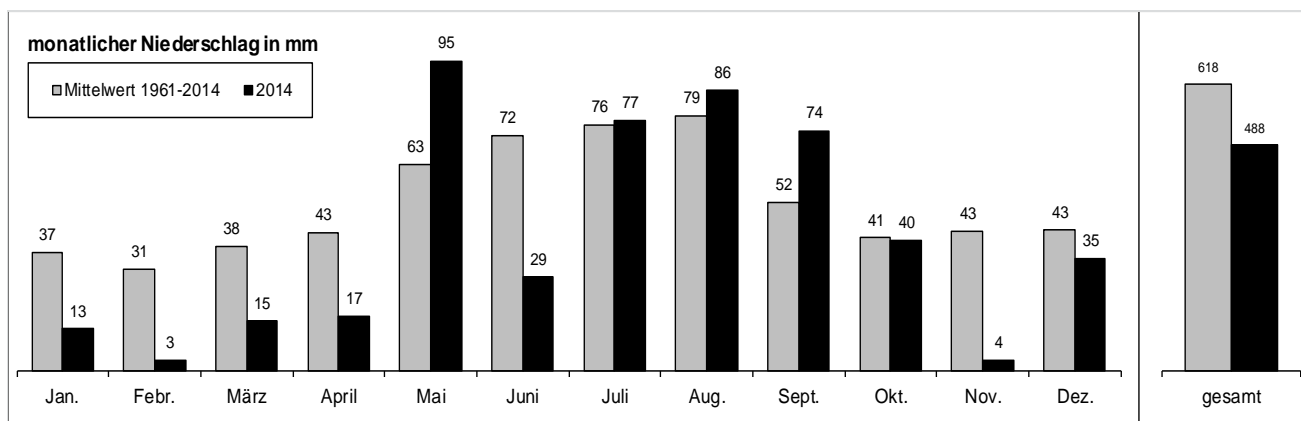


Abbildung 19: Niederschlagsverteilung 2014 in Dresden-Pillnitz, Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2014

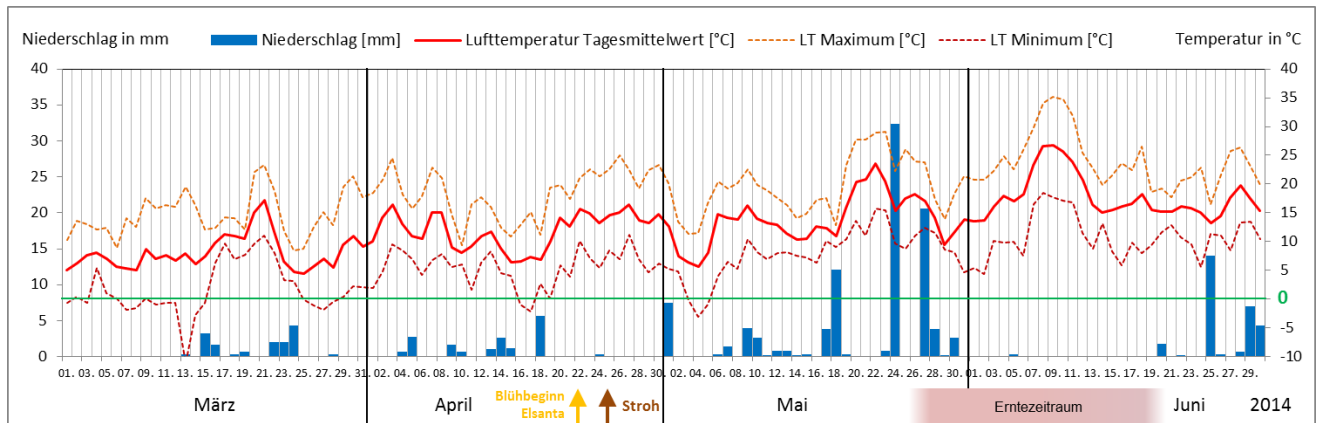


Abbildung 20: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung 2014 in Dresden-Pillnitz, März–Juni

4 Ergebnisse, Versuch 2012/2013

4.1 Allgemeine Pflegemaßnahmen

Die Vorarbeiten zur Erstellung der Versuchsanlage und die Pflegemaßnahmen im Pflanz- und Erntejahr sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Zur Pflanzung am 02.05.2012 war die Fläche vollständig unkrautfrei. Am 30.05. erfolgte eine Bodendüngung mit Haarmehlpellets auf der Öko-Fläche (Varianten A bis D) und am 08.06. mit Kalkammonsalpeter auf der IP-Fläche (Variante E). Die Düngermenge entsprach jeweils 40 kg N pro ha. Zur Regulierung von Blattläusen wurde Anfang Juni in den Öko-Varianten einmal Neudosan Neu eingesetzt. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit kam hier auch mehrmals das Pflanzenstärkungsmittel Milsana zum Einsatz (u. a. vorbeugend gegen Mehltaubefall). In Variante E (IP) erfolgte je eine Behandlung gegen Blattläuse im Juni mit Calypso und gegen Spinnmilben im Juli mit Vertimec. Gegen Erdbeermehltau wurden von Juni bis September insgesamt 4 Behandlungen mit Flint (1 x), Fortress (1 x) und Discus (2 x) durchgeführt.

Zu Beginn 2013 waren die überwinterten Erdbeerpflanzen zunächst bis zum 15.04. mit Vlies abgedeckt. Bis zum Einbringen des Strohs erfolgten noch 4 Maßnahmen zur Unkrautregulierung (siehe Abschnitt 4.5). In den Öko-Varianten (A bis D) wurde zur Regulierung von Blattläusen Mitte Mai einmal Neudosan Neu eingesetzt. In Variante E (IP) erfolgten im Mai vier Behandlungen gegen pilzliche Schaderreger, eine gegen Spinnmilben und zwei gegen Erdbeerbüthenstecher bzw. Blattläuse (Tabelle 4).

Tabelle 4: Versuchsanlage 2012/2013, allgemeine Pflegemaßnahmen im Pflanz- und Erntejahr

| Datum | gesamte Fläche vor der Pflanzung | | |
|--------|---|--------|---|
| 2010 | Landsberger Gemenge eingesät, Überwinterung | | |
| 2011 | Aufwuchs gemulcht, Wiederaufwuchs Weidelgras, Überwinterung | | |
| Datum | Pflanzjahr 2012 | | |
| 12.04. | Bearbeitung mit Kreiselegge | | |
| 19.04. | Bearbeitung mit Spatenmaschine | | |
| 30.04. | Bearbeitung mit Bodenfräse | | |
| 02.05. | Pflanzung | | |
| Datum | Öko-Varianten | Datum | IP-Variante |
| 02.05. | RhizoVital 42 flüssig (Tauchbehandl. der Wurzeln), 0,2 %ig | 02.05. | Aliette WG (Tauchbehandl. der Wurzeln), 0,5 %ig |
| 30.05. | Haarmehlpellets (Bodendüngung), 40 kg N/ha | | |
| 08.06. | Neudosan Neu (Blattläuse), 40 l/ha | 08.06. | Kalkammonsalpeter (Bodendüngung), 40 kg N/ha |
| 15.06. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | | |
| 22.06. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 18.06. | Flint (Mehltau), 0,3 kg/ha, Calypso (Blattläuse), 0,25 l/ha |
| 04.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | | |
| 13.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 24.07. | Fortress 250 (Mehltau), 0,5 l/ha |
| 24.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 27.07. | Vertimec (Spinnmilben), 1,25 l/ha |
| 01.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 15.08. | Discus (Mehltau), 0,3 kg/ha |
| 17.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 14.09. | Discus (Mehltau), 0,3 kg/ha |
| Datum | Erntejahr 2013 | | |
| | | 06.05. | Signum (Pilzkrankheiten) 1,8 kg/ha |
| 13.05. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 13.05. | Switch (Pilzkrankheiten) 1,0 kg/ha + Floramite 240 SC (Spinnmilben) 0,4 l/ha |
| 14.05. | Neudosan Neu (Blattläuse), 40 l/ha | 14.05. | Calypso (Blattläuse, Erbeerblütenstecher) 0,25 l/ha |
| | | 17.05. | Teldor (Fruchtfäulen), 2 kg/ha + Ortiva, 1l/ha |
| | | 18.05. | Flint (Mehltau) 0,2 kg/ha + Calypso (Blattläuse, Blütenstecher) 0,1 l/ha |
| 22.05. | Einbringung von Stroh | 22.05. | Einbringung von Stroh |
| 24.05. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | | |
| 12.06. | Erntebeginn | 12.06. | Erntebeginn |
| 01.07. | Ernteabschluss | 01.07. | Ernteabschluss |

4.2 Krankheits- und Schädlingsbefall

Im Verlauf des Versuchsjahres 2012 traten bei der Sorte 'Elsanta' in den ökologisch bewirtschafteten Varianten Ausfälle durch Rhizom-Fäule (*Phytophthora cactorum*), bei einigen wenigen Pflanzen auch durch Verticillium-Welke (*Verticillium albo-atrum*) auf (Abbildung 21). Eine vor der Pflanzung durchgeführte Tauchbehandlung mit dem Pflanzenstärkungsmittel RhizoVital 42 flüssig (0,2 %ig) blieb praktisch wirkungslos. Begünstigend für den Befall 2012 war die über weite Strecken sehr feuchte Witterung (erste Maihälfte, Juni bis Mitte Juli und zweite Augusthälfte). Daraus ergaben sich teilweise recht ungünstige Entwicklungsbedingungen (Stauässe über längere Zeit, Bodenverdichtungen bei Bearbeitungsmaßnahmen). Ab Anfang August entwickelte sich bei der Sorte 'Elsanta' trotz regelmäßiger Behandlungen mit dem Pflanzenstärkungsmittel Milsana ein geringer bis mittlerer Befall durch Erdbeermehltau (*Sphaerotheca macularis*).

Die 2012 in Variante C versuchsweise gepflanzten Sorten 'Asia' und 'Daroyal' erwiesen sich dagegen als sehr robust. Es traten keine Ausfälle durch Wurzelkrankheiten auf (Abbildung 22). Auch der Mehltaubefall war in beiden Sorten sehr gering. Dagegen waren die Ausfälle bei 'Sonata' sogar noch stärker im Vergleich zu 'Elsanta'. In der IP-Variante wurde kein Befall durch pilzliche Schaderreger festgestellt. Hier erfolgte vor der Pflanzung eine Tauchbehandlung mit Aliette WG. Auch gegen den Erdbeermehltau zeigten die entsprechenden Fungizidmaßnahmen eine sehr gute Wirkung. Bei den tierischen Schaderregern trat ab Anfang Juni in geringem Umfang die Schalottenlaus (*Mycus ascalonicus*) auf. Durch die Behandlungen mit Neudosan Neu (Öko-Varianten) bzw. Calypso (IP-Variante) wurde eine ausreichende Bekämpfung

erzielt. In der IP-Variante wurde gegen Ende Juli ein etwas stärkerer Befall durch die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) festgestellt, sodass eine gezielte Behandlung notwendig erschien.

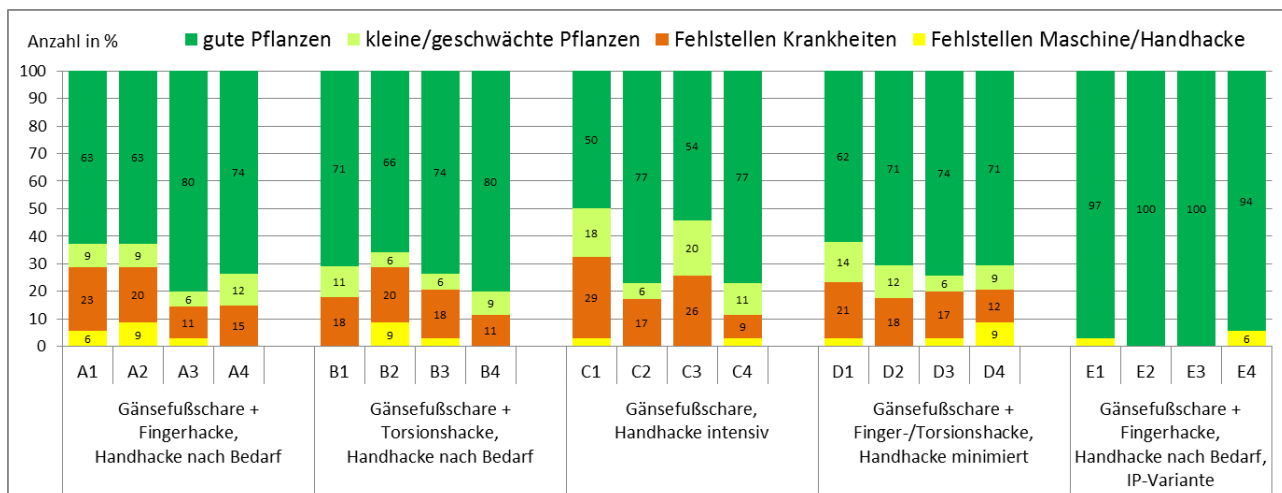


Abbildung 21: Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bei der Sorte 'Elsanta' in den verschiedenen Unkraut-Bearbeitungsvarianten, September 2012

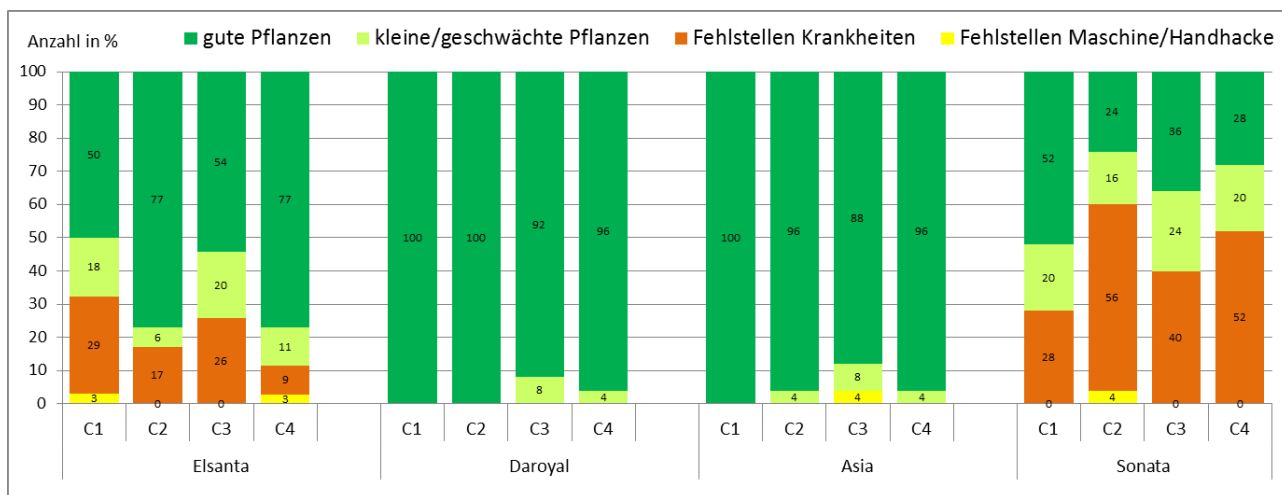


Abbildung 22: Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bis September 2012 bei alternativen Sorten (Variante C)

4.3 Aufgetretene Unkrautarten

Im Versuch 2012/2013 wurden auf der gesamten Versuchsfläche (einschließlich Randreihen) 15 verschiedene Unkrautarten festgestellt. Ihre Häufigkeit und Verteilung waren sehr unterschiedlich. Vogelmiere war mit Abstand die dominierende Art. Zu den typischen Problemunkräutern in allen Parzellen zählten auch Behaartes Franzosenkraut, Rote Taubnessel und Löwenzahn. Allgemein verbreitet, aber zumeist deutlich weniger traten **Weißer Gänsefuß**, **Acker-Hellerkraut** und **Gemeines Kreuzkraut** auf. Nur an bestimmten Stellen entwickelte sich herdartig die **Acker-Kratzdistel** und vereinzelt auch **Welsches Weidelgras** (aus der Vorkultur stammend). Die anderen Arten traten mehr oder weniger nur als Einzelpflanzen in Erscheinung. Ein zusammenfassender Überblick zu den aufgetretenen Unkräutern ist in Tabelle 5 dargestellt. Die Artenzusammensetzung und ihre Häufigkeit variierten über die gesamte Vegetationsperiode (Mai bis September) nur geringfügig. In den Pflanzreihen kam es in der Kontrollvariante (D) und der IP-Variante (E) ab August zu einer leichten Zunahme beim Anteil der **Vogelmiere**. **Löwenzahn** trat erst ab Ende Mai auf. **Acker-Kratzdistel** und (sehr vereinzelt) **Breitwegereich**, **Stumpflättriger Ampfer**, **Kleine Brennessel** (nur Var. E) und **Ackerwinde** (nur in zwei Parzellen der Var. C) wurden erst ab Juli sichtbar.

Tabelle 5: Unkrautarten auf der Versuchsfläche, Häufigkeit und allgemeine Verteilung

| Häufigkeit, Verteilung | Unkrautart | |
|--|--------------------------|-----------------------------|
| Hauptarten | Vogelmiere | <i>Stellaria media</i> |
| | Behaartes Franzosenkraut | <i>Galinsoga ciliata</i> |
| | Rote Taubnessel | <i>Lamium purpureum</i> |
| | Löwenzahn | <i>Taraxacum officinale</i> |
| ganzflächig, aber deutlich weniger, häufig als einzelne Pflanzen | Weißer Gänsfuß | <i>Chenopodium album</i> |
| | Acker-Hellerkraut | <i>Thlaspi arvense</i> |
| | Gemeines Kreuzkraut | <i>Senecio vulgaris</i> |
| herdartig, kleine Gruppen bis vereinzelt | Acker-Kratzdistel | <i>Cirsium arvense</i> |
| | Welsches Weidelgras | <i>Lolium multiflorum</i> |
| Einzelpflanzen | Kleine Brennessel | <i>Urtica urens</i> |
| | Stumpfbllättriger Ampfer | <i>Rumex obtusifolius</i> |
| | Breitwegerich | <i>Plantago major</i> |
| | Ackerwinde | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| an Randflächen (Randreihen) | Flohknöterich | <i>Polygonum persicaria</i> |
| | Einjährige Rispe | <i>Poa annua</i> |

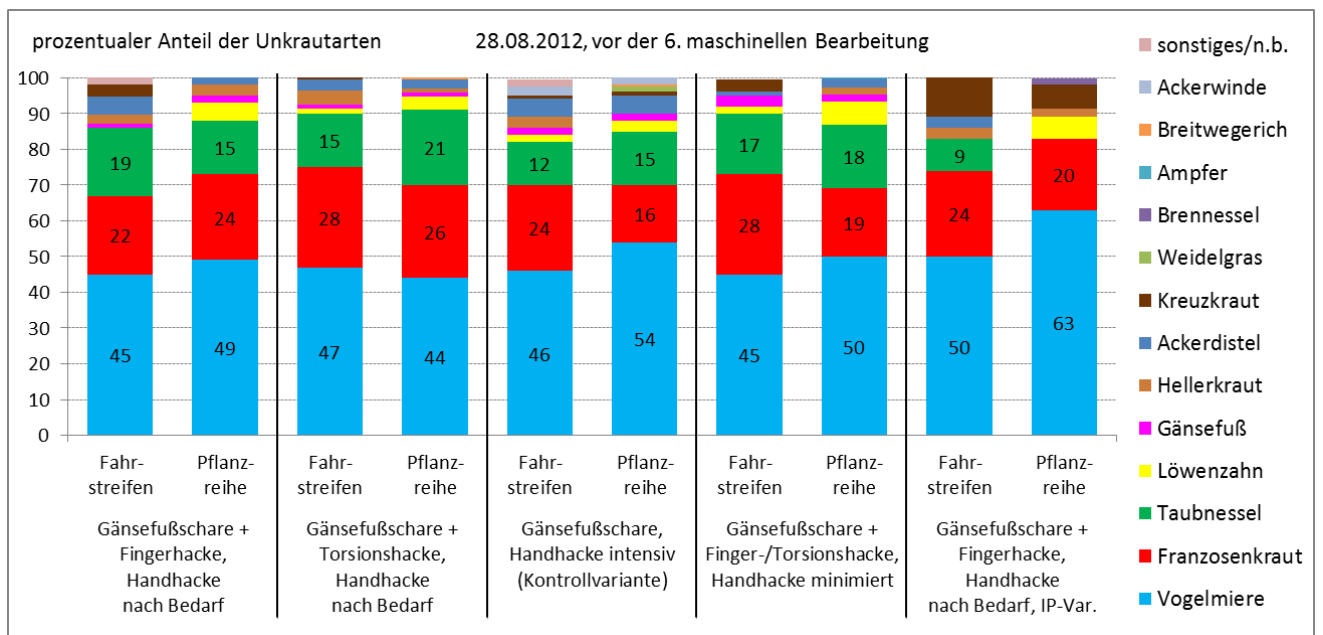


Abbildung 23: Versuch 2012/2013, prozentuale Anteile der Unkrautarten Ende August 2012, Mittelwerte aus 4 Wiederholungen

4.4 Versuchsdurchführung 2012 (Pflanzjahr)

Zur Pflanzung war die Fläche vollständig unkrautfrei. Danach führte eine längere Regenperiode vom 2. bis 15. Mai zu günstigen Wachstumsbedingungen sowohl für die Erdbeerpflanzen als auch für den Unkrautbewuchs. In dieser Zeit konnte auf Grund des sehr feuchten Bodens keine Bearbeitung stattfinden.

Bonitur am 18.05.

Kulturentwicklung

Der Pflanzenbestand war zu diesem Zeitpunkt sehr gut angewachsen und machte allgemein einen gesunden Eindruck. Es wurden keine Ausfälle festgestellt. Der Entwicklungszustand war über das ganze Feld sehr gleichmäßig. Die Wuchshöhe betrug im Durchschnitt 5–7 cm.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Durch die günstigen Entwicklungsbedingungen waren bereits viele kleine Unkrautpflanzen aufgegangen. Es dominierte **Vogelmiere**, gefolgt von **Behaartem Franzosenkraut** und **Roter Taubnessel**. Vereinzelt traten **Weißer Gänsefuß** und **Acker-Hellerkraut** auf. Viele befanden sich im 2–4-Blattstadium bis beginnende Sprossentwicklung, einige schon im Längewachstum. Die Verteilung über die einzelnen Versuchspartzellen war dabei relativ gleichmäßig. Die Besatzdichte war insgesamt (Fahrgassen und Pflanzreihen) sehr locker. Der mittlere Bedeckungsgrad lag in den Fahrgassen zwischen 25 und 33 %. In den Pflanzreihen ergab sich ein mittlerer Bedeckungsgrad zwischen 20 und 25 %.

Am 18.05. erfolgte die erste maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen.

Die Unkrautwirkung im Fahrstreifen war in allen Varianten sehr gut. Der Unkrautbewuchs wurde durch die Gänsefußschar vollständig beseitigt. Im Pflanzstreifen (Var. A, B, D, E) wurden kleine Unkräuter (bis ca. 4 cm Wuchshöhe) sowohl durch die Fingerhacken als auch die Torsionshacken gut herausgezogen. Zwischen beiden Varianten gab es keine Unterschiede. Stärker entwickelte Pflanzen blieben jedoch stehen (**Behaartes Franzosenkraut**, **Rote Taubnessel**). Bei **Vogelmiere** wurden größere Pflanzen teilweise nur leicht angehoben und die Wurzel nicht vollständig aus der Erde gerissen, sodass sie danach wieder anwachsen konnten. Die Bearbeitungseffekte in den Varianten A, B und E waren vergleichbar. Variante D zeigte im Vergleich durch die Kombination von Finger- und Torsionshacke tendenziell eine intensivere Wirkung (vor allem besserer Abriss von **Vogelmiere** und kleineren Pflanzen bei **Behaartem Franzosenkraut** und **Roter Taubnessel**).

Die Erdbeerpflanzen waren zu diesem Bearbeitungstermin noch recht klein, was sich in einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber den direkt in der Reihe wirkenden Finger- und Torsionshacken bemerkbar machte. Durch die noch nicht optimale Anpassung der Werkzeuge (teilweise erschwert durch eine etwas ungenaue Pflanzung) wurden mehrere Erdbeerpflanzen mit herausgerissen (%-Anteile siehe Abbildung 21 in Kap. 4.2).

Am 21./22.05. wurde die erste intensive Handhacke in allen Varianten außer Variante D durchgeführt. Beim Unkrautbesatz ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Varianten. Schwerpunkt waren hier die bei der maschinellen Bearbeitung am 18.05. stehengebliebene Unkräuter (**Behaartes Franzosenkraut**, **Rote Taubnessel**, vereinzelt **Weißer Gänsefuß**, **Acker-Hellerkraut**, ca. 5–15 cm) und wieder angewachsene oder neu ausgetriebene **Vogelmiere**. Das sichtbare Unkraut wurde vollständig entfernt.

Bonitur am 29.05.

Kulturentwicklung

Der Bestand zeigte sich über alle Parzellen sehr einheitlich und die Erdbeerpflanzen befanden sich gut im Wachstum. Die Wuchshöhe betrug durchschnittlich 6–10 cm. Einige Fehlstellen entstanden durch die erste maschinelle Bearbeitung. Durch die Finger- bzw. Torsionshacken wurden innerhalb der Pflanzreihen mehrere Erdbeerpflanzen mit herausgerissen. Es gab keine krankheitsbedingten Ausfälle.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Ende Mai waren bereits wieder zahlreiche Unkräuter aufgelaufen. Allerdings war die Bestandsdichte allgemein noch sehr locker und niedrig (Fahrstreifen und Pflanzreihen). Die auftretenden Arten und ihre Häufigkeit waren vergleichbar wie am 18.05. Die Wuchshöhe lag überwiegend bei 1–4 cm. Vereinzelt wurden erste Pflanzen von **Löwenzahn** erfasst (noch sehr klein, 3–4 cm). Der Bedeckungsgrad betrug in den Fahrgassen bereits wieder 21 bis 30 %. In den Pflanzreihen war er durch die intensive Handhacke am 21./22.05. allgemein geringer (12 bis 15 %). In Variante D, wo noch keine Handhacke durchgeführt wurde, lag hier der mittlere Bedeckungsgrad bei 27 %. Weil für die folgenden Tage Regen angekündigt wurde, war mit weiteren sehr günstigen Entwicklungsbedingungen zu rechnen.

Am 29.05. erfolgte die zweite maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen. Die Wirkung der Maßnahme war vergleichbar mit der ersten Bearbeitung. Neben größeren Pflanzen von **Behaartem Franzosenkraut** und **Roter Taubnessel** wurde auch der **Löwenzahn** zwischen den Erdbeerpflanzen von den Finger- und Torsionshacken nicht erfasst. Tendenziell gab es insgesamt wieder eine etwas intensivere Wirkung in Variante D.

Am 08.06. wurde die erste intensive Handhacke in Variante D durchgeführt. Schwerpunkt waren stehengebliebene Einzelpflanzen von **Behaartem Franzosenkraut**, **Roter Taubnessel**, **Löwenzahn** und vereinzelt **Weißem Gänsefuß** (bis 20 cm) sowie neu gewachsene **Vogelmiere** (bis ca. 5 cm hoch und 5–10 cm breit). Der Bedeckungsgrad und die Dichte des Unkrautbesatzes waren vergleichbar wie in den anderen Varianten zur ersten Handhacke am 21./22.05. Das Unkraut wurde vollständig entfernt.

Am 08.06. erfolgte die zweite Handhacke in Variante C. Es war hauptsächlich nur **Vogelmiere** vorhanden (niedrig, klein). Hinzu kamen einige wenige Einzelpflanzen von **Behaartem Franzosenkraut** und **Löwenzahn** (5–20 cm). Das Unkraut wurde vollständig entfernt.



Abbildung 24: Feldzustand am 08.06. nach zwei maschinellen Bearbeitungen und einer Handhacke (zwei in Variante C), links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe)

Regnerisches Wetter vom 30.05. bis 05.06. und vom 11.06. bis 14.06. förderte wiederum das Unkrautwachstum. In dieser Zeit konnte das Feld nicht betreten oder befahren werden. Vor allem nach der maschinellen Bearbeitung am 29.05. stehengebliebene Einzelpflanzen von **Behaartem Franzosenkraut**, **Löwenzahn**, **Roter Taubnessel**, **Weißem Gänsefuß**, vereinzelt **Acker-Hellerkraut** und erstmals herdweise auch **Acker-Kratzdistel** (Variante A und B) haben sich stark entwickelt (10–30 cm).

Für eine maschinelle Bearbeitung waren viele Unkräuter schon zu hoch. Eine intensive Handhacke war allerdings auf Grund der recht feuchten Bodenverhältnisse nicht möglich. Um die Bodenstruktur möglichst zu schonen, erfolgte daher am 15.06. nur eine selektive Handregulierung in Variante A, B und E. Hierbei wurden größere Unkrautpflanzen mit der Hand

im Vorbeigehen herausgezogen bzw. ausgestochen (vorwiegend **Behaartes Franzosenkraut**, **Rote Taubnessel**, **Löwenzahn**). Kleine Unkräuter (vorwiegend **Vogelmiere**) wurden nicht berücksichtigt. In Variante C und D war diese Maßnahme durch die intensive Handhacke am 08.06. nicht notwendig.

Bonitur am 18.06.

Kulturentwicklung

Die Bestandsentwicklung war über alle Parzellen noch sehr gleichmäßig. Die Erdbeerpflanzen erreichten eine Wuchshöhe von ca. 10–15 cm. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) wurden bei der Standardsorte 'Elsanta' erste Ausfälle durch Rhizomfäule (*Phytophthora cactorum*) festgestellt, wodurch sich Lücken im Pflanzenbestand bildeten. Unterschiede zwischen den Varianten waren dabei nicht festzustellen. In Variante E, welche außer bei der Unkrautregulierung nach IP-Richtlinien bewirtschaftet wird (u. a. chemische Tauchbehandlung der Wurzeln vor der Pflanzung), waren keine krankheitsbedingten Ausfälle sichtbar. Auch bei der zweiten maschinellen Bearbeitung wurden durch die Fingerhacke noch einige Erdbeerpflanzen mit herausgerissen.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Durch die nasse Witterung vom 11. bis 14.06. erfolgte in den Tagen danach wieder eine verstärkte Entwicklung der Unkräuter. Der Bedeckungsgrad erreichte am 18.06. bei überwiegend sehr lockerer Bestandsdichte Werte von 32 bis 40 % im Fahrstreifen und 12 bis 16 % im Pflanzstreifen. Es ergaben sich dabei keine Unterschiede zwischen den Varianten. Allgemein vorherrschend waren **Vogelmiere**, **Behaartes Franzosenkraut** und **Rote Taubnessel**. Herdartig traten in einzelnen Parzellen **Acker-Kratzdistel**, **Weißer Gänsefuß** und **Weidelgras** auf. Im Pflanzstreifen kamen zunehmend **Löwenzahn**, **Acker-Hellerkraut** und vereinzelt **Gemeines Kreuzkraut** dazu. Die Unkräuter waren noch überwiegend in der Laubblattentwicklung, teilweise aber auch schon wieder in der Sprossentwicklung bzw. im Längenwachstum (vor allem **Behaartes Franzosenkraut**, **Löwenzahn**, **Acker-Hellerkraut**).

Am 18.06. erfolgte die dritte maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen. Die Wirkung der Maßnahme war vergleichbar mit der ersten Bearbeitung. Größere Unkräuter zwischen den Erdbeerpflanzen (über 5–10 cm) wurden nur ungenügend von den Finger- und Torsionshacken erfasst (**Löwenzahn**, **Behaartes Franzosenkraut**). Tendenziell war die Wirkung in Variante D wieder etwas intensiver. Hier wurden durch die Kombination von Finger- und Torsionshacke neben **Vogelmiere** auch kleinere Pflanzen von **Behaartem Franzosenkraut**, **Roter Taubnessel** und **Acker-Hellerkraut** recht gut mit der Wurzel herausgezogen.

Am 25.06. erfolgte die dritte intensive Handhacke in Variante C. Es war hauptsächlich nur **Vogelmiere** vorhanden (niedrig, klein). Herdartig in kleinen Gruppen oder als Einzelpflanze trat noch **Behaartes Franzosenkraut** auf (relativ klein, ca. 5–10 cm). Hinzu kamen einige wenige Einzelpflanzen von **Löwenzahn** und **Acker-Hellerkraut** (10–20 cm). Das Unkraut wurde vollständig entfernt.

Bonitur am 29.06.

Kulturentwicklung

Die mittlere Wuchshöhe der Erdbeerpflanzen betrug ca. 15–18 cm. In Reihenabschnitten ohne Pflanzenausfälle bildete sich zunehmend ein geschlossener Bestand. In den ökologisch bewirtschafteten Varianten (Variante A bis D) wurden weitere Ausfälle durch Rhizomfäule (*Phytophthora cactorum*) registriert. Es gab dabei keine Unterschiede zwischen den Varianten. In Variante E (außer Unkrautregulierung integrierte Bewirtschaftung) konnten keine krankheitsbedingten Ausfälle festgestellt werden. Bei der dritten maschinellen Bearbeitung wurden keine Erdbeerpflanzen durch die Werkzeuge herausgerissen.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Vom 20. bis 27.06. kam es wieder zu mehrmaligen Niederschlägen, wodurch die Unkrautentwicklung stark gefördert wurde. Die Unkrautbedeckung im Fahrstreifen lag bei lockerer Bestandsdichte zum Boniturtermin (29.06.) zwischen 37 und 45 %. In den Pflanzreihen der Varianten A, B und D war der Unkrautbesatz sehr uneinheitlich. Unter geschlossenen Erdbeerbeständen war die Bedeckung zumeist sehr gering (0–5 %), vornehmlich niedrig wachsende **Vogelmiere**, nur vereinzelt **Behaartes Franzosenkraut**, **Rote Taubnessel**, **Löwenzahn** und **Weißer Gänsefuß**. Diese waren ca. 10–25 cm

hoch. In den durch Rhizom-Fäule (*Phytophthora cactorum*) bedingten Bestandslücken war die Unkrautentwicklung bei gleicher Artzusammensetzung deutlich intensiver (zumeist nesterweise). Im Mittel lag der Bedeckungsgrad in den Varianten A, B und E bei 25 bis 27 %. In Variante D, mit sichtbar geringerem Anteil von Vogelmiere und Roter Taubnessel, bei 18 %.

In Variante C waren auf Grund der intensiven Handhacke am 25.06. nur verstreut kleine Pflanzen von Vogelmiere zu sehen (frühes Entwicklungsstadium). Die Gesamtbedeckung betrug durchschnittlich 10 %.

Am 29.06. erfolgte die vierte maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen.

Die Wirkung der Maßnahme war vergleichbar mit den vorangegangenen Bearbeitungen. Innerhalb der Pflanzreihen zeigte sich auch hier in Variante D durch die Kombination von Finger- und Torsionshacke eine etwas bessere Wirkung. Neben **Vogelmiere** wurden vor allem auch kleine Pflanzen (ca. 3–8 cm) von **Roter Taubnessel**, **Behaartem Franzosenkraut** und **Weißem Gänsefuß** noch recht gut aus dem Boden herausgezogen. Bei größeren Unkräutern zwischen den Erdbeerpflanzen (ab ca. 10 cm) blieben die Werkzeuge zumeist wirkungslos. Ein zunehmendes Problem zeigte sich auch beim **Löwenzahn**. Diese tiefwurzelnde Unkrautart saß häufig unmittelbar am Grund der Erdbeerpflanzen. Auch sehr kleine Pflanzen (2–4 cm) konnten so mit den Hackgeräten nicht mehr herausgezogen werden.



Abbildung 25: Feldzustand am 30.06. nach vier maschinellen Bearbeitungen, einer Handhacke (drei in Variante C), links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe)

In den nachfolgenden Tagen (01.–08.07.) kam es erneut zu stärkeren Niederschlägen. Auf Grund der bisher sehr guten Bearbeitungswirkung der Gänsefußschare entwickelte sich das Unkraut in den Fahrstreifen allerdings nur zögerlich. Innerhalb der Erdbeerreihen kam es jedoch vor allem in lückigen Pflanzenbeständen (vorwiegend Ausfälle durch *Phytophthora cactorum*) wieder zu einer verstärkten Unkrautentwicklung, insbesondere von krautigen Pflanzen, die bei der vorangegangenen Bearbeitung nicht erfasst wurden (**Behaartes Franzosenkraut** und **Löwenzahn**, in etwas geringerem Maße **Rote Taubnessel**, **Weißer Gänsefuß** und **Acker-Hellerkraut**). Die Pflanzen waren relativ schnell im Längenwachstum. Am 11.07. ragten bereits viele zum Teil deutlich über die Erdbeerpflanzen (10–40 cm). Herdartig traten in einzelnen Parzellen auch **Acker-Kratzdistel**, **Gemeines Kreuzkraut** und **Weidelgras** mit stärkerem Wachstum in Erscheinung. In einigen Parzellen wurden **Kleine Brennessel**, **Stumpfblätriger Ampfer** und **Breitwegerich** als einzelne größere Pflanzen (10–20 cm) festgestellt. Besonders in Variante A und B breitete sich die **Vogelmiere**, zumeist flach unter den Erdbeerpflanzen, wieder verstärkt aus (vor allem an den Rändern zu Pflanzlücken). Zwischen den Varianten A und B ergaben sich dabei keine Unterschiede. Variante C wies deutlich weniger große Unkräuter auf (**Behaartes Franzosenkraut**, **Löwenzahn**, **Rote Taubnessel**). **Vogelmiere** war hier ebenfalls geringer. Auch Variante D hatte insgesamt deutlich weniger **Vogelmiere** und **Rote Taubnessel** im Vergleich zu Variante A und B. **Behaartes Franzosenkraut** und **Löwenzahn** waren in der Häufigkeit vergleichbar, aber durchschnittlich kleiner als in diesen Varianten. In Variante E hatten die Erdbeer-

pflanzen bereits einen fast geschlossenen Bestand gebildet. Ausfälle durch Krankheiten waren nicht zu beobachten. Einzelne Lücken, verursacht durch von den Hackwerkzeugen in den ersten beiden Durchgängen herausgerissenen Pflanzen, waren bereits wieder zugewachsen (durch Nachbarpflanzen bzw. Ausläufer). Der Unkrautbesatz war hier sichtbar geringer.

Am 10./11.07. wurde die zweite intensive Handhacke in allen Varianten außer Variante D durchgeführt. Das Unkraut wurde vollständig entfernt. Soweit möglich, wurden bei dieser Maßnahme auch sichtbar mit Rhizomfäule (*Phytophthora cactorum*) befallene Pflanzen ausgegraben und aus der Anlage entfernt. In Variante D sollten zu diesem Termin kleine Unkräuter (vorwiegend niedrig wachsende **Vogelmiere**) toleriert werden. Hier erfolgte eine selektive Handregulierung. Es wurden nur große Unkrautpflanzen mit der Hand im Vorbeigehen herausgezogen bzw. ausgestochen (vorwiegend **Behaartes Franzosenkraut, Löwenzahn**).

Bonitur am 24.07.

Kulturentwicklung

Die mittlere Wuchshöhe der Erdbeerpflanzen betrug 20–25 cm. In Reihenabschnitten mit gesunden Pflanzen hatte sich der Bestand weitgehend geschlossen. In Variante E (integrierte Bewirtschaftung) war der Pflanzenwuchs insgesamt kräftiger und sehr einheitlich. Die Reihen waren durchgängig schon sehr dicht. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) wurden zunächst keine weiteren Ausfälle durch *Phytophthora cactorum* registriert. Die Reihen wiesen aber schon einige Lücken auf, wodurch sich gute Bedingungen für eine schnelle Neuansiedlung von Unkräutern ergaben. Die Entwicklung der Erdbeerpflanzen war insgesamt etwas ungleichmäßiger im Vergleich zur Variante E, was sich vor allem in größeren Schwankungen bei der Wuchshöhe widerspiegelte.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Zwischen dem 12. und 18.07. war es wiederum sehr regnerisch und feucht. Bis zum 24.07. hatte sich nunmehr auch der Bewuchs in den Fahrstreifen wieder stärker entwickelt. Der mittlere Bedeckungsgrad lag zu diesem Termin über alle Varianten bei ca. 48 %. Die Besatzdichte war dabei in den einzelnen Parzellen sehr unterschiedlich verteilt. Sie reichte von sehr gering bis mittel, wobei es im Durchschnitt keine Unterschiede zwischen den Varianten gab. In den Pflanzstreifen wurde vor allem in lückigen Beständen (Variante A, B, C, und D) das Unkraut stellenweise etwas stärker. Unter den gesunden, zunehmend dichter werdenden Erdbeerpflanzen blieb der Besatz dagegen gering (hauptsächlich nur **Vogelmiere**). Der mittlere Bedeckungsgrad lag in Variante A und B bei 24 bzw. 26 %, in Variante D bei 17 % sowie in Variante C und E bei 13 bzw. 12 %.



Abbildung 26: Feldzustand am 23.07. vor der fünften maschinellen Bearbeitung (links Var. A, rechts Var. B)

Am 24.07. erfolgte die fünfte maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen.

Die Wirkung der Maßnahme war vergleichbar mit den vorangegangenen Bearbeitungen. In den Pflanzreihen wurden größere Unkräuter zwischen den Erdbeerpflanzen nur ungenügend von den Finger- und Torsionshacken erfasst (vor allem **Löwenzahn**, **Behaartes Franzosenkraut**, herdartig auch **Acker-Kratzdistel**). Eine intensivere Wirkung zeigte sich wieder in Variante D (Abbildung 27). Hier waren die Unkrautpflanzen insgesamt auch kleiner gegenüber Variante A und B. In Variante E (IP) war die Wirkung auf Grund des deutlich geringeren Neubewuchses ebenfalls recht gut.



Abbildung 27: Wirkung der fünften maschinellen Bearbeitung in Variante D (Gänsefußschare in den Fahrgassen, Finger- und Torsionshacke kombiniert in den Pflanzreihen) am 25.07.2012, 18 Tage nach der letzten Handmaßnahme („nur großes Unkraut ziehen“)

Nach dem 24.07. blieb es bis Mitte August relativ trocken. Das Auflaufen neuer Unkräuter und deren Entwicklung verliefen dadurch nur zögerlich. Besatzdichte und Pflanzenwachstum blieben in dieser Zeit zumeist gering (Variante A, B und D vergleichbar). In den Pflanzreihen entwickelten sich nur Horste mit krautigen Einzelpflanzen etwas stärker, die bei der vorangegangenen mechanischen Bearbeitung nicht erfasst wurden (vor allem **Behaartes Franzosenkraut**, **Löwenzahn**, vereinzelt **Rote Taubnessel**, **Acker-Hellerkraut**, herdartig auch **Acker-Kratzdistel** und **Weidelgras**, bis ca. 15–45 cm). **Vogelmiere** trat bis zum 16.08. wieder flächig, aber zumeist sehr locker und niedrig auf (häufig dicht unter den Erdbeerpflanzen). Sie sollte zu diesem Zeitpunkt toleriert werden (Variante A, B, D und E).

In Variante C zeigte das Unkraut Mitte August insgesamt eine etwas stärkere Bewuchsdichte, vor allem in Pflanzlücken (**Vogelmiere**, kleinere Pflanzen von **Behaartem Franzosenkraut**, **Roter Taubnessel**, vereinzelt **Gemeines Kreuzkraut**). In Variante E (IP-Bewirtschaftung) bewirkte der mittlerweile geschlossene und sehr dichte Erdbeerbestand eine schon recht gute Unkrautunterdrückung. **Vogelmiere** trat nur vereinzelt, zumeist dicht unter den Erdbeerpflanzen, auf. Dazu kamen einige wenige, zumeist noch kleine Einzelpflanzen (ca. 6-10 cm) von **Behaartem Franzosenkraut**, **Kleiner Brennessel** und **Löwenzahn**. Zu diesem Zeitpunkt sollte in Variante E der gesamte Unkrautbesatz toleriert werden.

Am 16./17.08. erfolgte eine zweite selektive Handregulierung in Variante A, B und D. Es wurden nur große Unkrautpflanzen mit der Hand im Vorbeigehen herausgezogen bzw. ausgestochen. Kleine Unkräuter (vorwiegend **Vogelmiere**) wurden nicht berücksichtigt. In Variante C erfolgte die fünfte intensive Handhacke. Das Unkraut wurde hier wieder vollständig entfernt. In Variante E wurde keine manuelle Bearbeitung zu diesem Termin durchgeführt.

Bonitur am 29.08.

Kulturentwicklung

In Variante E (integrierte Bewirtschaftung) zeigten die Pflanzen insgesamt einen sehr einheitlichen und kräftigen Wuchs und die Reihen waren durchgängig geschlossen. Die Wuchshöhe lag relativ einheitlich bei 25–30 cm. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) gab es neue Ausfälle durch kranke Pflanzen, wodurch in den Pflanzreihen weitere Bestandslücken auftraten. Im Verlauf des August kam es trotz mehrerer Behandlungen mit dem Pflanzenstärkungsmittel Milsana zum Befall durch Erdbeermehltau, was die Pflanzen zusätzlich schwächte. Die Erdbeerbestände entwickelten sich zunehmend ungleichmäßiger. Dadurch ergaben sich größere Differenzen in der Wuchshöhe und Pflanzendichte.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Regnerisches Wetter in der zweiten Augusthälfte führte wieder zu einem Wachstumsschub bei den Unkräutern. In den Fahrstreifen erreichte der Bedeckungsgrad zum Boniturtermin 38–44 %, wobei die Unkrautdichte gering bis sehr gering blieb. Die Wuchshöhe der Unkräuter lag überwiegend bei 2–5 cm. Einzelpflanzen erreichten 10–20 cm. Es dominierten **Vogelmiere**, **Behaartes Franzosenkraut** und **Rote Taubnessel**. Vereinzelt traten noch **Acker-Kratzdistel**, **Weißer Gänsefuß**, **Gemeines Kreuzkraut** und **Acker-Hellerkraut** auf.

Innerhalb der Pflanzreihen ergab sich eine sehr unterschiedliche Unkrautentwicklung. Unter geschlossenen und dichten Erdbeerbeständen war der Bedeckungsgrad in allen Varianten überwiegend gering bis sehr gering (max. 10 %). Vorherrschend war hier **Vogelmiere** (verstreut, nesterweise, sehr niedrig). Sporadisch gab es noch einzelne kleinere Pflanzen von **Behaartem Franzosenkraut** und **Löwenzahn** (bis 5 cm). Dieser geringe Unkrautbesatz zeigte sich fast durchgängig in Variante E, wo die Pflanzreihen vollständig geschlossen waren (mittlerer Bedeckungsgrad 12 %). In den anderen Varianten ergab sich in den oft lückigen Erdbeerbeständen eine zum Teil deutlich stärkere Verunkrautung. Neben **Vogelmiere** (stellenweise bis 50 % Bedeckung) traten hier vor allem **Behaartes Franzosenkraut** (bis zu 50 cm) und **Rote Taubnessel** (bis 20 cm) einzeln oder in kleinen Gruppen auf. In geringerer Zahl, meist nesterweise zu 2–6 Pflanzen kam in einigen Parzellen **Acker-Kratzdistel** (bis 30 cm) sowie vereinzelt **Acker-Hellerkraut** (bis 30 cm) und **Löwenzahn** dazu. Insgesamt lag der mittlere Bedeckungsgrad in Variante A und B bei 26 bzw. 24 %, in Variante C bei 15 % und in Variante D bei 20 %.

Auf Grund der ungünstigen Bodenverhältnisse konnte erst am 29.08. die sechste maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe) erfolgen. In Variante C wurden wiederum nur die Fahrstreifen bearbeitet.

Die Wirkung in den Fahrstreifen war sehr gut. In den Pflanzreihen blieben die Werkzeuge (Finger-/Torsionshacken) auf Grund der teilweise schon großen Unkräuter weitgehend wirkungslos. Dies war in Variante A, B und D besonders auffällig. Auch größere bzw. etwas dichter wachsende **Vogelmiere** unter den Erdbeerpflanzen wurde nur ungenügend oder gar nicht erfasst. In Variante C (ohne maschinelle Bearbeitung in den Pflanzstreifen) war die Anzahl größerer Unkräuter, nicht zuletzt durch die regelmäßige intensive Handhacke, deutlich geringer. In Variante E gab es nur noch sehr vereinzelt etwas größere Pflanzen (**Kleine Brennessel**, **Löwenzahn**, **Behaartes Franzosenkraut**).

Am 06./07.09. wurde die dritte intensive Handhacke in den Varianten A, B und D, sowie die sechste Handhacke in Variante C durchgeführt. Das Unkraut wurde vollständig entfernt.

In Variante E konnte auf Grund der insgesamt deutlich geringeren Unkrautdichte auf eine intensive Handhacke verzichtet werden. Hier erfolgte eine zweite selektive Handhacke. Es wurden nur größere Unkrautpflanzen mit der Hand im Vorbeigehen herausgezogen bzw. ausgestochen.



Abbildung 28: Feldzustand am 07.09. nach sechs maschinellen Bearbeitungen und drei Handhacken (sechs in Var. C); links Variante A (Fingerhacke in Pflanzreihe) und rechts Variante B (Torsionshacke in Pflanzreihe)

Bonitur am 24.09.

Kulturentwicklung

In Variante E (Bewirtschaftung nach IP-Richtlinien) zeigten die Erdbeerpflanzen einen geschlossenen Bestand mit kräftigem und sehr einheitlichem Wuchs. Es wurden keine krankheitsbedingten Ausfälle festgestellt. Der Bestand war auch frei von Mehltaubefall. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) war der Wuchs insgesamt uneinheitlicher. Neben geschlossenen und dichten Abschnitten mit gut entwickelten Pflanzen gab es auch viele aufgelockerte Stellen, verursacht durch kleinere (geschwächte) Pflanzen bzw. krankheitsbedingte Ausfälle. In Variante C, wo neben der Standardsorte 'Elsanta' noch drei weitere Sorten angebaut wurden, ergaben sich dabei große Unterschiede. 'Daroyal' und 'Asia' erwiesen sich als sehr robust. Sie zeigten einen kräftigen und sehr gleichmäßigen Wuchs. Die Bestände waren durchgehend geschlossen und weitgehend ohne Krankheitsbefall (vergleichbar mit Variante E). 'Sonata' erwies sich hingegen als hoch anfällig (Abbildung 29).



Abbildung 29: Entwicklung verschiedener Sorten in Var. C (4. Parzelle) – Daroyal, Elsanta, Sonata, Asia (v. l. n. r.)

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Im September ging die Intensität des Unkrautbewuchses insgesamt deutlich zurück. Bis Ende des Monats blieb die Besatzdichte relativ gering und auch das Wachstum hatte sich deutlich verlangsamt. In den Fahrstreifen lag zum Bonitursternin der mittlere Bedeckungsgrad bei 26 %, wobei es keine Unterschiede zwischen den Varianten gab. Es dominierten **Vogelmiere** und **Rote Taubnessel** mit einer Wuchshöhe bis ca. 3 cm. Vereinzelt traten noch **Behaartes Franzosenkraut** und **Weißer Gänsefuß** (bis 6 cm), in einzelnen Parzellen herdartig auch **Acker-Kratzdistel** (3–10 cm) auf. In den Pflanz-

streifen blieb die Unkrautentwicklung ebenfalls gering, wobei es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten gab. Der mittlere Bedeckungsgrad lag bei sehr lockerer Bestandsdichte zwischen 10 und 16 %, wobei große Bereiche, vor allem unter dichten Erdbeerbeständen, weitgehend unkrautfrei waren. Auch hier dominierte **Vogelmiere** (klein, flach wachsend, bis 3 cm hoch). **Behaartes Franzosenkraut**, **Rote Taubnessel** und **Weißer Gänsefuß** gab es in allen Varianten nur noch sehr vereinzelt, zumeist auch nur mit geringer Größe (bis ca. 5 cm).

Am 24.09. erfolgte die siebente maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe). In Variante C erfolgte die Bearbeitung wiederum nur im Fahrstreifen. Der Bearbeitungseffekt in den Fahrstreifen war durchgängig sehr gut. Auch in den Pflanzstreifen (Variante A, B, D und E) konnte der vorhandene, zumeist niedrige Unkrautbewuchs noch einmal wirksam reduziert werden.

In Variante C erfolgte am 25.09. noch eine abschließende intensive Handhacke (vollständiges Entfernen aller sichtbaren Unkrautpflanzen).

Bonitur am 16.10.

Bei der abschließenden Bonitur Mitte Oktober waren die Erdbeerkulturen in allen Varianten weitgehend unkrautfrei (Abbildung 30 und Abbildung 31). Der mittlere Bedeckungsgrad lag sowohl in den Fahrgassen als auch in den Pflanzreihen bei maximal 6-7 %. Die Unkrautdichte war sehr locker und die vereinzelt vorhandenen Pflanzen befanden sich in einem sehr frühen Entwicklungsstadium.



Abbildung 30: Feldzustand am 23.10.2012, links Variante A (Fingerhacke im Pflanzstreifen), rechts Variante B (Torsionshacke im Pflanzstreifen)



Abbildung 31: Feldzustand am 23.10.2012, IP-Varianten (Variante E)

4.5 Versuchsdurchführung 2013 (Erntejahr)

Bonitur am 16.04.

Unter dem Schutz der Vliesabdeckung hatte sich über die Wintermonate in den Versuchspartellen nur sehr wenig Unkraut entwickelt (Abbildung 32). Der Bedeckungsgrad lag sowohl in den Fahrgassen als auch in den Pflanzreihen unter 10 %. Ein Grund dafür ist sicherlich die bis in den April andauernde sehr kalte Witterung gewesen. Sowohl in den Öko-Parzellen als auch in der IP-Variante handelte es sich hauptsächlich um Vogelmiere (über 90 %). Sehr vereinzelt waren noch Löwenzahn, Rote Taubnessel und kleine Grashorste zu erkennen. Die Pflanzen waren überwiegend klein (erste Laubblätter) bis beginnende Verzweigung (Längenwachstum). Vogelmiere war zum Teil schon weiterentwickelt bis hin zur Öffnung erster Blüten.



Abbildung 32: Öko-Feld nach der Vliesabdeckung am 16.04.2013 (Parzelle der Variante A)

Auf Grund der trockenen Witterung konnte dann am 17.04. die erste maschinelle Bearbeitung mit Gänsefußscharen (Fahrstreifen) und Finger-/Torsionshacken (Pflanzreihe) durchgeführt werden. In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur im Fahrstreifen. Die stark verkrustete Oberfläche bereitete einige Schwierigkeiten. Der Boden wurde relativ grob aufgerissen und es bildeten sich häufig größere Schollen. Im Nachhinein wäre hier zur ersten Bearbeitung nach dem Winter der Einsatz von Reihenfräsen wahrscheinlich besser gewesen.

Die Unkrautwirkung im Fahrstreifen war allerdings in allen Varianten sehr gut. Die wenigen Unkrautpflanzen wurden durch die Gänsefußschare vollständig herausgerissen. Im Pflanzstreifen konnten die Finger- bzw. Torsionshacken (Variante A, B, D, E) die vereinzelt, aber zumeist schon etwas größeren Unkräuter (**Vogelmiere**, **Löwenzahn**, **Rote Taubnessel**) nicht mehr komplett herausziehen, sondern nur noch lockern. Die Torsionshacken hatten dabei etwas größere Schwierigkeiten in den Boden einzudringen. Häufig wurden die Unkräuter nur leicht umgeknickt. Allerdings konnte später beobachtet werden, dass viele von ihnen allein durch den Lockerungseffekt offensichtlich so geschwächt waren, dass sie bei der sehr trockenen und warmen Witterung im Verlauf der nachfolgenden Tage vertrockneten.



Abbildung 33: Fahrgassen und Pflanzstreifen ein Tag nach der ersten mechanischen Bearbeitung, 18.04.2013 (Variante D, Kombination Finger- und Torsionshacke im Pflanzstreifen, Gänsefußschare in Fahrgasse)

Am 26.04. erfolgte eine manuelle Handhacke in den Varianten A, B, C und E. Auf Grund der trockenen Witterung hatten sich nur wenige Unkräuter (hauptsächlich **Vogelmiere, Behaartes Franzosenkraut und Taubnessel**) entwickelt, sodass deren Dichte allgemein sehr niedrig war. Der mittlere Arbeitsaufwand pro Parzelle (= 105 Pflanzstellen) lag bei ca. 3–4 Minuten in Variante A, B und E sowie bei 4–5 Minuten in Variante C. Das entspricht pro ha hochgerechnet rund 20 Stunden (Var. A, B und E) bzw. 24 Stunden (Var. C). Im Vergleich zur Variante C (= Kontrolle, maschinelle Bearbeitung nur in der Fahrgasse) war der Besatz an entwickelten Unkräutern in den Varianten A und B (Bearbeitung im Pflanzstreifen mit Finger- bzw. Torsionshacke) sichtbar geringer. Dafür fielen hier viele abgeknickte und schon verwelkte Exemplare auf. Teilweise lagen diese auch sehr dicht an den Erdbeerpflanzen. Noch etwas ausgeprägter war dies in Variante D (Kombination Finger- und Torsionshacke im Pflanzstreifen). Hier liegt die Vermutung nahe, dass bei der vorangegangenen mechanischen Bearbeitung die Werkzeuge die Unkräuter zwar nicht mehr herausreißen, aber doch soweit vom Boden lockern konnten, dass sie durch die nachfolgende trockene Witterung allmählich verwelkten. In Variante D war dieser Effekt durch die Kombination von Finger- und Torsionshacke am wirkungsvollsten. Deshalb konnte hier auf eine vergleichbare „intensive Handhacke“ verzichtet werden. Es erfolgte im Prinzip nur ein Kontrollgang (ohne Hacke), wobei die vereinzelt noch vorhandenen größeren Unkräuter mit der Hand herausgezogen wurden. Der Arbeitsaufwand lag bei ca. 2–3 Minuten pro Parzelle (entspricht ca. 10–12 Stunden pro ha). Limitierender Faktor für den Zeitaufwand war eigentlich nur die abzulaufende Strecke.

Bis zur Ernte wurden keine weiteren Handarbeitsgänge zur Unkrautregulierung durchgeführt.

Bonitur am 14.05.

Am 14.05. erfolgte noch eine zweite maschinelle Bearbeitung in allen Varianten. Der Bedeckungsgrad war vor der Maßnahme gering bis sehr gering. Es gab keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Parzellen. Die neu auflaufenden Unkräuter waren noch überwiegend sehr klein und unverzweigt (Keimblattstadium, max. 2- bis 6-Blattstadium, Vogelmiere teilweise auch schon etwas weiter [Abbildung 34]). Insofern war der Termin für eine maschinelle Bearbeitung diesmal optimal.

Die Wirkung der Hackwerkzeuge war sowohl in den Fahrgassen als auch in den Pflanzreihen sehr gut. Die noch sehr kleinen Unkräuter wurden sowohl von der Fingerhacke als auch der Torsionshacke zumeist vollständig herausgezogen. Beide Hackgeräte konnten dabei ohne Probleme so eingestellt werden, dass sie relativ dicht am Grund der Erdbeerpflanzen vorbeiführten.

Der Unkrautbesatz blieb anschließend in den Varianten A, B, D und E bis zur Ernte sehr gering. In Variante C (= Kontrolle, maschinelle Bearbeitung nur in der Fahrgasse) musste am 17.05. noch ein Handarbeitsgang durchgeführt werden (Maßnahme „großes Unkraut ziehen“, ohne Handhacke). Hier hatten sich stellenweise größere Unkrautpflanzen entwickelt (**Behaartes Franzosenkraut, Taubnessel**), die mit der Hand herausgezogen wurden. Am 22.05. erfolgte dann das Einbringen des Stroh.



Abbildung 34: Feldzustand und Unkrautbedeckung in Variante A vor der zweiten und letzten maschinellen Bearbeitung im Erntejahr am 14.05. (letzte Handhacke vorher am 23.04.)



Abbildung 35: Variante A einen Tag nach der Stroheinbringung, 23.05.2013

4.6 Gesamtübersicht zu Hackmaßnahmen und Arbeitszeit

Die einzelnen Maßnahmen zur Unkrautregulierung und deren Zeitaufwand, hochgerechnet auf 1 ha, sind in Tabelle 6 und Tabelle 7 dargestellt. Der Gesamtaufwand für die maschinelle Bearbeitung mit dem Hackrahmen und die manuellen Handarbeitsgänge in beiden Kulturjahren (Pflanzjahr und Erntejahr) ist in Tabelle 8 zusammengefasst. Der Berechnung für die Handarbeit liegt die reine Arbeitszeit zugrunde (ohne Pausen und sonstige Unterbrechungen). Für den Einsatz des Hackrahmens wurden folgende Annahmen in die Berechnung einbezogen:

- mittlere Fahrgeschwindigkeit: 7 km/h (im Pflanzjahr 2 x mit 5 km/h, danach 7–8 km/h, im Erntejahr 2 x mit ca. 8 km/h)
- Durchfahrten pro ha (bei 100 m Feldbreite): 33,33 (jeweils 3 Reihen gleichzeitig bearbeitet, 3.333 m Fahrstrecke/ha gesamt)
- zuzüglich 01:30 Minute pro Wendevorgang am Feldrand

Im Vergleich zur bisher allgemein üblichen Verfahrensweise im ökologischen Anbau (Variante C, maschinelle Bearbeitung nur in der Fahrgasse, manuelle Handhacke zwischen den Pflanzen) konnte durch den zusätzlichen Einsatz von Finger- bzw. Torsionshacken in der Pflanzreihe eine Einsparung von 42 % bei der Handarbeit erzielt werden. Die Wirkung beider Werkzeugtypen war dabei vergleichbar. Auf sehr festem bzw. verkrustetem Boden hatten beide Hackgeräte jedoch immer wieder gewisse Schwierigkeiten, ausreichend in den Boden einzudringen. Die Torsionshacken zeigten sich dabei deutlich anfälliger. Während der Bearbeitung mussten sie öfters nachgestellt werden, weil sich die Zinken in ihrer Halterung immer wieder verschoben und dann nur noch oberflächlich über den Boden strichen. Allerdings könnte das auch an der im Versuch verwendeten Befestigungsart liegen (mit einfacher Klemmschraube am Stiel der Hackschare). Durch kombinierten Einsatz beider Werkzeuge konnte die Effektivität noch etwas verbessert werden. Die Einsparung an Handarbeit betrug hier im Vergleich zur Kontrolle 58 %.

Die durch Finger- und Torsionshacken verursachten Pflanzenausfälle (Herausziehen von Erdbeerpflanzen bei der Bearbeitung) lagen zwischen 2,3 % (IP-Variante E) und 4,5 % (Variante A, Fingerhacke in der Pflanzreihe). 3,8 % Ausfälle ergaben sich bei der Kombination beider Werkzeuge (Variante D). Das Herausreißen der Erdbeerpflanzen passierte dabei im Wesentlichen nur in den ersten beiden Durchfahrten nach der Pflanzung 2012.

Bei der Sorte 'Elsanta' auf der ökologisch bewirtschafteten Versuchsfläche (Variante A, B, C und D) wurde die Unkrautentwicklung auch durch viele krankheitsbedingte Ausfallstellen zusätzlich gefördert. Dadurch kam es stellenweise zu einem sehr lückigen Bestand, wo sich vor allem Vogelmiere, Taubnessel und Franzosenkraut verstärkt ausbreiten konnten. Im Ansatz zeigten hier die beiden Sorten 'Asia' und 'Daroyal' (nur in Variante C probeweise mit je 1 Reihe gepflanzt) durch ihre Robustheit einen interessanten Nebeneffekt bezüglich des Unkrautdruckes. Weil bei ihnen im Prinzip keine krankheitsbedingten Ausfälle auftraten, entwickelten sich ihre Pflanzreihen relativ rasch zu dichten Beständen. Damit wurde es bereits auf natürliche Weise für die Unkräuter zunehmend schwieriger, sich auszubreiten. Der gleiche Effekt zeigte sich auch bei 'Elsanta' in der IP-Variante, wo sich im Verlauf des Sommers auf Grund der wesentlich besseren Möglichkeiten zur Regulierung pilzlicher Krankheiten ebenfalls recht schnell geschlossene und dichte Bestände entwickeln konnten. Im Ergebnis war hier die Einsparung bei der Handarbeit mit 61 % (im Vergleich zur ökologisch bewirtschafteten Kontrolle) am höchsten (Tabelle 7).

Tabelle 6: Zusammenfassung der einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen im Versuch 2012/2013

| Datum | Var. A (öko) | Var. B (öko) | Var. C (öko) | Var. D (öko) | Var. E (IP) |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|
| | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare |
| | Pflanzreihe: Fingerhacke | Pflanzreihe: Torsionshacke | Pflanzreihe: - | Pflanzreihe: Finger- und Torsionshacke | Pflanzreihe: Fingerhacke |
| Handhacke nach Bedarf | Handhacke nach Bedarf | Handhacke intensiv | Handhacke nach Bedarf | Handhacke nach Bedarf | |
| Pflanzjahr 2012 | | | | | |
| 18.05. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 21./22.05. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | - | Handhacke |
| 29.05. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 08.06. | - | - | Handhacke | Handhacke | - |
| 15.06. | großes Unkraut gezogen | großes Unkraut gezogen | - | - | großes Unkraut gezogen |
| 18.06. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 25.06. | - | - | Handhacke | - | - |
| 29.06. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 10./11.07. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | großes Unkraut gezogen | Handhacke |
| 24.07. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 16./17.08. | großes Unkraut gezogen | großes Unkraut gezogen | Handhacke | großes Unkraut gezogen | - |
| 29.08. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 06./07.09. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke | großes Unkraut gezogen |
| 24.09. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 25.09. | - | - | Handhacke | - | - |
| Erntejahr 2013 | | | | | |
| 17.04. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 23.04. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke |
| 14.05. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 17.05. | - | - | großes Unkraut gezogen | - | - |

**Tabelle 7: Kalkulierte Arbeitszeit in AKh/ha für die einzelnen Unkrautmaßnahmen 2012/2013
(blau = Kontrollvariante)**

| Datum | Maßnahme | Arbeitszeitaufwand umgerechnet in h pro ha (hh:mm) | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|--|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------|
| | | Var. A | | Var. B | | Var. C | | Var. D | | Var. E (IP) | |
| | | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand |
| Pflanzjahr 2012 | | | | | | | | | | | |
| 18.05. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 21./22.05. | Handhacke | | 45:14 | | 45:14 | | 45:14 | | - | | 45:14 |
| 29.05. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 08.06. | Handhacke | | - | | - | | 71:25 | | 76:11 | | - |
| 15.06. | großes Unkraut gezogen | | 38:05 | | 38:05 | | - | | - | | 38:05 |
| 18.06. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 25.06. | Handhacke | | - | | - | | 95:14 | | - | | - |
| 29.06. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 10./11.07. | Handhacke/großes Unkraut gezogen | | 95:14 | | 95:14 | | 95:14 | | 42:51 | | 72:37 |
| 24.07. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 16./17.08. | Handhacke/großes Unkraut gezogen | | 42:51 | | 42:51 | | 95:14 | | 42:51 | | - |
| 29.08. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 06./07.09. | Handhacke/großes Unkraut gezogen | | 95:14 | | 95:14 | | 71:25 | | 71:25 | | 50:00 |
| 24.09. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 25.09. | Handhacke | | - | | - | | 71:25 | | - | | - |
| Erntejahr 2013 | | | | | | | | | | | |
| 17.04. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 23.04. | Handhacke | | 19:02 | | 19:02 | | 23:48 | | 11:54 | | 19:02 |
| 14.05. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 17.05. | großes Unkraut gezogen | | - | | - | | 09:31 | | - | | - |

Tabelle 8: Gesamtaufwand an AKh pro ha und Vergleich der Varianten A, B, D und E mit der Kontrolle (Variante C), Einsparungspotenzial beim Arbeitszeitaufwand in % (blau markierte Schrift)

| Zusammenfassung | Pflanzung 2012 bis Ernte 2013 | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Hackrahmen | 11:47 | 11:47 | 11:47 | 11:47 | 11:47 |
| Handhacke | 335:42 | 335:42 | 578:34 | 245:14 | 225:00 |
| gesamt | 347:29 | 347:29 | 590:21 | 257:01 | 236:47 |
| gesamt in % zu Var. C | 59 | 59 | \ | 44 | 40 |
| Einsparung in % | 41 | 41 | \ | 56 | 60 |
| Handhacke in % zu Var. C | 58 | 58 | \ | 42 | 39 |
| Einsparung Handhacke in % | 42 | 42 | \ | 58 | 61 |

4.7 Ernteergebnisse, Versuch 2012/2013

2013 wurde vom 14.06. bis zum 01.07. geerntet. Insgesamt wurde 7 mal durchgepflückt. Die Ertragsleistung (in g/Pflanze) bei der Sorte 'Elsanta' ist für die einzelnen Versuchsvarianten in Abbildung 36 dargestellt. Es erfolgte dabei die Unterscheidung nach Handelsware (Handelsklasse 1 [HKI 1]), Rest (Früchte zu klein, verkrüppelt, beschädigt) und verfaulte Früchte. Die höchste Erntemenge wurde in der IP-Variante (E) mit 756 g/Pflanze (Handelsklasse 1) bzw. 1.153 g/Pflanze (Ertrag gesamt) erreicht. Im ökologischen Anbau lag der Ertrag insgesamt deutlich niedriger. In den Varianten mit maschinell Einsatz der Finger- und/oder Torsionshacken in den Pflanzreihen lag er sowohl bei der Handelsware als auch beim Gesamtertrag etwa auf gleichem Niveau (Abbildung 36, Var. A, B und D). In der Kontrolle (Variante C, maschinelle Bearbeitung nur in den Fahrgassen, ausschließlich Handhacke im Pflanzstreifen) erreichte 'Elsanta' das schlechteste Ergebnis. Die Sorte 'Asia', welche auch in der Kontrolle stand, erreichte hier einen vergleichbaren Gesamtertrag pro Pflanze wie 'Elsanta' in den Varianten A, B und D. Der Anteil Handelsware war mit 426 g/Pflanze sogar höher (Abbildung 36). 'Daroyal', ebenfalls in der Kontrollvariante stehend, erreichte mit 373 g bei der Handelsware (HKI 1) etwa das gleiche Niveau wie 'Elsanta' in Var. A, B und D. Beim Gesamtertrag lag diese Sorte mit ca. -7 % geringfügig unter den Ergebnissen von 'Elsanta' in den genannten Varianten. Die Sorte 'Sonata' erzielte ähnliche Ergebnisse wie 'Elsanta' in der Kontrolle (Var. C, Abbildung 36).

Beim Ertrag pro Flächeneinheit, unter Berücksichtigung der Pflanzausfälle (bedingt durch Krankheiten wie *Phytophthora cactorum* und *Verticilium* sowie die mechanische Bearbeitung), sieht das Verhältnis etwas anders aus. Der Ertrag pro Pflanze wurde hier umgerechnet auf die 35 Pflanzstellen pro Parzellenreihe. Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 37 dargestellt.

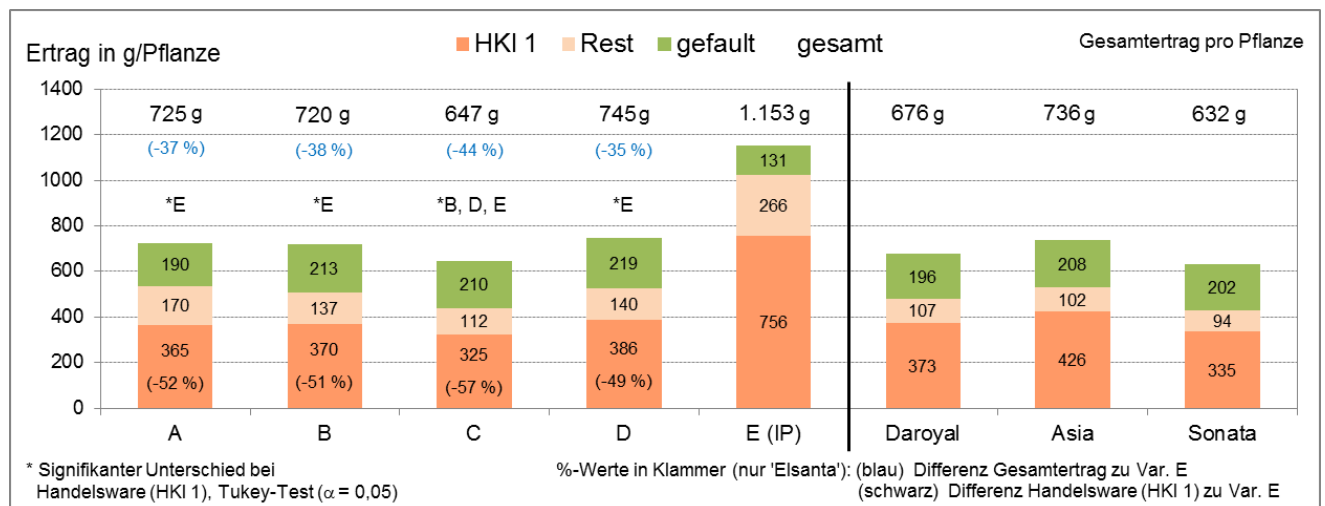


Abbildung 36: Einzelpflanzenenertrag in den Versuchsvarianten 2013

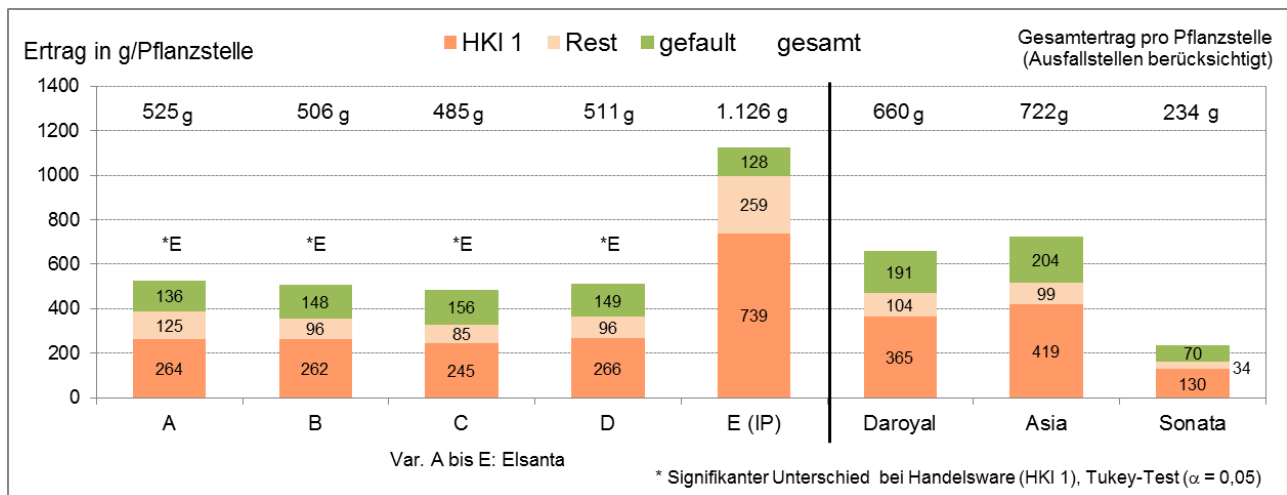


Abbildung 37: Ertrag pro Pflanzstelle in den Varianten unter Berücksichtigung der durch die mechanische Bearbeitung sowie durch Krankheiten verursachten Ausfälle

In der IP-Variante (Var. E) gab es durch den Einsatz wirksamer synthetischer Fungizide in der Sorte 'Elsanta' keine krankheitsbedingten Pflanzenausfälle. Die Verluste durch den Einsatz des Hackrahmens lagen nur bei ca. 2 %. Dadurch konnte im Vergleich zu den ökologisch bewirtschafteten Varianten ein um 53 % (Var. A) bis 57 % (Var. C) höherer Ertrag pro Pflanzstelle erzielt werden. In den Öko-Varianten lagen dagegen die überwiegend krankheitsbedingten Pflanzenverluste nach dem Winter bei 28 bis 32 %. 'Asia' und 'Daroyal' (nur in Variante C gepflanzt) zeigten hier ein wesentlich besseres Potenzial für den ökologischen Anbau. Die Ausfälle bei diesen Sorten waren mit ca. 3 % vergleichbar zu 'Elsanta' in der IP-Variante. Die Ertragsleistung pro Pflanzstelle war dementsprechend auch höher (Abbildung 37). 'Sonata' erwies sich hingegen unter den Anbaubedingungen am Standort Dresden-Pillnitz als hoch anfällig, vor allem gegenüber *Phytophthora cactorum*. Die Pflanzausfälle erreichten insgesamt 60 %. Hinsichtlich des Ertrags pro Pflanzstelle führte dies zu einem völlig unbefriedigendem Ergebnis. Im Vergleich zu 'Elsanta' in der IP-Variante (Var. E) erreichte diese Sorte nur 18 % bei der Handelsware (HKI 1) und 21 % beim Gesamtertrag (Abbildung 38).

Die Fruchtgröße wurde über das mittlere Einzelfruchtgewicht pro Variante erfasst. Die Ergebnisse sind in Abbildung 38 dargestellt. Bei 'Elsanta' korrelierten die Werte annähernd mit der erzielten Ertragsleistung. In der IP-Variante (E), welche den höchsten Ertrag aufwies, war das Fruchtgewicht mit durchschnittlich 14,1 g am geringsten. Dadurch ergab sich hier auch ein etwas höherer Anteil kleiner Früchte, die für die Handelsklasse 1 nicht mehr geeignet waren (siehe Abbildung 36 Anteil „Rest“). In der Kontrolle (Var. C), wo der geringste Ertrag pro Pflanze erzielt wurde, war das mittlere Fruchtgewicht mit 16,9 g am höchsten. Auffallend große Früchte erzielte die Sorte 'Asia' mit durchschnittlich 22,0 g pro Frucht. 'Daroyal' und 'Sonata' lagen auf dem Niveau von 'Elsanta' in den Öko-Varianten (Abbildung 38).

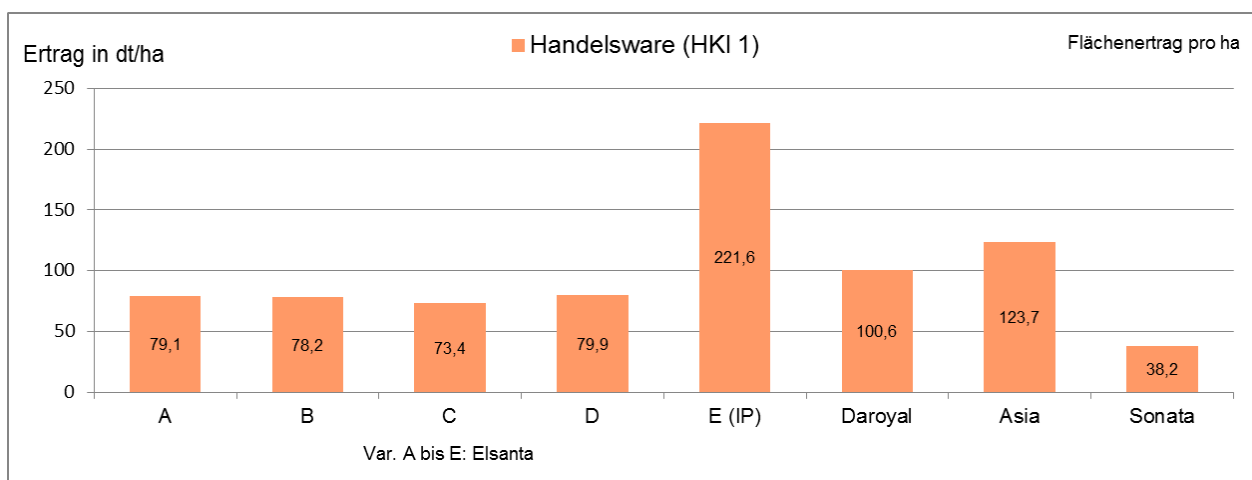


Abbildung 38: Mittleres Einzelfruchtgewicht in den Versuchsvarianten 2013

5 Ergebnisse, Versuch 2013/2014

5.1 Allgemeine Pflegemaßnahmen

Die Vorarbeiten zur Erstellung der neuen Versuchsanlage und die Pflegemaßnahmen im ersten Standjahr sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Zum Pflanztermin am 15.05. war die Fläche vollständig unkrautfrei. Vor der Pflanzung erfolgte eine Tauchbehandlung der Frigopflanzen für das Öko-Feld mit RhizoVital 42 flüssig und für die IP-Variante mit Aliette WG. Auf Grund der ungünstigen Witterung (2 lange Regenperioden von Ende Mai bis Ende Juni, siehe Abschnitt 3.5) und den daraus folgenden schwierigen Bodenverhältnissen erfolgte erst relativ spät am 02.07. eine Bodendüngung mit Haarmehlpellets auf der Öko-Fläche (Varianten A bis D) bzw. mit Kalkammonsalpeter auf der IP-Fläche (Variante E). Die Düngermenge entsprach jeweils 35 kg N pro ha. Zur Pflanzenstärkung, vor allem vorbeugend gegen Mehltaubefall, wurde ab Anfang Juli in den Öko-Varianten mehrmals das Pflanzenstärkungsmittel Milsana (Staudenknöterich-Extrakt) eingesetzt. In der IP-Variante erfolgten von Juni bis September vier Behandlungen gegen Spinnmilben mit Vertimec (2 x) bzw. Floramite 240 SC (2 x). Gegen Erdbeermehltau wurden in dieser Variante von Juni bis September insgesamt fünf Behandlungen mit Flint (3 x) und Systhane 20 EW (2 x) durchgeführt. Im Juni/Juli wurden in allen Varianten die Blüten entfernt.

2014 war ein sehr zeitiger Vegetationsbeginn. Dies führte auch zu einer ungewöhnlich frühen Blüte, was die Gefahr von Spätfrostschäden deutlich erhöhte. Aus diesem Grund mussten die Erdbeerpflanzen vom 03. bis 06.05. zusätzlich noch einmal mit Vlies abgedeckt werden. Bis zum Einbringen des Stroh erfolgte noch 4 Maßnahmen zur Unkrautregulierung (siehe Abschnitt 5.5). In den Öko-Varianten (A bis D) wurde zur Regulierung von Blattläusen Anfang Mai einmal Neudosan Neu eingesetzt. Zusätzlich erfolgten 3 Blattdüngungen mit OPF 8.3.3 (organisch-biologischer Flüssigdünger aus Pflanzenrückständen mit 8 % Stickstoff, 3 % Phosphor und 3 % Kalium). In Variante E (IP) war auf Grund der warmen Witterung schon sehr zeitig im Frühjahr (Anfang April) eine Behandlung gegen aufkommenden Spinnmilbenbefall notwendig. Im weiteren Verlauf erfolgten noch von Anfang April bis Anfang Mai 3 Behandlungen gegen pilzliche Schaderreger (Mehltau, Fruchtfäulen), eine zweite Maßnahme gegen Spinnmilben und eine Applikation gegen Erdbeerblütenstecher und Blattläuse (Tabelle 9).

Tabelle 9: Versuchsanlage 2013/2014, allgemeine Pflegemaßnahmen im Pflanz- und Erntejahr

| Datum | gesamte Fläche vor der Pflanzung | | |
|--------|---|--------|--|
| 2010 | Landsberger Gemenge eingesät, Überwinterung | | |
| 2011 | Aufwuchs gemulcht, Wiederaufwuchs Weidelgras, Überwinterung | | |
| 2012 | Aufwuchs gemulcht, Wiederaufwuchs Überwinterung | | |
| Datum | Pflanzjahr 2013 | | |
| 15.04. | Pflanzenwuchs flach gefräst | | |
| 19.04. | Bearbeitung mit Spatenmaschine | | |
| 22.04. | Boden gefräst | | |
| 13.05. | Boden gefräst | | |
| 15.05. | Pflanzung | | |
| Datum | Öko-Varianten | Datum | IP-Variante |
| 15.05. | RhizoVital 42 (Tauchbehandl. der Wurzeln), 0,2 %ig | 15.05. | Aliette WG (Tauchbehandlung der Wurzeln), 0,5 %ig |
| 01.07. | Versuchsmittel (Mehltau), 1 l/ha | 28.06. | Flint, 0,3 kg/ha (Mehltau) + Vertimec, 1,25 l/ha (Spinnmilben) |
| 02.07. | N-Düngung, Haarmepellets, 35 kg/ha N | 01.07. | N-Düngung, Kalkamonsalpeter, 35 kg/ha N |
| 08.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | | |
| 15.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 15.07. | Flint, 0,3 kg/ha (Mehltau) |
| 22.07. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 29.07. | Floramite 240 SC, 0,4 l/ha (Spinnmilben) |
| 01.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 02.08. | Systhane 20 EW, 0,5 l/ha (Mehltau) + Vertimec, 1,25 l/ha (Spinnmilben) |
| 08.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | | |
| 22.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 21.08. | Systhane 20 EW, 0,5 l/ha (Mehltau) |
| 28.08. | Milsana flüssig (Pflanzenstärkung, Mehltau), 0,5 %ig | 02.09. | Flint, 0,3 kg/ha (Mehltau) + Vertimec, 1,25 l/ha (Spinnmilben) |
| Datum | Erntejahr 2014 | | |
| | | 02.04. | Vertimec (Spinnmilben) 1,25 l/ha |
| | | 08.04. | Signum (Pilzkrankheiten) 1,8 kg/ha + Calypso (Blattläuse, Erdbeerblütenstecher) 0,25 l/ha |
| 11.04. | OPF 8.3.3 (Blattdüngung), 15 l/ha | 13.04. | Kalkamonsalpeter (Bodendüngung), 30 kg/ha |
| | | 17.04. | Switch (Pilzkrankheiten), 1 kg/ha; Kiron (Spinnmilben), 3 l/ha |
| 22.04. | OPF 8.3.3 (Blattdüngung), 15 l/ha | | |
| 25.04. | Einbringung von Stroh | 25.04. | Einbringung von Stroh |
| 02.05. | OPF 8.3.3 (Blattdüngung), 15 l/ha | 02.05. | Teldor (Fruchtfäulen), 2 kg/ha; Ortiva (Pilzkrankheiten), 1 l/ha |
| 03.05. | Vliesabdeckung (Nachtfrostgefahr), bis 06.05. | 03.05. | Vliesabdeckung (Nachtfrostgefahr), bis 06.05. |
| 07.05. | Neudosan Neu, 40 l/ha gegen Blattläuse | | |
| 26.05. | Erntebeginn | 26.05. | Erntebeginn |
| 20.06. | Ernteabschluss | 20.06. | Ernteabschluss |

5.2 Krankheits- und Schädlingsbefall

Der Verlauf beim Krankheits- und Schädlingsbefall war ähnlich wie im Versuch 2012/2013. Auch in der Neupflanzung für den zweiten Versuch traten im Verlauf des Jahres bei der Sorte 'Elsanta' auf der Fläche mit den ökologisch bewirtschafteten Varianten Ausfälle durch Rhizom-Fäule (*Phytophthora cactorum*), bei einigen wenigen Pflanzen auch durch Verticillium-Welke (*Verticillium albo-atrum*) auf (Abbildung 39). Eine vor der Pflanzung durchgeführte Tauchbehandlung mit dem Pflanzenstärkungsmittel RhizoVital 42 flüssig (0,2 %ig) blieb praktisch wirkungslos. Begünstigend für den Befall 2013 war vor allem die sehr feuchte Witterung im Mai und Juni. Daraus ergaben sich teilweise recht schwierige Entwicklungsbedingungen (Staunässe über längere Zeit, Bodenverdichtungen). Die Ausfälle in der Neupflanzung 2013 lagen allerdings deutlich niedriger im Vergleich zur Pflanzung 2012 (siehe Abschnitt 4.2). Begünstigend dafür dürfte das recht trockene und warme Wetter im Sommer gewesen sein. Die beiden anderen Sorten in den Versuchspartellen, 'Asia' und 'Rumba' sowie die in den Randreihen gepflanzte Sorte 'Daroyal' zeigten keinerlei Ausfälle durch Wurzelkrankheiten.

Gegen Erdbeermehltau (*Sphaerotheca macularis*) konnte 2013 das Pflanzenstärkungsmittel Milsana noch im Rahmen der Aufbrauchfrist eingesetzt werden. Trotz regelmäßiger Behandlungen (siehe Tabelle 9, Öko-Varianten) entwickelte sich bei der Sorte 'Elsanta' ein leichter bis mittelstarker Befall. Die Sorten 'Asia', 'Rumba' und 'Daroyal' erwiesen sich dagegen als sehr robust und waren auch in der unbehandelten Kontrolle nahezu befallsfrei.

In der IP-Variante wurde kein Befall durch pilzliche Schaderreger festgestellt. Hier erfolgte vor der Pflanzung eine Tauchbehandlung mit Aliette WG. Auch gegen den Erdbeermehltau zeigten die entsprechenden Fungizidmaßnahmen (siehe Tabelle 9) eine sehr gute Wirkung. An tierischen Schaderregern traten Mitte Mai in geringem Umfang Blattläuse auf. Durch die Behandlungen mit Neudosan Neu (Öko-Varianten) bzw. Calypso (IP-Variante, gleichzeitig gegen Erdbeerblütenstecher) wurde eine ausreichende Bekämpfung erzielt. In der IP-Variante wurde im Pflanzjahr 2013 jeweils Ende Juni und Juli sowie Anfang September und im Erntejahr (2014) noch einmal Anfang April ein stärkerer Befall durch die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) festgestellt, sodass zu diesen Terminen gezielte Behandlung notwendig erschien (Tabelle 9).

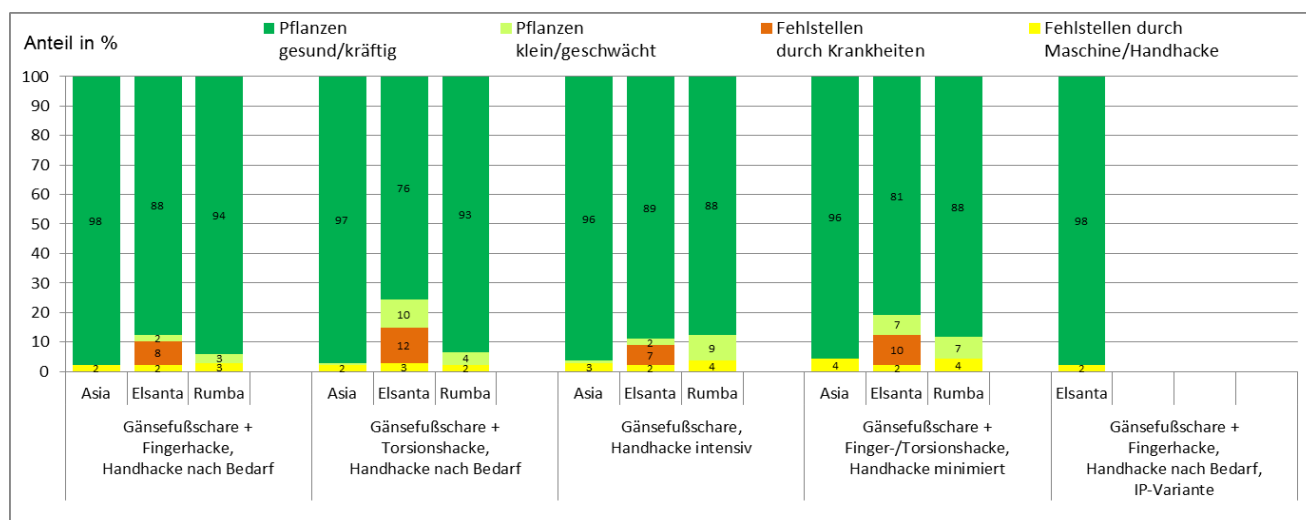


Abbildung 39: Prozentuale Anteile an Pflanzenausfällen bei den Sorten 'Elsanta', 'Asia' und 'Rumba' in den verschiedenen Unkraut-Bearbeitungsvarianten, Ende September 2013

5.3 Aufgetretene Unkrautarten

Das Spektrum der Unkrautarten war 2013 vergleichbar mit dem des vergangenen Versuchsjahres (siehe Tabelle 5). Allerdings gab es auf der neu gepflanzten Versuchsfläche Unterschiede bei der Häufigkeit. Insgesamt wurden (einschließlich der Randleihen) 13 verschiedene Unkrautarten festgestellt. **Vogelmiere** und **Rote Taubnessel** waren die dominierenden Arten. Zu den typischen Problemunkräutern in allen Parzellen zählten wie im Vorjahr auch **Behaartes Franzosenkraut** und **Löwenzahn**. In der auf einem separaten Feld stehenden IP-Variante war das **Behaarte Franzosenkraut** sogar das mit Abstand dominierende Unkraut (Abbildung 40). Hier spielte die **Rote Taubnessel** im Gegensatz zur Öko-Fläche nur eine untergeordnete Rolle. Allgemein verbreitet, aber zumeist nur vereinzelt, traten auch wieder **Weißer Gänsefuß**, **Acker-Hellerkraut** und **Gemeines Kreuzkraut** auf. Nur lokal an wenigen Stellen entwickelte sich herdartig die **Acker-Kratzdistel** und vereinzelt auch **Welsches Weidelgras** (aus der Vorkultur stammend). Die anderen Arten traten nur an wenigen Stellen als Einzelpflanzen in Erscheinung. Ein zusammenfassender Überblick zu den aufgetretenen Unkräutern ist in Tabelle 10 dargestellt. Die Artzusammensetzung und ihre Häufigkeit variierten über die gesamte Vegetationsperiode (Mai bis September) nur geringfügig. **Löwenzahn** trat in der Neupflanzung erst ab Ende Juli auf. **Acker-Kratzdistel** sowie (sehr vereinzelt) **Breitwegerich**, **Stumpfbblätteriger Ampfer** und **Ackerwinde** (nur in zwei Parzellen) wurden ab Ende Juli/Anfang August sichtbar.

Tabelle 10: Unkrautarten auf der Versuchsfläche, Häufigkeit und allgemeine Verteilung 2013

| Häufigkeit, Verteilung | Unkrautart | |
|--|--------------------------|-----------------------------|
| Hauptarten | Vogelmiere | <i>Stellaria media</i> |
| | Behaartes Franzosenkraut | <i>Galinsoga ciliata</i> |
| | Rote Taubnessel | <i>Lamium purpureum</i> |
| | Löwenzahn | <i>Taraxacum officinale</i> |
| ganzflächig, aber deutlich weniger, häufig als einzelne Pflanzen | Weißer Gänsfuß | <i>Chenopodium album</i> |
| | Acker-Hellerkraut | <i>Thlaspi arvense</i> |
| | Gemeines Kreuzkraut | <i>Senecio vulgaris</i> |
| herdartig, kleine Gruppen bis vereinzelt | Acker-Kratzdistel | <i>Cirsium arvense</i> |
| | Welsches Weidelgras | <i>Lolium multiflorum</i> |
| ganzflächig, aber nur sehr vereinzelt (Einzelpflanzen) | Stumpfblätriger Ampfer | <i>Rumex obtusifolius</i> |
| | Breitwegerich | <i>Plantago major</i> |
| | Ackerwinde | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| zumeist nur in Randreihen | Einjährige Rispe | <i>Poa annua</i> |

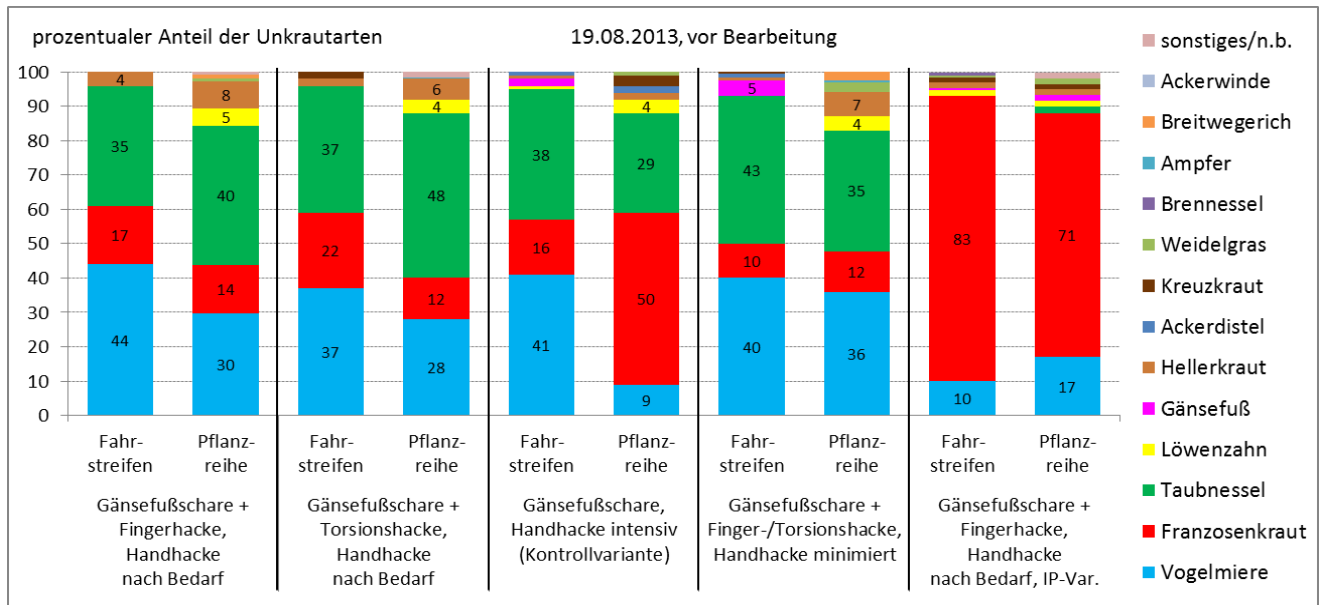


Abbildung 40: Versuch 2013/2014, prozentuale Anteile der Unkrautarten Ende August 2013, Mittelwerte aus 4 Wiederholungen

5.4 Versuchsdurchführung 2013 (Pflanzjahr)

Zur Pflanzung am 15.05.2013 war die Fläche vollständig unkrautfrei. Von Mitte Mai bis Ende Juni folgten dann mehrere, zum Teil recht heftige Regenperioden mit insgesamt über 370 mm Niederschlag. Zwischenzeitlich kam es zu einer kurzen Trockenperiode (10.06. bis 19.06.) bei relativ hohen Lufttemperaturen. Der Boden trocknete sehr schnell aus und wurde betonartig fest. Eine differenzierte Bodenbearbeitung mit dem Hackrahmen war dadurch bis Anfang Juli nicht möglich.

Bonitur am 13.06.

Kulturentwicklung

Der Pflanzenbestand war zu diesem Zeitpunkt sehr gut angewachsen und machte einen allgemein gesunden Eindruck. Trotz der extremen Witterung Ende Mai/Anfang Juni, wo auf Grund starker Regenfälle große Teile der Versuchsfläche mehrere Tage unter Wasser standen (siehe Abschnitt 3.5), wurden keine Ausfälle festgestellt. Der Entwicklungszustand war über alle Versuchspartzen sehr gleichmäßig. Die Wuchshöhe betrug durchschnittlich 5–7 cm.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Am 17.06. erfolgte allein zur Bodenauflockerung der Einsatz einer Reihenfräse in allen Varianten. Bis zu diesem Zeitpunkt war, insbesondere in den Pflanzreihen, so gut wie noch kein Unkraut sichtbar (Abbildung 41). Nur stellenweise wurden in den Fahrgassen erste Keimpflanzen, sehr vereinzelt auch schon mal im 2-4-Blattstadium, sichtbar. Unter „normalen Bedingungen“ wäre eine Bearbeitung eigentlich noch nicht notwendig gewesen. Nach der Bearbeitung waren die Fahrstreifen vollständig unkrautfrei.



Abbildung 41: Feldzustand am 19.06., einen Tag nach Bearbeitung mit einer Reihenfräse (35 Tage nach Pflanzung)

Bonitur am 02.07.

Kulturentwicklung

Der Bestand zeigte sich über alle Parzellen sehr einheitlich und die Erdbeerpflanzen befanden sich gut im Wachstum. Die Wuchshöhe betrug durchschnittlich bei 'Elsanta' 13–15 cm, bei 'Asia' 14–17 cm und bei 'Rumba' 13–16 cm. In den Sorten 'Asia' und 'Rumba' wurden keine durch Krankheiten oder Staunässe bedingten Ausfälle festgestellt. Bei 'Elsanta' waren allerdings schon einige Fehlstellen zu verzeichnen, die vorrangig auf Wurzelkrankheiten (*Phytophthora*) zurückzuführen sind.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Die Fahrgassen waren weitgehend unkrautfrei. Nur sehr verstreut standen einzelne Pflanzen von Behaartem Franzosenkraut und Gras. Die Wuchshöhe betrug 5 bis 15 cm. Streckenweise war ein beginnendes Auflaufen von Keimpflanzen zu beobachten. Innerhalb der Pflanzreihen war über große Teile des Feldes nur sehr vereinzelt Unkrautbesatz vorhanden. In dem Ende Mai überfluteten Teil konnte eine etwas stärkere Entwicklung verschiedener Arten festgestellt werden. Diese wuchsen zumeist sehr dicht an den Erdbeerpflanzen. Die Entwicklung war teilweise schon im Stadium „Laubblattentwicklung“ bzw. „beginnenende Verzweigung/Bildung von Seitensprossen“ bis „Erscheinen der Blütenanlage“ [Abbildung 42]). Im Wesentlichen handelte es sich um Einzelpflanzen von **Roter Taubnessel** (5–12 cm hoch, teilweise Blühbeginn), **Behaartem Franzosenkraut** (3–8 cm, 4-6-Blattstadium), **Vogelmiere** (2–4 cm hoch, Ø 2–10 cm, Verzweigung) und **Hellerkraut** (5–15 cm hoch, Blühbeginn).



Abbildung 42: Feld am 30.06., nach erneuter Regenperiode vom 20. 06. bis 29.06. (insgesamt 120 mm Niederschlag)

Am 03.07. und 04.07. erfolgte in allen Varianten die erste intensive Handhacke, hauptsächlich auch zur Bodenlockerung. Bis zu diesem Zeitpunkt konnte auf Grund des sehr harten Bodens noch keine differenzierte Bearbeitung mit den verschiedenen Werkzeugen am Hackrahmen durchgeführt werden. Der Zeitaufwand war mit durchschnittlich 25 Minuten pro Parzelle recht hoch (= 105 Pflanzen, entspricht 120 Stunden reine Arbeitszeit/ha). Es gab dabei keine Unterschiede zwischen den Varianten. Die Beseitigung der vereinzelt Unkräuter ging recht schnell. Die meiste Zeit beanspruchte die Lockerung des stark verkrusteten betonartigen Bodens (Abbildung 43).



Abbildung 43: Feldzustand am 09.07. nach der ersten Handhacke, die hauptsächlich zur Lockerung des Bodens in den Pflanzstreifen diente (um später mit Finger- und Torsionshacken besser arbeiten zu können)

Am 10.07. ist der erste Einsatz mit dem Hackrahmen durchgeführt worden. Zum Einsatz kamen die Gänsefußschare in den Fahrgassen und die verschiedenen Varianten mit Finger- und Torsionshacken in den Pflanzreihen. In Variante C erfolgte die Bearbeitung nur in den Fahrstreifen. Die gesamte Versuchsfläche wurde einen Tag vorher mit 10 mm beregnet. Neben der Wasserversorgung der Erdbeerpflanzen geschah dies auch mit dem Ziel, die Bearbeitung des immer noch recht festen und verkrusteten Bodens (vor allem in den Fahrgassen) zu erleichtern. Der Unkrautbesatz war allgemein gering. Der Entwicklungsstand lag überwiegend beim Keimblattstadium bis „erste Laubblätter“.

Der Einsatz aller Hackwerkzeuge funktionierte recht gut. Die Bearbeitung konnte mit einer Fahrgeschwindigkeit von durchschnittlich 6 km/h durchgeführt werden. Die Wirkung der Gänsefußschare im Fahrstreifen war sehr gut. Der Unkrautbesatz wurde vollständig beseitigt. In den Pflanzstreifen (Var. A, B, D, E) wurden die zumeist sehr kleinen Unkräuter (bis ca. 3 cm Höhe) sowohl durch die Finger- als auch die Torsionshacken sehr gut herausgezogen (Abbildung 44). Vereinzelt schon etwas größere Pflanzen (Rote Taubnessel, Behaartes Franzosenkraut, Acker-Hellerkraut) bzw. solche, die sehr dicht an den Erdbeerpflanzen standen, wurden zumeist nur gelockert und nicht vollständig herausgezogen. Es konnte aber beobachtet werden, dass viele davon auf Grund des sehr trockenen und warmen Wetters im Nachhinein allmählich vertrockneten (Abbildung 45). Im Vergleich zum Einzeleinsatz der Finger- bzw. Torsionshacken (Var. A bzw. B) wurde die kombinierte Anwendung beider Werkzeuge (Var. D) wieder als sichtbar intensiver eingeschätzt.

Die Erdbeerpflanzen waren zu diesem Bearbeitungstermin noch recht klein, was sich in einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber den direkt in der Reihe wirkenden Finger- und Torsionshacken bemerkbar machte. Durch die noch nicht optimale Anpassung der Werkzeuge (teilweise erschwert durch eine etwas ungenaue Pflanzung) wurden einzelne Erdbeerpflanzen mit herausgerissen (%-Anteile siehe Abbildung 39). Es ergaben sich dabei aber keine Unterschiede zwischen dem Einzeleinsatz und der Kombination beider Werkzeugtypen.



Abbildung 44: Variante A nach erster Bearbeitung mit dem Hackrahmen (Fingerhacke in Pflanzreihe)

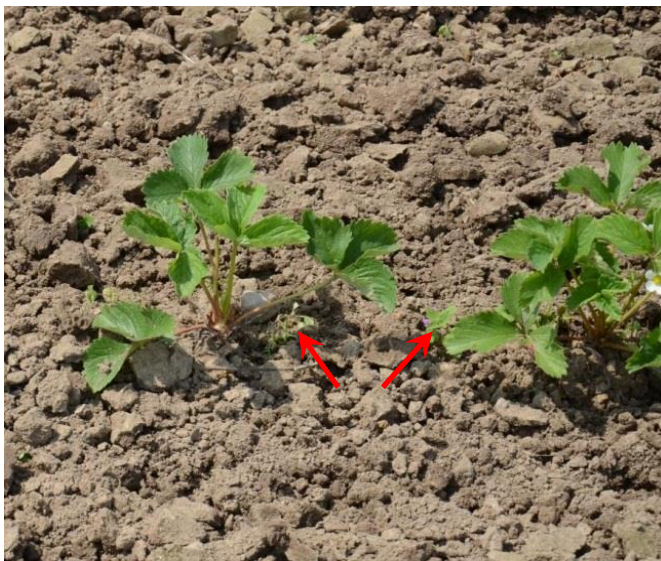


Abbildung 45: Nicht vollständig herausgezogene Unkrautpflanzen, die allerdings nachträglich durch das trockene Wetter verwelkten (Pfeile)

Bonitur am 22.07.

Kulturentwicklung

Die Sorten 'Asia' und 'Rumba' sowie 'Elsanta' in der IP-Variante (Var. E) zeigten über alle Parzellen einen sehr einheitlichen und zunehmend geschlossenen Bestand. Die Erdbeerpflanzen befanden sich gut im Wachstum. Die Wuchshöhe betrug bei allen Sorten durchschnittlich ca. 15–20 cm. Es wurden zunächst keine weiteren Ausfälle festgestellt. In den ökologisch bewirtschafteten Varianten kam es bei 'Elsanta' trotz regelmäßigen Einsatzes des Pflanzenstärkungsmittels Milsana zu einem beginnenden Mehltreibbefall, wodurch sich die Bestände etwas uneinheitlicher entwickelten.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Auf Grund der sehr trockenen Witterung im Juli entwickelte sich der Unkrautbesatz nur langsam. Bis zum 22.07. war ein beginnendes Wiederauflaufen von Keimpflanzen in den Fahrgassen zu beobachten. Einzelpflanzen von Vogelmiere, Behaartem Franzosenkraut und Roter Taubnessel, die bei der letzten Bearbeitung stehengeblieben waren, hatten sich in den Pflanzstreifen etwas größer entwickelt (10–30 cm, teilweise im Blühstadium). In Variante C (= Kontrolle, ohne Einsatz von Finger- und Torsionshacken) war das in den Pflanzreihen stehen gebliebene Unkraut mittlerweile sichtbar stärker entwickelt. Es dominierten hier Vogelmiere, Rote Taubnessel und Behaartes Franzosenkraut. Vereinzelt kamen Acker-Hellerkraut, Löwenzahn und Gras dazu.

Am 24.07. wurde in allen Varianten eine zweite Handmaßnahme durchgeführt. In Variante C war auf Grund des verstärkten Unkrautbesatzes eine intensive Handhacke notwendig. Der Zeitaufwand betrug ca. 15 Minuten pro Parzelle (entspricht ca. 72 Stunden reine Arbeitszeit pro ha). In den anderen Varianten war die Unkrautdicke deutlich geringer. Hier erfolgte die Maßnahme „großes Unkraut ziehen“. Es wurden ohne Hackarbeiten nur die sichtbaren größeren Unkrautpflanzen per Hand herausgezogen. Diese Tätigkeit ging mit ca. 5 Minuten pro Parzelle wesentlich schneller (entspricht ca. 24 Stunden reine Handarbeit pro ha). Es gab keine Unterschiede zwischen den Varianten A, B, D und E (IP-Variante).

Am 25.07. erfolgte die zweite und am 12.08. die dritte maschinelle Bearbeitung mit dem Hackrahmen. Die Wirkung war vergleichbar gut wie bei der ersten Maßnahme. Die Kombination Finger- und Torsionshacke war tendenziell wieder etwas wirkungsvoller (Abbildung 46 und Abbildung 47). Ab diesem Zeitpunkt wurden zusätzlich Rankenschneider am Hackrahmen eingesetzt.



Abbildung 46: Variante A (Fingerhacke im Pflanzstreifen) am 26.07. nach zweiter Bearbeitung mit Hackrahmen



Abbildung 47: Variante D (Kombination Finger-/Torsionshacken) am 26.07. nach zweiter Bearbeitung mit Hackrahmen

Die etwas feuchtere Witterung Anfang August (3 Tage mit Niederschlägen) führte zu günstigen Entwicklungsbedingungen sowohl für die Erdbeerpflanzen als auch für das Unkraut. Am 16.08. musste daraufhin in Variante C (ohne Finger- und Torsionshacke) eine dritte intensive Handhacke durchgeführt werden. In den anderen Varianten war auf Grund der guten Wirkungsweise der Hackwerkzeuge im Pflanzstreifen keine Handmaßnahme notwendig.

Am 19.08. erfolgte der vierte Einsatz des Hackrahmens. Die Wirkung war vergleichbar gut wie bei den vorangegangenen Maßnahmen. Rein visuell war die Kombination Finger- und Torsionshacke tendenziell wieder etwas wirkungsvoller. Auch bei dieser Maßnahme wurde beobachtet, dass größere Unkrautpflanzen, die von den Werkzeugen nicht mehr aus dem Boden herausgezogen werden konnten, im Nachhinein aber durch die Lockerung allmählich welkten und abstarben.

Bonitur am 26.08.

Kulturentwicklung

Die Sorten 'Asia' und 'Rumba' sowie 'Elsanta' in Variante E (integrierte Bewirtschaftung) zeigten insgesamt einen sehr einheitlichen und kräftigen Wuchs. Die Pflanzreihen waren weitgehend geschlossen. Es gab keine krankheitsbedingten Ausfälle. Die Wuchshöhe lag relativ einheitlich zwischen 20 und 25 cm. In den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) gab es dagegen bei 'Elsanta' neue Ausfälle durch *Phytophthora cactorum*, wodurch in den Pflanzreihen weitere Bestandslücken auftraten. Im Verlauf des August hat sich bei dieser Sorte auch der Befall mit Erdbeermehltau verstärkt. Die Erdbeerbestände entwickelten sich zunehmend ungleichmäßiger. Dadurch ergaben sich größere Differenzen in Wuchshöhe und Pflanzendichte.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Die zweite Augushälfte war relativ trocken und warm. In den Fahrgassen hatte sich bis Ende August vergleichsweise wenig neues Unkraut entwickelt. Die größeren Pflanzen waren bei sehr lockerer Dichte zumeist im 2- bis 6-Blattstadium (Abbildung 48). Es dominierten Rote Taubnessel und Behaartes Franzosenkraut. Gleichzeitig wurde allerdings ein zunehmendes Auflaufen von Keimpflanzen beobachtet. Innerhalb der Pflanzreihen war die Unkrautentwicklung sehr ungleichmäßig. Unter geschlossenen und weitgehend dichten Erdbeerbeständen (vor allem 'Asia' und 'Rumba' sowie 'Elsanta' in der IP-Variante) waren Bedeckungsgrad und Wuchshöhe über größere Strecken relativ gering (hauptsächlich Vogelmiere). In mehr lückigen Beständen (besonders 'Elsanta' in den Öko-Varianten) war der Unkrautbesatz dagegen teilweise deutlich stärker. Viele Einzelpflanzen waren hier schon weiter entwickelt (Längenwachstum bis Blühphase) und hatten Wuchshöhen von über 15 bis 30 cm. In den Pflanzreihen der Öko-Varianten A, B und D dominierten Ende August Rote Taubnessel und Vogelmiere. Behaartes Franzosenkraut trat dagegen, im Vergleich zu den Fahrgassen, deutlich weniger auf. In geringerer Zahl, meist nesterweise zu 2–6 Pflanzen, kam in einigen Parzellen Acker-Kratzdistel (bis 20 cm) und vereinzelt noch Acker-Hellerkraut (bis 30 cm) und Löwenzahn dazu.



Abbildung 48: Variante A (Fingerhacken in Pflanzreihe) am 26.08., eine Woche nach Bearbeitung mit Hackrahmen (19.08.)

Etwas abweichend war die Situation in der Kontrollvariante (Var. C) und der IP-Variante (Var. E). Hier dominierte in den Pflanzstreifen mit Abstand das Behaarte Franzosenkraut, gefolgt von Roter Taubnessel. Der Anteil Vogelmiere war dagegen deutlich geringer. Insgesamt war die Unkrautdichte im Pflanzstreifen in Variante D (Kombination Finger- und Torsionshacke) am niedrigsten. Zumeist gab es hier nur Einzelpflanzen, die allerdings überwiegend schon recht groß waren (15–30 cm).

Am 26. und 27.08. wurde in den Varianten A, B, C und E eine intensive Handhacke durchgeführt. Auf Grund des geringeren Unkrautbesatzes war in Variante D die Maßnahme „großes Unkraut ziehen“ ausreichend. Der Zeitaufwand war hier im Vergleich zur intensiven Handhacke etwa halb so groß (siehe auch Tabelle 12).

Im weiteren Verlauf erfolgten bis Anfang Oktober noch zwei maschinelle Bearbeitungen mit dem Hackrahmen (fünfte Maßnahme am 06.09., sechste Maßnahme am 01.10.).

Bonitur am 04.10.

Kulturentwicklung

Anfang Oktober hatten die Sorten 'Asia' und 'Rumba' sowie 'Elsanta' in der IP-Variante einen geschlossenen und dichten Bestand mit kräftigem Wuchs. Es wurden keine krankheitsbedingten Ausfälle festgestellt. Die Erdbeerpflanzen waren auch frei von Mehltaubefall. Die Wuchshöhe lag recht einheitlich bei ca. 25 bis 30 cm. Der Bestand von 'Elsanta' in den ökologisch bewirtschafteten Parzellen (Variante A bis D) war im Wuchs insgesamt etwas uneinheitlicher. Neben geschlossenen und dichten Abschnitten mit gut entwickelten Pflanzen gab es auch viele aufgelockerte Stellen, verursacht durch kleinere (geschwächte) Pflanzen bzw. krankheitsbedingte Ausfälle. Die Sorte hatte einen leichten bis mittleren Mehltaubefall. Die Wuchshöhe betrug ca. 20 bis 25 cm.

Unkrautentwicklung und Bearbeitungsmaßnahmen

Durch die überwiegend feuchte Witterung im Verlauf des Septembers ergaben sich noch einmal günstige Bedingungen für die Unkrautentwicklung. In den Fahrgassen konnte der Besatz jedoch durch die Bearbeitung mit dem Hackrahmen am 06.09. recht gut unter Kontrolle gehalten werden. Bis Ende des Monats waren hier nur relativ wenig neue Unkrautpflanzen wieder aufgelaufen (überwiegend Rote Taubnessel, in geringem Umfang Behaartes Franzosenkraut [Abbildung 49]). Nach der abschließenden sechsten maschinellen Bearbeitung am 01.10. waren die Fahrgassen komplett unkrautfrei. In den Pflanzstreifen sind jedoch bei beiden Maßnahmen relativ viele Unkräuter stehen geblieben, die auf Grund ihrer Größe von den Finger- und Torsionshacken nicht mehr ausreichend erfasst werden konnten. Die nachfolgende, sehr feuchte Witterung begünstigte zusätzlich das schnelle Wiederanwachsen der teilweise herausgezogenen bzw. gelockerten Pflanzen. Neben Roter Taubnessel und (in deutlich geringerem Maße) Behaartem Franzosenkraut waren dies vor allem noch Vogelmiere sowie vereinzelt Acker-Hellerkraut, Weißer Gänsefuß und Löwenzahn.



Abbildung 49: Variante B (Torsionshacken in Pflanzreihe) am 27.09., vor der letzten Bearbeitung mit Hackrahmen (01.10.)

Vor allem in der kombinierten Variante „Finger- und Torsionshacke“ war der Unkrautbesatz allerdings sichtbar niedriger wie in der Kontrollvariante, wo diese Werkzeuge nicht eingesetzt wurden (Abbildung 50 und Abbildung 51). Die Parzellen sollten zum Ende der Vegetationsperiode weitgehend unkrautfrei sein. Daher wurde am 04.10. eine letzte Handhacke in allen Varianten durchgeführt. Der Aufwand dafür war in der Kontrolle (Var. C) auf Grund des stärkeren Unkrautbesatzes mit ca. 25 Minuten pro Parzelle noch einmal recht hoch (entspricht ca. 95 Stunden pro ha). In den anderen Varianten lag er mit 8 bis 9 Minuten pro Parzelle deutlich niedriger (= ca. 38 bis 43 Stunden pro ha).



Abbildung 50: Variante C (Kontrolle, Hackrahmen ohne Werkzeuge in Pflanzreihe) vor letzter Handhacke, (01.10.)



Abbildung 51: Var. D (Hackrahmen mit Finger- und Torsionshacken in Pflanzreihe) vor letzter Handhacke, (01.10.)



Abbildung 52: Feldzustand am 10.10.2013, links Var. A, rechts Var. B – zwei Reihen ganz außen links und rechts sowie in der Mitte sind Randreihen, dazwischen liegen die dreireihigen Versuchspartellen

5.5 Versuchsdurchführung 2014 (Erntejahr)

Bonitur am 12.03.

Infolge des sehr milden Winters konnte sich das Unkraut bereits frühzeitig ausbreiten und entwickeln. Der mittlere Bedeckungsgrad lag in den Fahrgassen Anfang März bei 50–60 % (Abbildung 53). Mit ca. 60 % Anteil dominierte die Vogelmirie, gefolgt von der Roten Taubnessel (ca. 30 %; s. Abbildung 54). Die Pflanzen dieser Arten befanden sich bereits im Blühstadium, waren aber vom Wuchs her noch relativ kompakt und niedrig (5–6 cm Wuchshöhe). Vereinzelt waren noch Löwenzahn und Franzosenkraut vorhanden. Diese befanden sich zumeist im Stadium Sprossentwicklung bis beginnendes Längenwachstum (Makrostadium 3 bis 4). In den Pflanzreihen standen die Erdbeerpflanzen relativ dicht und geschlossen, sodass sich auch weniger Unkraut entwickeln konnte. Hier dominierten im Prinzip nur 2 Arten, Vogelmirie (ca. 80 %) und Taubnessel (18 %). Der Bedeckungsgrad lag im Durchschnitt bei 30 %. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten.



Abbildung 53: Feldzustand am 13.03.2014, kurz vor der ersten maschinellen Bearbeitung nach dem Winter, links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke in Pflanzreihe)



Abbildung 54: Es dominierten mit Abstand Vogelmiere und Rote Taubnessel (beide beginnendes Blühstadium).

Am 13.03. erfolgte der erste Durchgang mit der Maschinenhacke nach dem Winter. Der Boden war nur leicht durchfeuchtet. Die Wirkung der Hackschare in den Fahrgassen war trotz des schon etwas fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums der Unkräuter recht gut. Auch die Finger- und Torsionshacken in den Pflanzreihen zeigten eine sichtbare Wirkung (im Vergleich zur Kontrolle in Var. C). Es waren keine Unterschiede zwischen den beiden Werkzeugtypen festzustellen. Die Kombination war wiederum tendenziell am besten. Viele der etwas größeren Unkrautpflanzen konnten zwar nicht mehr vollständig aus dem Boden gezogen werden, bei der nachfolgenden trockenen Witterung vertrockneten sie aber recht schnell (Abbildung 55 und Abbildung 56).

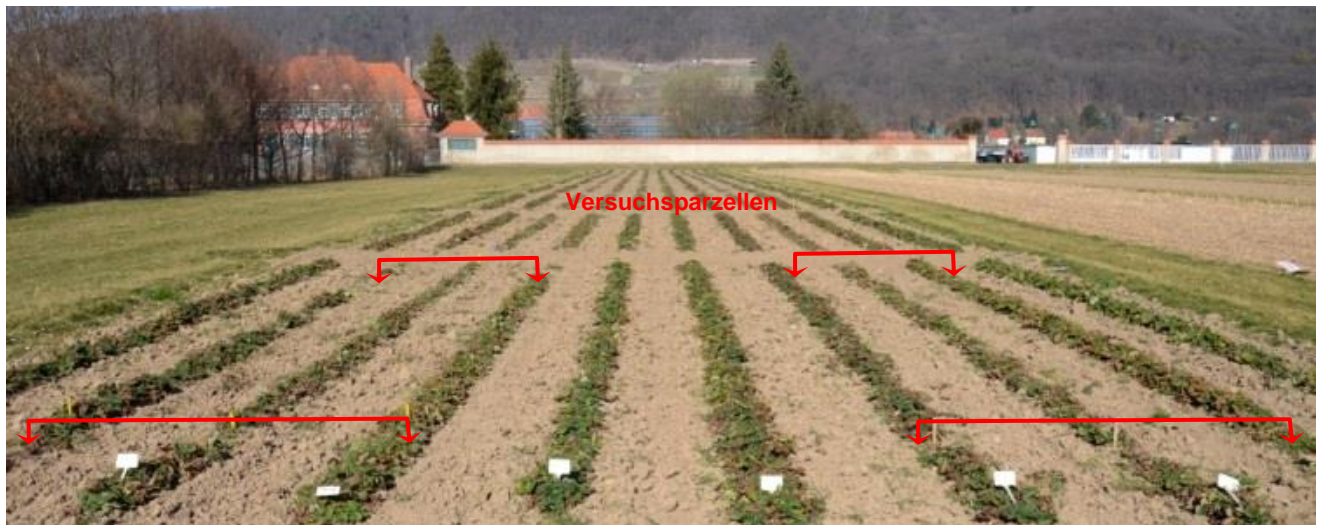


Abbildung 55: Feldzustand am 16.03.2014, 3 Tage nach der ersten maschinellen Bearbeitung, links Var. C (Kontrolle, ohne Werkzeuge in der Pflanzreihe), rechts Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke)



Abbildung 56: IP-Variante, Feldzustand am 16.03.2014, 3 Tage nach der ersten Bearbeitung mit dem Hackrahmen

13 Tage später erfolgte am 26.03. der zweite maschinelle Durchgang, weil sich ein beginnendes Wiederauflaufen neuer Unkräuter abzeichnete. Auch hier wirkten die beiden Hackgerätetypen in den Pflanzreihen, insbesondere in Kombination beider Werkzeuge, recht deutlich. Dies wurde vor allem bei der 11 Tage später durchgeführten letzten Handhacke vor der Ernte sichtbar (am 07./08.04.). Während in der Kontrolle (Var. C) hochgerechnet rund 28,5 Stunden pro ha notwendig waren, konnte der Aufwand in Var. D (Finger- und Torsionshacke in Pflanzreihe) um ein Drittel verringert werden (= 19 Stunden/ha [Tabelle 12]).

Bonitur am 19.04.

Nach der letzten Handhacke am 07./08.04. entwickelte sich auf Grund der trockenen Witterung nur noch relativ wenig neues Unkraut. Größere Pflanzen waren nicht vorhanden. Der neue Aufwuchs war sehr ungleichmäßig verteilt. Es handelte sich hauptsächlich um Vogelmiere (60 %), Rote Taubnessel (30 %) und Franzosenkraut (8 %). Der Bedeckungsgrad betrug in den Fahrgassen im Schnitt 10 bis 20 %, in den Pflanzstreifen durchschnittlich 10 %. Die Wuchsentwicklung lag im wesentlichen zwischen Keimblattstadium und 2–6-Blattstadium, vereinzelt auch beginnendes Sprosswachstum. Vor allem in den Pflanzreihen waren größere Bereiche nahezu komplett sauber. Dies dürfte nicht zuletzt dem recht guten Entwicklungsstand der Erdbeerpflanzen zu verdanken sein. Der über weite Strecken geschlossene und überwiegend sehr dichte Bestand hatte eine zusätzliche unkrautunterdrückende Wirkung.

Weil die Anlage vor der Strohbringung so sauber wie möglich sein sollte, wurde am 20.04. noch eine letzte maschinelle Bearbeitung durchgeführt. Auf Grund des geringen Unkrautdruckes war die Wirkung sowohl in den Fahrgassen als auch in den Pflanzstreifen sehr gut (Abbildung 57 und Abbildung 58). Es gab keine Unterschiede zwischen den Varianten. Am 25.04. wurde das Stroh eingebracht.



Abbildung 57: Feldzustand 1 Tag nach der dritten und letzten maschinellen Bearbeitung am 20.04.2014, links Var. A (Fingerhacke in Pflanzreihe), rechts Var. B (Torsionshacke), davor eine Handhacke am 07./08.04.



Abbildung 58: Feldzustand 2 Tage nach dritter und letzter maschineller Bearbeitung am 21.04.2014, Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke in Pflanzreihe), davor eine Handhacke am 07./08.04.

5.6 Gesamtübersicht zu Hackmaßnahmen und Arbeitszeit

Die Zusammenfassung der einzelnen Maßnahmen zur Unkrautregulierung und deren Zeitaufwand, hochgerechnet auf 1 ha, sind in Tabelle 11 und Tabelle 12 dargestellt. Der Gesamtaufwand für die maschinelle Bearbeitung mit dem Hackrahmen und die manuellen Handarbeitsgänge in beiden Kulturjahren (Pflanzjahr und Erntejahr) ist in Tabelle 13 zusammengefasst. Der Berechnung für die Handarbeit liegt die reine Arbeitszeit zugrunde (ohne Pausen und sonstige Unterbrechungen). Die Annahmen für den Einsatz des Hackrahmens sind analog dem Versuch 2012/2013 (siehe Abschnitt 4.6).

Tabelle 11: Zusammenfassung der einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen im Versuch 2013/2014

| Datum | Var. A (öko) | Var. B (öko) | Var. C (öko) | Var. D (öko) | Var. E (IP) |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
| | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare | Fahrgasse: Gänsefußschare |
| | Pflanzreihe: Fingerhacke | Pflanzreihe: Torsionshacke | Pflanzreihe: - | Pflanzreihe: Finger- und Torsionshacke | Pflanzreihe: Fingerhacke |
| Handhacke nach Bedarf | Handhacke nach Bedarf | Handhacke intensiv | Handhacke nach Bedarf | Handhacke nach Bedarf | |
| Pflanzjahr 2013 | | | | | |
| 17.06. | Reihenfräse, Boden auflockern | Reihenfräse, Boden auflockern | Reihenfräse, Boden auflockern | Reihenfräse, Boden auflockern | Reihenfräse, Boden auflockern |
| 03./04.07. | Handhacke, Boden auflockern | Handhacke, Boden auflockern | Handhacke, Boden auflockern | Handhacke, Boden auflockern | Handhacke, Boden auflockern |
| 10.07. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 24.07. | großes Unkraut gezogen | großes Unkraut gezogen | Handhacke | großes Unkraut gezogen | großes Unkraut gezogen |
| 25.07. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 12.08. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 16.08. | - | - | Handhacke | - | - |
| 19.08. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 26./27.08. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | großes Unkraut gezogen | Handhacke |
| 06.09. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 01.10. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 04.10. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke |
| Erntejahr 2014 | | | | | |
| 13.03. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 26.03. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |
| 07./08.04. | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke | Handhacke |
| 20.04. | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett | Hackrahmen, nur Fahrgasse | Hackrahmen komplett | Hackrahmen komplett |

Tabelle 12: Kalkulierte Arbeitszeit in AKh/ha für die einzelnen Unkrautmaßnahmen 2013/2014 (blau = Kontrollvariante)

| Datum | Maßnahme | Arbeitszeitaufwand umgerechnet in Stunden pro ha (hh:mm) | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| | | Var. A | | Var. B | | Var. C | | Var. D | | Var. E (IP) | |
| | | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand | Masch. | Hand |
| Pflanzjahr 2013 | | | | | | | | | | | |
| 17.06. | Reihenfräse, Boden auflockern | 02:13 | | 02:13 | | 02:13 | | 02:13 | | 02:13 | |
| 03./04.07. | Handhacke, Boden auflockern | | 119:02 | | 119:02 | | 119:02 | | 119:02 | | 119:02 |
| 10.07. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 24.07. | Handhacke/großes Unkraut gezogen | | 23:48 | | 23:48 | | 72:37 | | 23:48 | | 23:48 |
| 25.07. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 12.08. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 16.08. | Handhacke | | - | | - | | 119:02 | | - | | - |
| 19.08. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 26./27.08. | Handhacke/großes Unkraut gezogen | | 85:42 | | 85:42 | | 85:42 | | 47:37 | | 76:11 |
| 06.09. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 01.10. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 04.10. | Handhacke | | 42:51 | | 42:51 | | 95:14 | | 38:05 | | 42:51 |
| Erntejahr 2014 | | | | | | | | | | | |
| 13.03. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 26.03. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |
| 07./08.04. | Handhacke | | 23:48 | | 23:48 | | 28:34 | | 19:02 | | 19:02 |
| 20.04. | maschinelle Bearbeitung | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | | 01:18 | |

Tabelle 13: Gesamtaufwand an AKh pro ha und Vergleich der Varianten A, B, D und E mit der Kontrolle (Var. C), Einsparungspotenzial beim Arbeitszeitaufwand in % (blau markierte Schrift)

| Zusammenfassung | Pflanzung 2013 bis Ernte 2014 | | | | |
|---|-------------------------------|-----------|--------|-----------|-----------|
| Hackrahmen | 11:47 | 11:47 | 11:47 | 11:47 | 11:47 |
| Handhacke | 295:14 | 295:14 | 520:14 | 247:37 | 280:57 |
| gesamt | 307:01 | 307:01 | 532:01 | 259:24 | 292:44 |
| gesamt in % zur Kontrolle (Variante C) | 58 | 58 | - | 49 | 55 |
| Einsparung in % | 42 | 42 | - | 51 | 45 |
| Handhacke in % zur Kontrolle (Variante C) | 57 | 57 | - | 48 | 54 |
| Einsparung Handhacke in % | 43 | 43 | - | 52 | 46 |

Die Unterschiede bei der Einsparung an manueller Handarbeit waren im Versuch 2013/2014 etwas geringer als 2012/2013. Ein Grund dafür war der extreme Witterungsverlauf im Mai/Juni 2013 (Abbildung 15 und Abbildung 18 in Kapitel 3.5), wodurch es erst 2 Monate nach der Pflanzung am 10.07. möglich wurde, mit einer differenzierten Bearbeitung in den einzelnen Varianten zu beginnen. Das führte zu einer deutlichen Verkürzung des Versuchszeitraumes. In der Variante mit Kombination Finger- und Torsionshacke in der Pflanzreihe (Var. D) konnten im Vergleich zur Kontrolle (Var. C) erneut über 50 % der notwendigen Handarbeit eingespart werden. Die Varianten mit den Einzelwerkzeugen (Var. A, Fingerhacke

und Var. B, Torsionshacke) lagen mit 43 % Einsparung auf gleichem Niveau. Die IP-Variante (Var. E) zeigte mit 46 % einen geringfügig größeren Effekt bei der Einsparung von Handarbeit.

5.7 Ernteergebnisse, Versuch 2013/2014

Der Erntezeitraum 2014 war vom 26.05. bis 20.06. Er lag damit fast 3 Wochen früher als 2013. Insgesamt wurde 9 Mal durchgepflückt. Der Ertrag pro Pflanze in den einzelnen Sorten und Versuchsvarianten ist in Abbildung 59 dargestellt. Wie im Vorjahr erfolgte die Unterscheidung nach Handelsware (HKI 1), Rest (Früchte zu klein, verkrüppelt, beschädigt) und verfaulte Früchte. Bei 'Elsanta' wurde der höchste Ertrag in der IP-Variante (Var. E) mit 725 g/Pflanze in Handelsklasse 1 bzw. 925 g/Pflanze Gesamtertrag erreicht. Im ökologischen Anbau lag der Ertrag bei dieser Sorte signifikant niedriger (Abbildung 59). Zwischen den einzelnen Hackvarianten gab es hier sowohl im Gesamtertrag als auch in der Handelsklasse 1 keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 59).

Im Versuch 2013/2014 standen in allen ökologisch bewirtschafteten Varianten (A bis D) neben 'Elsanta' die Sorten 'Asia' und 'Rumba'. Diese zeichneten sich durch eine deutlich stärkere Robustheit gegenüber Krankheiten aus. Ihre Ertragsleistungen lagen über denen von 'Elsanta'. 'Asia' erreichte bei der Handelsklasse 1 im Schnitt ein Ergebnis von 614 g pro Pflanze. Bei 'Rumba' lag der mittlere Ertrag (HKI 1) bei 617 g pro Pflanze. Auch hier waren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten der Unkrautregulierung nicht signifikant (Abbildung 59).

Beim Ertrag pro Flächeneinheit, unter Berücksichtigung der Pflanzausfälle (bedingt durch Krankheiten und mechanische Beschädigungen), schnitten 'Asia' und 'Rumba' auf Grund geringerer Pflanzenverluste sogar noch etwas besser ab. Der Gesamtertrag pro Reihe wurde hier umgerechnet auf die 35 Pflanzstellen pro Reihe. Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 60 dargestellt. Die Unterschiede zwischen den ökologischen Varianten (Var. A bis D) waren bei allen drei Sorten nicht signifikant.

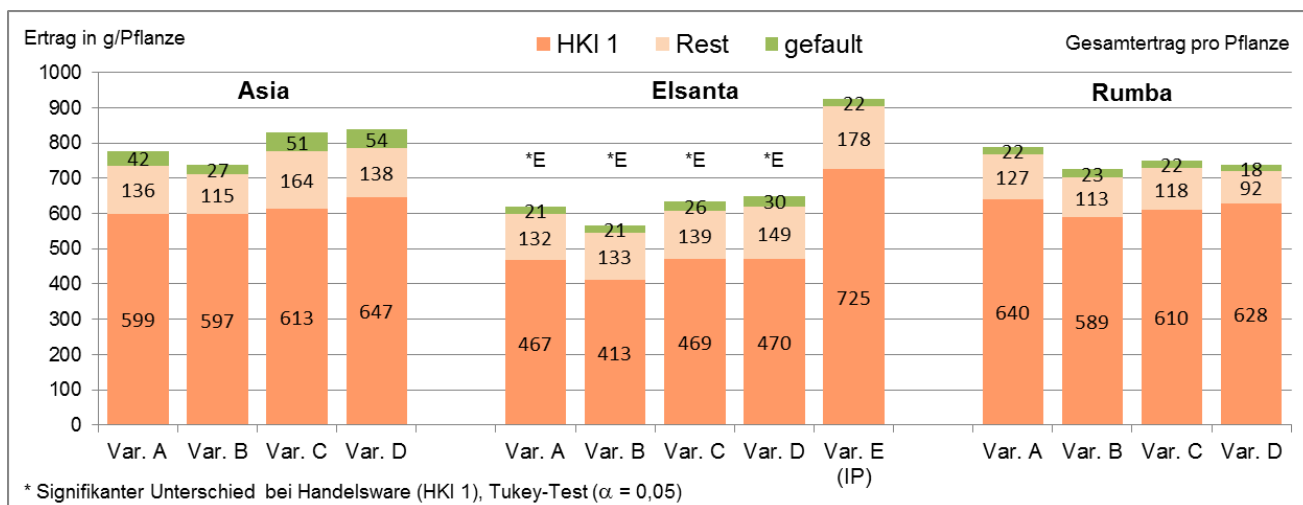


Abbildung 59: Einzelpflanzenertrag in den Versuchsvarianten 2014

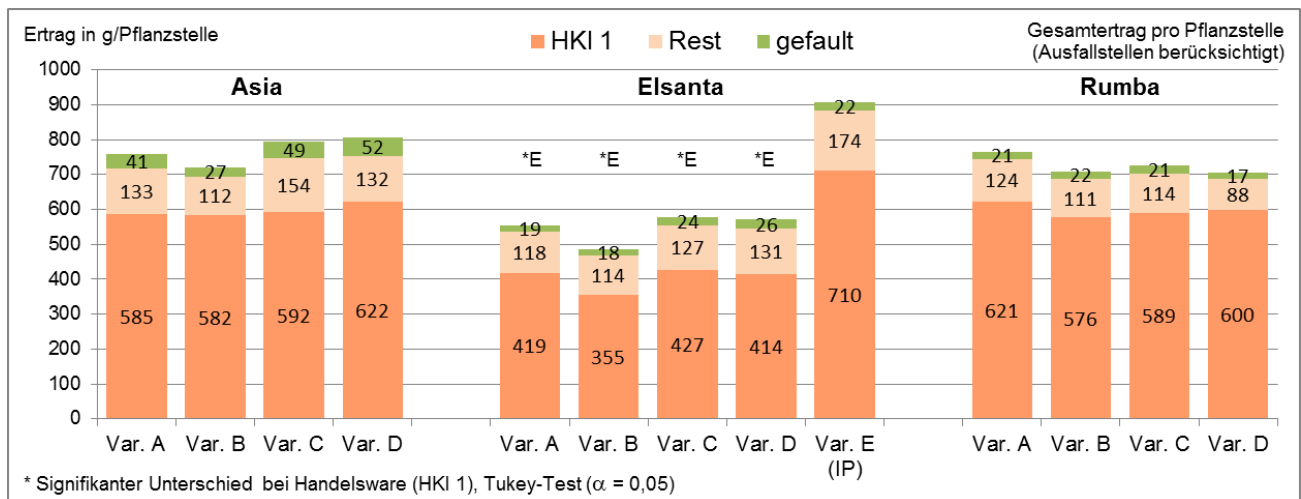


Abbildung 60: Ertrag pro Pflanzstelle in den Varianten unter Berücksichtigung der durch die mechanische Bearbeitung und durch Krankheiten verursachten Ausfälle

Im Versuch 2013/2014 gab es vor allem auf Grund der günstigeren Witterung insgesamt weniger krankheitsbedingte Ausfälle als 2012/2013 (siehe Abschnitt 5.2, Abbildung 39). Die Pflanzenverluste durch das Hacken waren vergleichbar mit den Ergebnissen aus dem Versuchsjahr 2012/2013 (ca. 2–4 %).

Die Fruchtgröße wurde über das mittlere Einzelfruchtgewicht pro Variante erfasst. Die Ergebnisse sind in Abbildung 61 dargestellt. Bei 'Elsanta' korrelierten die Werte annähernd mit der erzielten Ertragsleistung. In der IP-Variante (Var. E), welche den höchsten Ertrag aufwies, war das Fruchtgewicht mit durchschnittlich 16,0 g am geringsten. Dadurch ergab sich hier ein etwas höherer Anteil kleinerer Früchte, die für die Handelsklasse 1 nicht mehr geeignet sind (siehe Abbildung 59 und Abbildung 60, Anteil „Rest“). Auf Grund des deutlich höheren Gesamtertrages hatte dies allerdings keinen größeren Einfluss auf die vermarktungsfähige Gesamtmenge. Auffallend große Früchte erzielte die Sorte 'Asia' mit durchschnittlich 31,2 g pro Frucht. Auch 'Rumba' lag mit durchschnittlich 23,5 g pro Frucht deutlich über der Fruchtgröße von 'Elsanta'.

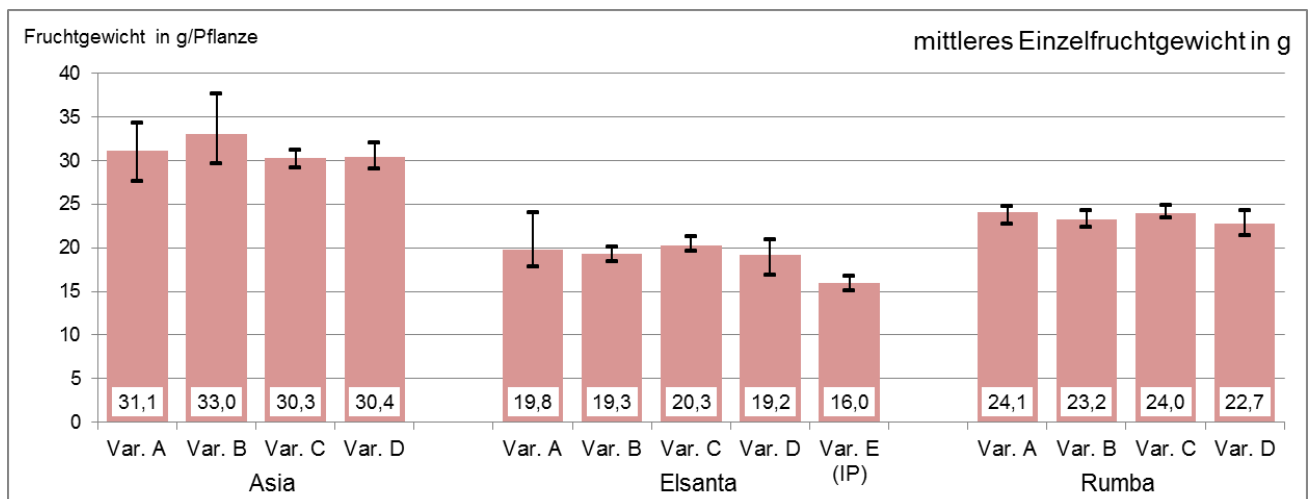


Abbildung 61: Mittleres Einzelfruchtgewicht in den Versuchsvarianten 2014

6 Kostenkalkulation zum Erdbeeranbau mit mechanischer Unkrautregulierung

Für die Berechnungen zum Produktionsverfahren „ökologischer Erdbeeranbau“ und „integrierter Erdbeeranbau“ unter besonderer Berücksichtigung der mechanischen Unkrautregulierung wurde das Excel-Kalkulationsprogramm der KTBL-Datensammlung Obstbau (4. Auflage, 2010) verwendet. Die mit einem Musterverfahren vorausgefüllten Tabellen zum Produktionsablauf wurden dabei für beide Erdbeerpflanzungen im Projekt getrennt mit den jeweils konkret im Versuchszeitraum durchgeführten Arbeitsgängen und allen dazugehörigen Einzeldaten angepasst (Anzahl AK, Zeitbedarf, verwendete Maschinen/Geräte und Materialkosten für Pflanzenschutz, Düngung, Beregnung, Vliesabdeckung, Stroh, Ernte usw.). Einige im Programm schon enthaltene Eckdaten wurden übernommen. Hierzu zählen z. B. Anschaffungskosten, Nutzungsdauer, Steuern, variable und fixe Kosten für verwendete Maschinen- und Gerätetypen, allgemeine Zinssätze und Berechnungen zu den Gemeinkosten.

Für die Kalkulationen im Projekt wurden folgende individuell angepassten Berechnungsgrundlagen angenommen:

- Berechnung für einen Betrieb mit 5 ha Erdbeerfläche, jährliche Gemeinkosten 1.500,- €/ha
- Absatz Öko-Ware im Biohandel (Direktvermarktung, Einzelhandel) mit 300,- €/dt (Ø für gesamten Erntezeitraum)
- Absatz IP-Ware im Großhandel mit 160,- €/dt (Ø für gesamten Erntezeitraum)
- Lohnkosten: Festangestellte 15,00 €/h, Saisonkräfte 7,20 €/h
- Maschinelle mechanische Bearbeitung: 2 AK, reine Arbeitszeit und Wendezeit, Rüstzeit, Pausen
- Manuelle Handarbeit (Handhacke): 4 Saisonkräfte, reine Arbeitszeit und Pausen

Weitere, mit Personal- und Sachkosten sowie entsprechendem Zeitaufwand berücksichtigte Maßnahmen waren:

- Bodenvorbereitung im Pflanzjahr
- Pflanzung (30.000 Pfl./ha inkl. Transport); Öko: Bio-Frigopflanzen mit 0,17 €/Pflanze, IP: Frigopfl. mit 0,10 €/Pfl.
- Beregnung (5 x mit 200 m³/ha x 0,40 €)
- Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen
- Vliesabdeckung gegen Spätfrost (1 x 2012/2013, 2 x 2013/2014)
- Stroheinlagerung
- Ernte (7 Durchgänge 2013, 9 Durchgänge 2014, inkl. Logistikaufwand und Verpackungskosten)

6.1 Kostenkalkulation, Versuch 2012/2013

Die Zielvorgabe für das im Projekt erprobte Anbauverfahren war, die Kulturfläche möglichst über den gesamten Standzeitraum „weitgehend unkrautfrei“ zu halten (also nicht nur „Reduzierung des Unkrautbewuchses“). Das wurde nicht zuletzt auch unter dem Eindruck der bisherigen Erfahrungen aus der Öko-Praxis als ein entscheidendes Kriterium für eine wirtschaftlich erfolgreiche Ertragsentwicklung mit entsprechend hochwertiger Fruchtqualität angesehen.

Die Versuchsergebnisse zeigen recht deutlich, dass es unter solchen Witterungsbedingungen, wie sie am Versuchsstandort Pillnitz im Zeitraum Mai 2012 bis Juli 2013 herrschten, im Öko-Anbau auch bei intensivem Pflegeaufwand sehr schwierig ist, Erdbeeren wirtschaftlich zu erzeugen. Dies gilt insbesondere für Sorten, die relativ krankheitsanfällig sind wie die derzeitige Standardsorte 'Elsanta'. Nach den Ergebnissen beim Ertrag pro Pflanzstelle, unter Berücksichtigung von Pflanzenausfällen durch Krankheiten und mechanische Beschädigungen (Abbildung 37 in Kapitel 4.7), wäre hier bei der Han-

delsware (HKI 1) eine Erntemenge von durchschnittlich 78 dt/ha erzielt worden (Tabelle 14, Var. A bis D). Es gab dabei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Öko-Varianten. Unter Zugrundelegung eines für Sachsen realistischen Erlöses von 3,00 €/kg (Durchschnitt über den gesamten Erntezeitraum, Direktvermarktung/Bio-Einzelhandel) hätte letztendlich mit keiner Versuchsvariante ein Gewinn erzielt werden können (Tabelle 14, letzte Zeile). Die berechneten Verluste waren in der Kontrolle mit Abstand am höchsten (Var. C, = 84,00 €). Hier kommt der sehr hohe Arbeitsaufwand für die Handhacke zwischen den Erdbeerpflanzen zum Tragen. Bei der zusätzlichen maschinellen Bearbeitung in der Pflanzreihe war der Verlust schon beim Soloeinsatz von Finger- bzw. Torsionshacke um 44 % niedriger (Var. A und B). Mit der Kombination beider Werkzeugtypen (Var. D) konnte durch weitere Senkung des Handarbeitsaufwandes der Verlust nochmals um 13 % auf insgesamt 52 % verringert werden.

Unter den Anbaubedingungen 2012/2013 wäre zur Erreichung der Gewinnschwelle nach der Vollkostenberechnung ein vermarktungsfähiger Ertrag von ca. 98 dt/ha notwendig (Tabelle 16).

Tabelle 14: Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten der Sorte 'Elsanta', Versuch 2012/2013

| Kalkulation, Versuch 2012/2013 | 'Elsanta', Variante A | 'Elsanta', Variante B | 'Elsanta', Variante C | 'Elsanta', Variante D |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Unkraut in der Fahrgasse: | Hackrahmen mit Gänsfußscharen | | | |
| Unkraut in der Pflanzreihe: | Fingerhacke, Handhacke | Torsionshacke, Handhacke | nur Handhacke | Finger-/Tors.-h., Handhacke |
| Einsparung Handhacke zu Var. C: | 42 % | 42 % | - | 58 % |
| Erntemenge | 78 dt/ha | 78 dt/ha | 78 dt/ha | 78 dt/ha |
| Preis je dt Biohandel | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | | | | |
| Erlös | 23.400 €/ha | 23.400 €/ha | 23.400 €/ha | 23.400 €/ha |
| Summe Direktkosten | 9.012 €/ha | 9.012 €/ha | 9.583 €/ha | 9.012 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 14.388 €/ha | 14.388 €/ha | 13.817 €/ha | 14.388 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 13.816 €/ha | 13.816 €/ha | 16.136 €/ha | 12.955 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 572 €/ha | 572 €/ha | -2.319 €/ha | 1.433 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 2.732 €/ha | 2.732 €/ha | 2.762 €/ha | 2.728 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | -2.160 €/ha | -2.160 €/ha | -5.081 €/ha | -1.295 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | | | | |
| Ø Erlöse | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Ø variable Kosten | 293 €/dt | 293 €/dt | 330 €/dt | 282 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 328 €/dt | 328 €/dt | 365 €/dt | 317 €/dt |
| Ø Vollkosten | 347 €/dt | 347 €/dt | 384 €/dt | 336 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | -47 €/dt | -47 €/dt | -84 €/dt | -36 €/dt |

Eine mögliche Alternative zu 'Elsanta' im Öko-Anbau zeigten zumindest ansatzweise die wesentlich robusteren Sorten 'Asia' und 'Daroyal' (Tabelle 15). Diese standen jedoch aus Kapazitätsgründen nur in der Kontrollvariante, wo der höchste Handaufwand notwendig war. Durch gesündere und kräftigere Pflanzen, mit wesentlich weniger Ausfällen, wurden hier im Vergleich zu 'Elsanta' 58 % ('Asia') bzw. 29 % ('Daroyal') höhere Erträge erzielt. Daraus ergaben sich nach der Vollkostenrechnung Verluste von 0,00 €/dt ('Asia') bzw. 32,00 €/dt ('Daroyal', = 62 % weniger als bei 'Elsanta'). Auf der anderen Seite erwies sich die Sorte 'Sonata' trotz sehr guter Fruchteigenschaften (Geschmack, Aussehen) auf Grund ihrer offensichtlichen Krankheitsanfälligkeit als ungeeignet für den Öko-Anbau (38 dt/ha Ertrag, = 51 % weniger als bei 'Elsanta', kalkulierter Verlust = 327,00 €/dt [Tabelle 15]).

Tabelle 15: Verfahrenskalkulation in der IP-Variante der Sorte 'Elsanta' und den alternativen Sorten 'Asia', 'Daroyal' und 'Sonata' in der Öko-Variante C (= Kontrolle, nur Handhacke in der Pflanzreihe)

| Kalkulation, Versuch 2012/2013 | 'Elsanta', Var. E (IP) | 'Asia', Variante C | 'Daroyal', Variante C | 'Sonata', Variante C |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| Unkraut in der Fahrgasse: | Hackrahmen mit Gänsfußscharen | | | |
| Unkraut in der Pflanzreihe: | Fingerhacke, Handhacke | nur Handhacke | nur Handhacke | nur Handhacke |
| Einsparung Handhacke zu Var. C: | 61 % | - | - | - |
| Erntemenge | 200 dt/ha | 123 dt/ha | 101 dt/ha | 38 dt/ha |
| Preis je dt Biohandel | 160 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | | | | |
| Erlös | 32.000 €/ha | 36.900 €/ha | 30.300 €/ha | 11.400 €/ha |
| Summe Direktkosten | 11.179 €/ha | 10.960 €/ha | 10.287 €/ha | 8.359 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 20.821 €/ha | 25.940 €/ha | 20.013 €/ha | 3.041 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 16.248 €/ha | 21.284 €/ha | 18.783 €/ha | 11.541 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 4.573 €/ha | 4.656 €/ha | 1.230 €/ha | -8.500 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 3.329 €/ha | 3.134 €/ha | 2.952 €/ha | 2.432 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | 1.244 €/ha | 1.522 €/ha | -1.722 €/ha | -10.932 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | | | | |
| Ø Erlöse | 160 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Ø variable Kosten | 137 €/dt | 262 €/dt | 288 €/dt | 524 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 154 €/dt | 288 €/dt | 317 €/dt | 588 €/dt |
| Ø Vollkosten | 161 €/dt | 300 €/dt | 332 €/dt | 627 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | -1 €/dt | 0 €/dt | -32 €/dt | -327 €/dt |

Tabelle 16: Notwendiger Ertrag zur Erreichung der Gewinnschwelle im Öko-Anbau bei einem Pflegeaufwand wie im Versuchsjahr 2012/2013 in Var. D (Kombination Finger- und Torsionshacke in der Pflanzreihe)

| Variante D (ökologische Produktion) | |
|--|--------------------|
| Ertrag für Gewinnschwelle Öko | 98 dt/ha |
| Preis, Biohandel | 300 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | |
| Erlös | 29.400 €/ha |
| Summe Direktkosten | 9.624 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 19.776 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 15.235 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 4.541 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 2.893 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | 1.648 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | |
| Ø Erlöse | 300 €/dt |
| Ø variable Kosten | 254 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 283 €/dt |
| Ø Vollkosten | 298 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | 2 €/dt |

In der IP-Variante konnte bei 'Elsanta' trotz der widrigen Witterungsbedingungen ein deutlich besserer Ertrag erzielt werden. Grund dafür waren nicht zuletzt die wesentlich besseren Möglichkeiten beim Pflanzenschutz (u. a. wirkungsvolle Fungizide gegen bodenbürtige Krankheiten, Mehltau und Fruchtfäulen). Ein großes Plus zeigte sich hier durch die deutlich geringeren krankheitsbedingten Ausfälle. Die Pflanzen waren nicht nur kräftiger im Wuchs, was schon zu einem höheren Fruchtansatz führte. Die schnelle und vor allem dichte Schließung der Bestände zeigte auch eine zusätzliche unkrautunterdrückende Wirkung. So gab es in dieser Variante mit 61 % die größte Einsparung bei der Handarbeit im Vergleich zur Kontrolle (Var. C).

Allerdings war der Gesamtpflegeaufwand bei rein mechanischer Unkrautregulierung immer noch so hoch, dass selbst mit dem für Praxisverhältnisse überdurchschnittlichen Ertrag von 200 dt/ha kein Gewinn erwirtschaftet worden wäre (Tabelle 15, Var. E). Zu berücksichtigen ist hierbei der im Vergleich zum Ökoanbau deutlich geringere kalkulierte Erlös von 1,60 €/kg (Absatz überwiegend im Großhandel).

6.2 Kostenkalkulation, Versuch 2013/2014

Unter den Anbaubedingungen 2013/2014 waren die Ertragsleistungen in den ökologisch bewirtschafteten Parzellen deutlich besser im Vergleich zum Versuchszeitraum 2012/2013. Dies lag vor allem an den wesentlich günstigeren Witterungsbedingungen zur Reifezeit der Früchte und während der Ernte 2014. In der Sorte 'Elsanta' waren zudem im Pflanzjahr 2013 weniger krankheitsbedingte Pflanzenausfälle zu verzeichnen (Abbildung 39 in Kapitel 5.2). Der Ertrag pro Pflanzstelle (unter Berücksichtigung der Ausfallstellen) entsprach hier einer durchschnittlichen vermarktungsfähigen Erntemenge von umgerechnet 107 dt/ha, wobei es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten gab. Allerdings reichte auch diesmal der Ertrag nicht, um mit dieser Sorte die Gewinnzone zu erreichen (Tabelle 18, Var. A bis D). Gegenüber dem Versuchsjahr 2012/2013 ergaben sich witterungsbedingt höhere Arbeitskosten (nochmalige Vliesabdeckung kurz vor der Blüte wegen Spätfrostgefahr, zusätzliche Maßnahmen zur Bodenlockerung).

Auf Grund der vergleichsweise besten Unkrautwirkung bei der maschinellen Bearbeitung war in Variante D (= 52 % Einsparung bei der Handarbeit) die Gewinnkalkulation mit +/- 0,00 €/dt noch am „günstigsten“. In der Kontrolle (Var. C) lag der Verlust bei 24,00 €/dt.

In der IP-Variante war trotz des überdurchschnittlichen Ertragsergebnisses von umgerechnet 185 dt/ha in der Gewinnkalkulation erneut ein deutlicher Verlust von 7,00 €/dt zu verzeichnen (auch hier wieder unter Berücksichtigung der geringeren kalkulierten Erlöse von 1,60 €/kg für konventionelle Ware [Tabelle 17]). Trotz Optimierung der maschinellen mechanischen Unkrautregulierung sind die Gesamtkosten für diese Pflegemaßnahmen immer noch so hoch, dass sie im konventionellen Anbau keine Alternative zum Herbizideinsatz darstellen. Dies gilt insbesondere auch nach der Einführung des Mindestlohnes.

Die sehr robusten Alternativsorten 'Asia' und 'Rumba' zeigten einmal mehr, dass sie wesentlich besser für den ökologischen Anbau geeignet sind als 'Elsanta'. Bei beiden Sorten entsprachen die Ernteergebnisse an vermarktungsfähiger Ware einem sehr guten mittleren Ertrag von ca. 152 dt/ha (Tabelle 18).

Tabelle 17: Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten und der IP-Variante bei 'Elsanta', Versuch 2013/2014

| Kalkulation, Versuch 2013/2014 | 'Elsanta', Var. A | 'Elsanta', Var. B | 'Elsanta', Var. C | 'Elsanta', Var. D | 'Elsanta', Var. E (IP) |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| Unkraut in der Fahrgasse: | Hackrahmen mit Gänsfußscharen | | | | |
| Unkraut in der Pflanzreihe: | Fingerh., Handhacke | Torsionsh., Handh. | nur Handhacke | Finger-/Tors.-h., Hand | Fingerh., Handhacke |
| Einsparung Handhacke zu Var. C: | 43 % | 43 % | - | 52 % | 46 % |
| Erntemenge | 107 dt/ha | 107 dt/ha | 107 dt/ha | 107 dt/ha | 185 dt/ha |
| Preis je dt Bio- bzw. IP-Ware | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 160 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | | | | | |
| Erlös | 32.100 €/ha | 32.100 €/ha | 32.100 €/ha | 32.100 €/ha | 29.600 €/ha |
| Summe Direktkosten | 10.838 €/ha | 10.838 €/ha | 10.838 €/ha | 10.838 €/ha | 10.827 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 21.262 €/ha | 21.262 €/ha | 21.262 €/ha | 21.262 €/ha | 18.773 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 17.090 €/ha | 17.090 €/ha | 19.241 €/ha | 16.738 €/ha | 15.351 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 4.172 €/ha | 4.172 €/ha | 2.021 €/ha | 4.524 €/ha | 3.422 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 3.052 €/ha | 3.052 €/ha | 3.063 €/ha | 3.052 €/ha | 3.284 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | 1.120 €/ha | 1.120 €/ha | -1.042 €/ha | 1.472 €/ha | 138 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | | | | | |
| Ø Erlöse | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 160 €/dt |
| Ø variable Kosten | 261 €/dt | 261 €/dt | 281 €/dt | 258 €/dt | 142 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 290 €/dt | 290 €/dt | 310 €/dt | 286 €/dt | 159 €/dt |
| Ø Vollkosten | 304 €/dt | 304 €/dt | 324 €/dt | 300 €/dt | 167 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | -4 €/dt | -4 €/dt | -24 €/dt | 0 €/dt | -7 €/dt |

Mit diesem Produktionsergebnis konnte trotz der immer noch recht hohen Aufwendungen für die mechanische Unkrautregulierung in allen Bearbeitungsvarianten nach der Vollkostenberechnung ein Gewinn ausgewiesen werden (Tabelle 19 und Tabelle 20).

Erwartungsgemäß war dieser in der Kontrolle (Var. C) mit jeweils 26,00 €/dt am geringsten. Durch den hohen Handarbeitsaufwand waren hier die variablen Arbeitskosten mit 24.437 €/ha am höchsten. In den Varianten mit zusätzlicher maschineller Bearbeitung in den Pflanzreihen konnte durch die Einsparungen bei der manuellen Handhacke der Gewinn pro dt um 65 % in Var. D (Kombination Finger-/Torsionshacke) bzw. 58 % in Var. A und B (Finger- bzw. Torsionshacke solo) gesteigert werden. Selbst bei einem angenommenen (wesentlich praxisnäheren) Feldertrag von 120 dt/ha wäre hier noch ein kalkulierter Gewinn von 15 €/dt erzielbar gewesen (Tabelle 18 und Tabelle 19, Spalte ganz rechts).

Tabelle 18: Verfahrenskalkulation in den Öko-Varianten der alternativen Sorte 'Asia', Versuch 2013/2014

| Kalkulation, Versuch 2013/2014 | 'Asia', Variante A | 'Asia', Variante B | 'Asia', Variante C | 'Asia', Variante D | 'Asia', Variante D |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Unkraut in der Fahrgasse: | Hackrahmen mit Gänfußscharen | | | | |
| Unkraut in der Pflanzreihe: | Fingerh., Handhacke | Torsionsh., Handh. | nur Handhacke | Finger-/Tors.-h., Hand | Berechnung mit praxisnäherem Ertrag |
| Einsparung Handhacke zu Var. C: | 43 % | 43 % | - | 52 % | |
| Erntemenge | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 120 dt/ha |
| Preis je dt Biohandel | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | | | | | |
| Erlös | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 36.000 €/ha |
| Summe Direktkosten | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 11.235 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 24.765 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 22.286 €/ha | 22.286 €/ha | 24.437 €/ha | 21.931 €/ha | 18.255 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 11.099 €/ha | 11.099 €/ha | 8.948 €/ha | 11.454 €/ha | 6.510 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 3.423 €/ha | 3.423 €/ha | 3.434 €/ha | 3.420 €/ha | 3.156 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | 7.676 €/ha | 7.676 €/ha | 5.514 €/ha | 8.034 €/ha | 3.354 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | | | | | |
| Ø Erlöse | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Ø variable Kosten | 227 €/dt | 227 €/dt | 241 €/dt | 225 €/dt | 246 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 250 €/dt | 250 €/dt | 264 €/dt | 247 €/dt | 272 €/dt |
| Ø Vollkosten | 259 €/dt | 259 €/dt | 274 €/dt | 257 €/dt | 285 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | 41 €/dt | 41 €/dt | 26 €/dt | 43 €/dt | 15 €/dt |

Tabelle 19: Kalkulationsergebnis in den Öko-Varianten der alternativen Sorte 'Rumba', Versuch 2013/2014

| Kalkulation, Versuch 2013/2014 | 'Rumba', Variante A | 'Rumba', Variante B | 'Rumba', Variante C | 'Rumba', Variante D | 'Rumba', Variante D |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Unkraut in der Fahrgasse: | Hackrahmen mit Gänfußscharen | | | | |
| Unkraut in der Pflanzreihe: | Fingerh., Handhacke | Torsionsh., Handh. | nur Handhacke | Finger-/Tors.-h., Hand | Berechnung mit praxisnäherem Ertrag |
| Einsparung Handhacke zu Var. C: | 43 % | 43 % | - | 52 % | |
| Erntemenge | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 152 dt/ha | 120 dt/ha |
| Preis je dt Biohandel | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Leistungs- und Kostenrechnung | | | | | |
| Erlös | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 45.600 €/ha | 36.000 €/ha |
| Summe Direktkosten | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 12.215 €/ha | 11.235 €/ha |
| Direktkostenfreie Leistung | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 33.385 €/ha | 24.765 €/ha |
| variable Arbeitskosten | 22.286 €/ha | 22.286 €/ha | 24.437 €/ha | 21.931 €/ha | 18.255 €/ha |
| Deckungsbeitrag | 11.099 €/ha | 11.099 €/ha | 8.948 €/ha | 11.454 €/ha | 6.510 €/ha |
| weitere Einzelkosten | 3.423 €/ha | 3.423 €/ha | 3.434 €/ha | 3.420 €/ha | 3.156 €/ha |
| Einzelkostenfreie Leistung | 7.676 €/ha | 7.676 €/ha | 5.514 €/ha | 8.034 €/ha | 3.354 €/ha |
| mittlere jährliche Werte | | | | | |
| Ø Erlöse | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt | 300 €/dt |
| Ø variable Kosten | 227 €/dt | 227 €/dt | 241 €/dt | 225 €/dt | 246 €/dt |
| Ø Einzelkosten | 250 €/dt | 250 €/dt | 264 €/dt | 247 €/dt | 272 €/dt |
| Ø Vollkosten | 259 €/dt | 259 €/dt | 274 €/dt | 257 €/dt | 285 €/dt |
| Ø kalk. Gewinnbetrag | 41 €/dt | 41 €/dt | 26 €/dt | 43 €/dt | 15 €/dt |

7 Zusammenfassung

Im ökologischen Anbau sind zur Unkrautregulierung nur mechanische Bekämpfungsmaßnahmen möglich. Bisher war es üblich, in den Fahrgassen eine maschinelle Bearbeitung durchzuführen, während in den Pflanzreihen ausschließlich mit der Hand gehackt wurde. Bei konsequenter Feldpflege können hierbei sehr hohe Arbeitskosten entstehen. Im konventionellen Bereich (IP-Anbau) ist der Pflegeaufwand durch den Herbizideinsatz deutlich geringer. Auf Grund einer oft unsicheren Mittelwirkung und der recht unklaren weiteren Entwicklung in der Zulassungssituation gibt es auch hier großes Interesse an möglichen Alternativen. Daher wurde im Projekt neben vier Öko-Varianten auch eine IP-Variante mit rein mechanischer Unkrautregulierung erprobt.

Durch die Einführung der Mindestlohnregelung Anfang 2015 hat sich der Kostendruck im Erdbeeranbau noch weiter verschärft. Im Projekt sollte untersucht werden, ob durch eine Optimierung der maschinellen Hackmaßnahmen mittels zusätzlichem Einsatz von speziellen Werkzeugen innerhalb der Pflanzreihen Einsparungen beim Handarbeitsaufwand möglich sind. Dazu sollte auch eine Kostenkalkulation für das Gesamtverfahren mit Schwerpunkt ökologischer Anbau durchgeführt werden.

Im Projektzeitraum wurden vier verschiedene Varianten zur mechanischen Unkrautregulierung erprobt. Für die maschinelle Bearbeitung kam ein im Heckanbau an einem Schmalspurtraktor befestigter Hackrahmen mit integrierter manueller Handsteuerung zum Einsatz. An diesem können verschiedene Werkzeugarten angebaut werden. In den Fahrgassen erfolgte in allen Varianten die Bearbeitung mit Gänsefuß-Hackscharen. Diese waren an Parallelogrammen befestigt, wodurch die Arbeitstiefe auch bei Bodenunebenheiten konstant gehalten werden konnte. In den Pflanzreihen wurden als Varianten die Fingerhacke und Torsionshacke jeweils einzeln sowie eine Kombination beider Werkzeuge erprobt. Ergänzend zum Maschineneinsatz wurde nach Notwendigkeit manuell gehackt. In der Kontrollvariante wurde das Unkraut, wie in der Praxis bisher üblich, nur durch manuelles Hacken beseitigt. Die Handarbeit erfolgte in zwei Intensitätsstufen:

- „intensive Handhacke“ (Arbeiten mit Hackgerät, Entfernung aller sichtbar vorhandenen Unkräuter)
- „nur großes Unkraut ziehen“ („Schnelldurchgang“ ohne Handhacke, nur große Unkräuter mit Hand gezogen)

Es wurden 2 Versuche angelegt. In allen Varianten kam 'Elsanta' als Hauptsorte zum Einsatz. Im ersten Versuch (2012/2013) sind in der Kontrollvariante (Var. C) jeweils noch eine Reihe der Sorten 'Daroyal', 'Asia' und 'Sonata' gepflanzt worden. Im zweiten Versuch (2013/2014) stand in jeder Versuchsparzelle jeweils eine Reihe der Sorten 'Elsanta', 'Asia' und 'Rumba'.

Im Versuchszeitraum wurden 15 verschiedene Unkrautarten festgestellt. Es dominierten Vogelmiere, Behaartes Franzosenkraut und Rote Taubnessel. Obwohl zumeist nur vereinzelt auftretend, war in den Pflanzreihen auch der Löwenzahn ein Problemunkraut, weil er oft unmittelbar im Wurzelbereich der Erdbeerpflanzen wuchs und damit von den Hackwerkzeugen bei der maschinellen Bearbeitung nicht erfasst werden konnte. Die anderen Arten traten deutlich weniger bzw. nur in Teilbereichen einzelner Parzellen auf. Artzusammensetzung und Häufigkeit variierten über die Vegetationsperiode nur geringfügig.

Die Witterungsbedingungen während der Versuchsdurchführung förderten ein sehr intensives Unkrautwachstum, sodass zur Einhaltung der Zielvorgabe (Bestand „weitgehend unkräutfrei“) ein recht hoher Pflegeaufwand erforderlich war (Tabelle 20). Es wurde deutlich, dass gerade für die maschinelle mechanische Bearbeitung mit komplexen (und relativ schweren) Gerätesystemen das Wetter ein großer Risikofaktor ist. So konnten viele Durchfahrten auf Grund schlechter Befahrbarkeit oder wiederholter Niederschläge in kurzen Zeitabständen nicht unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden (d. h. bei möglichst kleiner Unkrautgröße und nach der Bearbeitung noch einige Tage mit trockener Witterung).

Die Wirkung der Gänsefußschare in den Fahrstreifen war durchweg sehr gut. Durch die im Versuch 2013/2014 zusätzlich angebauten Reihenstriegel konnte das Herausziehen der Unkräuter noch verbessert werden. Differenzierter sahen die Ergebnisse in den Pflanzreihen aus. Bei verzögertem Einsatz auf Grund schlechter Boden- und Witterungsverhältnisse waren viele Unkräuter oft schon so groß (Sprossentwicklung bis Längenwachstum/Verzweigung), dass sie von den Hack-

werkzeugen nicht mehr wirkungsvoll aus dem Boden herausgezogen werden konnten. Bei geringer Bewuchsdichte und überwiegend noch kleinen Unkrautpflanzen zeigten allerdings die Finger- und Torsionshacken eine recht gute Wirkung, auch weit über das Keimblattstadium hinaus (Blattentwicklung bis beginnende Sprossbildung). Die Kombination beider Werkzeuge war tendenziell noch besser, was sich durch einen weiter reduzierten Arbeitsaufwand bei der nachträglichen Handarbeit bemerkbar machte.

Tabelle 20: Zusammenfassung der Arbeitsgänge zur Unkrautregulierung in den Fahrstreifen und Pflanzreihen

| Versuchszeitraum | Maßnahmen | Variante | | | | |
|------------------|---|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | | Var. A | Var. B | Var. C | Var. D | Var. E (IP) |
| 2012/2013 | maschinelle Bearbeitung | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | "Handhacke intensiv" | 4 | 4 | 8 | 3 | 3 |
| | "nur großes Unkraut gezogen" | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | Summe Handarbeitsaufwand in h | 336 | 336 | 578 | 245 | 225 |
| | Einsparung gegenüber Var. C in % | 42 % | 42 % | - | 58 % | 61 % |
| 2013/2014 | maschinelle Bearbeitung | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | "Handhacke intensiv" | 3 | 3 | 6 | 2 | 2 |
| | "nur großes Unkraut gezogen" | 1 | 1 | - | 2 | 2 |
| | Summe Handarbeitsaufwand in h | 295 | 295 | 520 | 248 | 281 |
| | Einsparung gegenüber Var. C in % | 43 % | 43 % | - | 52 % | 46 % |

Größere Unkrautpflanzen in der Pflanzreihe (ab ca. 5 cm) wurden sowohl von der Finger- als auch der Torsionshacke meist nur noch gelockert und nicht mehr vollständig herausgezogen. Etwas besser war der Effekt durch Kombination beider Werkzeuge (doppelte Hackwirkung). Folgt im Idealfall nach der Bearbeitung mehrere sehr trockene und warme Tage, so vertrockneten allerdings auch die nur leicht gelockerten Unkräuter recht schnell und wirkungsvoll.

Handarbeit zur Unkrautregulierung bleibt auch bei Optimierung der maschinellen Hacktechnik in den Pflanzreihen notwendig. Der Aufwand kann jedoch erheblich reduziert werden (Tabelle 20).

Im Einzelvergleich wirkten die Fingerhacken robuster als die Torsionshacken. Letztere mussten häufig nachgestellt werden, weil sich die Zinken immer wieder in ihrer Halterung verschoben und dann nur noch oberflächlich über den Boden strichen. Bei beiden Werkzeugen war ein Einsparung der manuellen Handarbeit gegenüber der Kontrolle von bis zu 43 % möglich (Tabelle 20).

Durch den kombinierten Einsatz von Finger- und Torsionshacken wurde im Vergleich zur Kontrolle eine Einsparung beim Handarbeitsaufwand von bis zu 58 % erzielt (Tabelle 20). Gegenüber der Einzelanwendung beider Werkzeugtypen konnte ein Arbeitsgang „Handhacke intensiv“ zusätzlich eingespart werden. Auch bei der verbleibenden Handarbeit war der Zeitaufwand zum Teil deutlich geringer, weil die Unkrautdichte geringer war.

Die integriert bewirtschafteten Parzellen (ohne Herbizideinsatz) benötigten den geringsten Handarbeitsaufwand. Gegenüber der Kontrolle konnte eine Einsparung bis zu 61 % erzielt werden (Tabelle 20). Ein Vorteil war hier offensichtlich der deutlich geringere Krankheitsbefall bei der Sorte 'Elsanta'. Dadurch konnten sich relativ schnell geschlossene und dichte Erdbeerbestände entwickeln, wodurch ein zusätzlicher unkrautunterdrückender Effekt entstand.

Mit der eingesetzten Hackgerätekombination ist eine hohe Schlagkraft möglich. Im Versuch wurden drei Reihen gleichzeitig mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 7 bis 10 km/h bearbeitet. Bei geeigneter Zugmaschine (z. B. großer Geräteträger) wäre auch ein breiterer Hackrahmen für die gleichzeitige Bearbeitung von bis zu 5 Reihen denkbar.

Sehr wichtig für den Einsatz des Hackrahmens ist bei der Pflanzung die exakte Einhaltung der Reihenabstände und vor Beginn der Bearbeitung die optimale Einstellung der Werkzeuge. Dadurch können maschinenbedingte Pflanzenausfälle minimiert werden. Die Erfahrungen im Versuch zeigten, dass schon bei geringen Differenzen im Reihenabstand (+/- 5 cm) ein Nachjustieren der Werkzeuge am Hackrahmen zwingend notwendig ist. Gerade junge Pflanzen (ca. 3 bis 4 Wochen

nach der Pflanzung) reagieren empfindlich auf zu nah bzw. zu tief eingestellte Hackelemente. Im Versuch 2012/2013 wurden bei den ersten beiden Durchfahrten (16 bzw. 27 Tage nach der Pflanzung) zusammen etwa 2 % der noch recht kleinen Erdbeerpflanzen durch die Finger- bzw. Torsionshacken mit herausgerissen. Bei gut entwickelten Beständen (etwa ab Mitte Juni) können die Werkzeuge dagegen problemlos sehr dicht an den Erdbeerwurzeln vorbeigeführt werden.

Auf stark verfestigten oder verkrusteten Böden ist die Wirkungsweise sowohl bei der Finger- als auch der Torsionshacke erheblich eingeschränkt. Dies zeigte sich im Versuch vor allem im zeitigen Frühjahr und nach extremen Witterungsschwankungen. Hier kann vor der Bearbeitung mit dem Hackrahmen eine zusätzliche Maßnahme zur Bodenlockerung notwendig werden. Geeignet dazu ist der Einsatz von Reihenfräsen.

8 Schlussfolgerungen

Die wirtschaftlich erfolgreiche Produktion von Erdbeeren unter ökologischen Anbaubedingungen bleibt eine große Herausforderung. Zur Erzielung hoher und stabiler Erträge mit guter Fruchtqualität ist bei dieser Fruchtart die konsequente Beseitigung des Unkrautbewuchses von entscheidender Bedeutung. Eine ausreichende und vor allem nachhaltige Wirkung ist hier nur durch intensive mechanische Regulierungsmaßnahmen möglich. Dabei können sehr hohe Arbeitskosten entstehen. Nach Einführung des Mindestlohns wird sich dieser Kostendruck noch weiter verschärfen.

Durch Optimierung von maschinellen Arbeitsgängen mittels spezieller Hackwerkzeuge, die auch innerhalb der Pflanzreihen sehr wirksam arbeiten, ist eine Senkung der manuellen Handarbeit gegenüber dem bisher üblichen Verfahren um ca. 50–60 % möglich. Dies kann zu einer spürbaren Kostensenkung beitragen. Für ein geeignetes Gerätesystem müssen Investitionen von bis zu 12.000 € kalkuliert werden. Dies zwingt zu einer sorgfältigen Planung der Produktionsstrategie (Langfristigkeit des geplanten Erdbeeranbaus, Flächengrößen, Einsatzerweiterung der Hacktechnik z. B. im Feldgemüseanbau).

Neben der Unkrautregulierung hat im ökologischen Anbau die sorgfältige Flächenauswahl unter Berücksichtigung eines geeigneten Vorfruchtanbaus einen entscheidenden Einfluss auf den Produktionserfolg. Bodenbürtige Krankheitserreger, wie *Phytophthora cactorum* oder *Verticillium* können die Bestandsentwicklung und Pflanzengesundheit erheblich beeinträchtigen.

Im Versuch erwies sich die Standardsorte 'Elsanta' auf Grund ihrer recht hohen Anfälligkeit als ungeeignet für den ökologischen Anbau. Mit den im Projektverlauf erzielten Ernteergebnissen konnte selbst bei einer im Vergleich zur bisherigen Praxis deutlichen Reduzierung des Handarbeitsaufwandes bei der Unkrautregulierung (mit Kombination Finger-/Torsionshacke in der Pflanzreihe bis 58 %) kein positives Betriebsergebnis erwirtschaftet werden.

Die Sorten 'Asia', 'Daroyal' und 'Rumba' erwiesen sich dagegen auf Grund ihrer deutlich geringeren Krankheitsanfälligkeit als wesentlich besser geeignet. Unter normalen Anbaubedingungen (ohne Wetterextreme wie im Versuchsablauf 2012/2013) können diese Sorten bei entsprechender Optimierung der Pflegemaßnahmen (u. a. Mechanisierung bei der Unkrautregulierung) durchaus eine Alternative für eine wirtschaftlich erfolgreiche ökologische Erdbeerproduktion darstellen.

Bei Zugrundelegung der im Projektverlauf durchgeführten Verfahrensabläufe zum ökologischen Erdbeeranbau (von Bodenvorbereitung über Pflanzung, Pflegemaßnahmen bis hin zur Ernte) war unter den Bedingungen der optimalen Variante zur Unkrautregulierung (Var. D, Kombination Finger-/Torsionshacke in Pflanzreihe) ein Ertrag von 98 dt/ha (unter den Versuchsbedingungen 2012/2013) bzw. 108 dt/ha (Versuchsbedingungen 2013/2014) notwendig, um bei einem kalkulierten Durchschnittserlös von 3,00 €/kg nach der Vollkostenrechnung die Gewinnzone zu erreichen. Diese Untergrenzen konnten im Versuch bei den Sorten 'Asia', 'Rumba' und 'Daroyal' deutlich überschritten werden.

Die alleinige mechanische Unkrautregulierung ist für IP-Betriebe keine Alternative. Die Verfahrenskosten wären unter Berücksichtigung der neuen Mindestlohnregelung und der für konventionelle Ware erzielbaren Erlöse immer noch so hoch,

dass selbst bei den im Versuch erreichten überdurchschnittlichen Ertragsleistungen (185–200 dt/ha) kaum Gewinn erzielt werden könnte. Als ergänzende Maßnahme zur Reduzierung des Herbizideinsatzes oder bei entstandenen Anwendungslücken ist sie jedoch durchaus eine Option (denkbar vor allem im Sommer bei trockenen Witterungs- und Bodenverhältnissen).

Literatur

Autorenkollektiv (2010): KTBL-Datensammlung Obst, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2. Auflage 2010, 115 S.

KOLBE, H. (2007): Leistungsvergleich von Hackgeräten, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Informationen für Praxis und Beratung im Ökologischen Landbau, 2. Auflage, 7 S.

Anhang

Tabelle 21: Boniturergebnisse zur Entwicklung der Unkrautbedeckung und Wuchsstärke, Versuch 2012/2013 (Mittelwerte aus 4 Wiederholungen (= 12 Boniturstellen, blau markiert: Bonitur vor Handhacke))

| Feldbereich | | Fahrgassen | | | | | Pflanzstreifen | | | | |
|----------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Variante | | Var. A | Var. B | Var. C | Var. D | Var. E | Var. A | Var. B | Var. C | Var. D | Var. E |
| Datum | | mittlere Unkrautbedeckung in % | | | | | mittlere Unkrautbedeckung in % | | | | |
| Versuch 2012/2013 | 18.05. | 25 | 33 | 26 | 29 | 25 | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 |
| | 21.05. | \ | \ | \ | \ | \ | 25 | 25 | 25 | 12 | 25 |
| | 29.05. | 30 | 21 | 24 | 30 | 22 | 14 | 12 | 15 | 27 | 15 |
| | 08.06. | \ | \ | \ | \ | \ | 20 | 20 | 40 | 40 | 20 |
| | 18.06. | 36 | 32 | 40 | 34 | 32 | 14 | 16 | 12 | 15 | 12 |
| | 25.06. | \ | \ | \ | \ | \ | 20 | 20 | 50 | 18 | 20 |
| | 29.06. | 45 | 40 | 37 | 45 | 38 | 27 | 28 | 10 | 18 | 25 |
| | 11.07. | \ | \ | \ | \ | \ | 40 | 40 | 45 | 22 | 30 |
| | 24.07. | 50 | 45 | 50 | 50 | 45 | 24 | 26 | 13 | 17 | 12 |
| | 16.08. | \ | \ | \ | \ | \ | 23 | 23 | 50 | 20 | 15 |
| | 29.08. | 42 | 38 | 44 | 40 | 38 | 26 | 24 | 15 | 20 | 18 |
| | 06.09. | \ | \ | \ | \ | \ | 35 | 35 | 30 | 27 | 23 |
| 24.09. | 24 | 25 | 30 | 24 | 26 | 16 | 14 | 12 | 10 | 10 | |
| 16.10. | 7 | 5 | 6 | 5 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 5 | |
| Erntejahr | 16.04. | 9 | 8 | 9 | 9 | 6 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 |
| | 14.05. | 13 | 15 | 13 | 15 | 15 | 15 | 13 | 15 | 13 | 13 |
| Datum | | mittlere Wuchsstärke (Boniturnote) | | | | | mittlere Wuchsstärke (Boniturnote) | | | | |
| Versuch 2012/2013 | 18.05. | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 2,0 |
| | 29.05. | 2,3 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,7 | 2,3 | 2,7 |
| | 18.06. | 3,7 | 3,3 | 3,7 | 3,3 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| | 29.06. | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 4,3 | 5,0 | 4,3 | 3,7 | 4,3 |
| | 24.07. | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 5,0 | 5,0 | 3,7 | 5,0 |
| | 29.08. | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,7 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | 24.09. | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| | 16.10. | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Erntejahr | 16.04. | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| | 14.05. | 1,7 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |

Tabelle 22: Boniturergebnisse zur Entwicklung der Unkrautbedeckung und Wuchsstärke, Versuch 2013/2014 (Mittelwerte aus 4 Wiederholungen (= 12 Boniturstellen, blau markiert: Bonitur vor Handhacke))

| Feldbereich | | Fahrgassen | | | | | Pflanzstreifen | | | | |
|----------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Variante | | Var. A | Var. B | Var. C | Var. D | Var. E | Var. A | Var. B | Var. C | Var. D | Var. E |
| Datum | | mittlere Unkrautbedeckung in % | | | | | mittlere Unkrautbedeckung in % | | | | |
| Versuch 2013/2014 | 13.06. | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 02.07. | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| | 22.07. | 20 | 25 | 25 | 24 | 22 | 23 | 23 | 50 | 23 | 23 |
| | 26.08. | 20 | 18 | 20 | 18 | 18 | 35 | 35 | 50 | 13 | 30 |
| | 04.10. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 25 | 25 | 60 | 15 | 25 |
| Erntejahr | 12.03. | 60 | 50 | 60 | 60 | 60 | 27 | 32 | 30 | 27 | 32 |
| | 19.04. | 15 | 12 | 13 | 15 | 17 | 12 | 12 | 12 | 8 | 8 |
| Datum | | mittlere Wuchsstärke (Boniturnote) | | | | | mittlere Wuchsstärke (Boniturnote) | | | | |
| Versuch 2013/2014 | 13.06. | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| | 02.07. | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 |
| | 22.07. | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 5,3 | 7,0 | 5,0 | 5,3 |
| | 26.08. | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 5,7 | 5,7 | 7,0 | 6,3 | 5,7 |
| | 04.10. | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Erntejahr | 12.03. | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| | 19.04. | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |

Tabelle 23: Bodenzustand und Witterungssituation zu den einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen, Versuch 2012/2013;

■ maschinelle Bearbeitung (Hackrahmen)
 ■ „Handhacke intensiv“
 ■ „nur großes Unkraut gezogen“

| Datum | Varianten | | | | | Wuchshöhe (cm) | Bodenzustand zur Bearbeitung | Witterung zur Bearbeitung | Witterung nach Bearbeitung |
|------------------------|-----------|---|---|---|---|----------------|--|--|---|
| | A | B | C | D | E | | | | |
| Pflanzjahr 2012 | | | | | | | | | |
| 18.05. | | | | | | 5 - 7 | leicht feucht bis trocken, locker | Tagesmittel 11,6 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | bis zur 1. Handmaßnahme (3 Tage später) trocken, kein Regen, deutlich wärmer, Tagesmittel Ø 21,7 °C |
| 21./22.05. | | | | | | | trocken, relativ locker bis gering verfestigt | warm, Tagesmittel 23 / 24 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | bis zur 2. Maschinenhacke (7 Tage später) trocken, kein Regen, warm, Tagesmittel Ø 18,4 °C |
| 29.05. | | | | | | 6 - 10 | trocken, relativ locker bis gering verfestigt | Tagesmittel 17,4 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 2 Tage später Regenperiode, bis zur 2. Handmaßnahme 5 Regentage, anfangs warm, 31.05. bis 06.06. deutlich abgekühlt, Tagesmittel Ø 14,6 °C |
| 08.06. | | | | | | | Boden durchfeuchtet, aber wieder gut begehbar, locker | Tagesmittel 20,6 °C, trocken, erhöhte Luftfeuchtigkeit, Pflanzen leicht feucht | 3 Tage später Nieselregen, bis zur 3. Handmaßnahme an 3 Tagen leichter Regen, insgesamt etwas kühler, Tagesmittel Ø 16,2 °C |
| 15.06. | | | | | | | Boden durchfeuchtet, noch gut begehbar, leicht verfestigt | Tagesmittel 17,6 °C, trocken, aber erhöhte Luftfeuchtigkeit, Pflanzen etwas feucht | 1 Tag später leichter Nieselregen, danach 2 Tage trocken (bis zur 3. Maschinenhacke), warm, Tagesmittel Ø 21,3 °C |
| 18.06. | | | | | | 10 - 15 | Boden relativ abgetrocknet, locker bis leicht verfestigt | warm, Tagesmittel 23,2 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 2 Tage später über 2 Tage mehrstündiger Regen, danach bis 3. Handmaßnahme 3 Tage trocken, warm, Tagesmittel Ø 19 °C |
| 25.06. | | | | | | | Boden feucht, relativ locker, noch gut begehbar | Tagesmittel 16,3 °C, trocken, Pflanzen teilweise noch leicht feucht | kurz nach Handhacke über 3-4 Stunden immer wieder leichter Nieselregen, 2 Tage später nochmal, zunehmend etwas wärmer, Tagesmittel Ø 20 °C |
| 29.06. | | | | | | 15 - 18 | Boden gut abgetrocknet, relativ locker | warm, Tagesmittel 26 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 1 Tag später Beginn einer stärkeren Regenperiode (über 8 Tage), warm, 2 Tage vor 4. Handmaßnahme trocken, Tagesmittel Ø 21,4 °C |
| 10./11.07. | | | | | | | Boden noch feucht, stellenweise auch nass, leicht verfestigt | warm, Tagesmittel 21 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | ab 1 Tag später Regen, an 5 nachfolgenden Tagen immer wieder Regenschauer, danach bis 5. Maschinenhacke 7 Tage trocken, warm, Tagesmittel Ø 18 °C |
| 24.07. | | | | | | 20 - 25 | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | warm, Tagesmittel 21,3 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 3 Tage trocken, dann 2 Tage mit Regenschauern, danach bis 5. Handmaßnahme überwiegend trocken (3 Tage gering bis sehr gering Nieselregen), Tagesmittel Ø 20 °C |
| 16./17.08. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker | warm, Tagesmittel 17 / 18 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 2 Tage trocken, danach über 7 Tage regnerisches Wetter, zum Teil starke Regenschauer, vor 6. Maschinenhacke 2 Tage trocken, warm, Tagesmittel Ø 22 °C |
| 29.08. | | | | | | 25 - 30 | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | warm, Tagesmittel 22 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 2 darauffolgende Tage mit Regenschauern, danach 5 Tage bis 6. Handmaßnahme trocken, zunehmend etwas kühler werdend, Tagesmittel Ø 16,5 °C |
| 06./07.09. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | Tagesmittel 14,5 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 3 Tage danach trocken, dann 2 Tage mit Regenschauern, 6 Tage trocken, 2 Tage mit Regenschauern, 2 Tage vor 7. Maschinenhacke trocken, kühler, Tagesmittel Ø 15 °C |
| 24.09. | | | | | | 30 - 32 | leicht feucht, gering verfestigt | Tagesmittel 15,4 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 3 Tage später Regen, danach bis Ende Oktober überwiegend trocken, nur vereinzelt kurz Nieselregen, Ende Oktober am 27.10. etwas stärkere Regenschauer |
| 25.09. | | | | | | | leicht feucht, gering verfestigt | Tagesmittel 16,7 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | - - Tagesmittel bis Ende Sept. Ø 15 °C, bis Ende Okt. Ø 10 °C |
| Erntejahr 2013 | | | | | | | | | |
| 17.04. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | Tagesmittel 17,1 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | bis 8. Handmaßnahme trocken, zunehmend wärmer, Tagesmittel Ø 14 °C |
| 23.04. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | etwas kühler, Tagesmittel 14,4 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 2 Tage trocken, danach innerhalb von 15 Tagen 7 Tage mit leichtem Nieselregen bis stärkere Regenschauer, 3 Tage vor letzter Maschinenhacke trocken, Tagesm. Ø 14 °C |
| 14.05. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | Tagesmittel 15,1 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | 3 Tage trocken, danach mehrere Tage mit kurzzeitig immer wieder leichten Niederschlägen, ab 26.05. bis 02.06. extreme Regenperiode, Tagesmittel Ø 20 °C |
| 17.05. | | | | | | | gut abgetrocknet, locker bis gering verfestigt | warm, Tagesmittel 21 °C, trocken, Pflanzenbestand gut abgetrocknet | ab Folgetag mehrere Tage mit kurzzeitig immer wieder leichten Niederschlägen, ab 26.05. bis 02.06. extreme Regenperiode, Tagesmittel bis E5 Ø 13 °C |

Tabelle 24: Bodenzustand und Witterungssituation zu den einzelnen Bearbeitungsmaßnahmen, Versuch 2013/2014

■ maschinelle Bearbeitung (Hackrahmen)
 ■ „Handhacke intensiv“
 ■ „nur großes Unkraut gezogen“
 ■ Bearbeitung mit Reihenfräse (Auflockerung des verkrusteten Bodens)

| Datum | Varianten | | | | | Wuchshöhe (cm) | Bodenzustand zur Bearbeitung | Witterung zur Bearbeitung | Witterung nach Bearbeitung |
|-----------------|-----------|---|---|---|---|----------------|--|--|---|
| | A | B | C | D | E | | | | |
| Pflanzjahr 2013 | | | | | | | | | |
| 17.06. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 5 - 7 | trocken, sehr fest, betonartig | warm, 21- 26 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 2 Tage trocken, dann Regenperiode 20.-29.06., teilw. sehr starker Regen, Fläche sehr durchnässt (nicht unter Wasser), dann bis 1. Handmaßnahme 4 Tage trocken, Ø 19 °C |
| 03./04.07. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | trocken, stark verkrustet, sehr fest, betonartig | warm, 20 - 25 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | bis zur 2. Maschinenhacke (6-7 Tage später) trocken, kein Regen, sehr warm, Ø 20 °C |
| 10.07. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 13 - 15 | leicht durchfeuchtet, weniger fest (1Tag vorher 10 mm Beregnung) | warm, 22 - 25 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | bis zur 2. Handmaßnahme (14 Tage später) trocken, kein Regen, mal etwas kühler (max. 18-22 °C), dann wieder warm, Tagesmittel Ø 20 °C |
| 24.07. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | leicht durchfeuchtet, relativ locker (1Tag vorher 10 mm Beregnung) | sehr warm, 24 - 31°C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | bis 3. Maschinenhacke (1Tag später) trocken, kein Regen, warm, Tagesmittel 23 °C |
| 25.07. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 15 - 20 | noch leicht feucht bis trocken, schon etwas fest | sehr warm, 25 - 27 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 3 Tage trocken, danach 2 Tage Regen (zusammen ca. 35 mm), bis 4. Maschinenhacke (18 Tage später) noch 3 Regentage (bis zu 10 mm/Tag), Tagesmittel Ø 23 °C |
| 12.08. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 17 - 22 | leicht feucht, etwas fest | 19 - 23 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 6 Tage trocken, bis 3. Handmaßnahme (eine Var., 4 Tage später) kein Regen, danach bis 5. Maschinenhacke am 7. Tag kurzzeitig sehr gering Nieselregen, Tagesm. Ø 17 °C |
| 16.08. | - | - | ■ | - | - | | trocken, etwas fest | warm, 20 - 25 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 2 Tage trocken, kein Regen, danach 1Tag kurz sehr gering Nieselregen, warm, Tagesmittel Ø 22 °C |
| 19.08. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 20 - 25 | leicht feucht, etwas fest | warm, 20 - 22 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | ca. 3-4 h nach Bearbeitung kurz sehr leichter Nieselregen, danach bis 4. Handmaßnahme (7-8 Tage später) trocken, kein Regen, Tagesmittel Ø 17 °C |
| 26./27.08. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | trocken, gering locker bis etwas fest | 16-22 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 6 Tage trocken, kein Regen, danach an 3 Tagen sehr gering Nieselregen, danach 1Tag vor 6. Maschinenhacke nochmal trocken, Tagesmittel 2 Tage Ø 17 °C, danach Ø 19 °C |
| 06.09. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 24 - 29 | leicht feucht, etwas fest | 19 - 26 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 2 Tage trocken, danach 1Tag ca. 22 mm Regen, danach einige Tage mit kurzzeitig schwachem Nieselregen, 4 Tage vor 7. Maschinenhacke trocken, Tagesm. Ø 13 °C |
| 01.10. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 26 - 30 | leicht feucht, etwas fest | kühl, 4 - 14 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 3 Tage trocken (bis 5. Handmaßnahme), kein Regen, kühl, Tagesmittel Ø 9 °C |
| 04.10. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | leicht feucht, etwas fest | kühl, 9 - 14 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 5 Tage trocken, danach 3 Tage etwas stärkerer Regen (ca. 5/13/16 mm), 3 Tage trocken, danach 2 Tage Nieselregen, danach weitgehend trocken, kühl, bis E10 Ø 12 °C |
| Erntejahr 2014 | | | | | | | | | |
| 13.03. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | leicht feucht bis abgetrocknet, noch etwas fest | Tagesmittel 8 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | nach 3 h Nieselregen (1h, 0,4 mm), 1Tag trocken, danach 2 Tag immer wieder Regen (zus. 5,0 mm), danach bis 9. Maschinenhacke (5 Tage) trocken, Tagesmittel Ø 10,7 °C |
| 26.03. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | leicht feucht bis abgetrocknet, relativ locker | Tagesmittel 17,2 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | direkt danach 3 Tage leichter Regen, danach 9 Tage (bis 6. Handmaßnahme) trocken, Tagesmittel Ø 8-9 °C, |
| 07./08.04. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | gut abgetrocknet, locker bis leicht fest | Tagesmittel 10/ 14 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | 1Tag trocken, kein Regen, danach 2 Tage leichter Nieselregen (zus. 3,5 mm), danach 3 Tage (bis 10. Maschinenhacke) trocken, kein Regen, Tagesmittel Ø 13,6 °C |
| 20.04. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | leicht feucht bis trocken, locker bis leicht fest | Tagesmittel 15 °C, trocken, Pflanzenbestand abgetrocknet | in den 10 Tagen danach an 6 Tagen immer wieder mal leichter bis mäßiger Regen bzw. Nieselregen, danach bis Ende April trocken, kein Regen, Tagesmittel (bis E4) Ø 12 °C |



Abbildung 62: Sorte 'Elsanta', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014



Abbildung 63: Sorte 'Daroyal', ökologischer Anbau, Versuch 2012/2013



Abbildung 64: Sorte 'Asia', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014



Abbildung 65: Sorte 'Rumba', ökologischer Anbau, Versuch 2013/2014

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Harald Rank, Dr. Gabriele Krieghoff
Abteilung Gartenbau/Referat Obst-, Gemüse- und Weinbau
Telefon: +49 351 2612-8116; -8107
Telefax: +49 351 2612-8299
E-Mail: harald.rank@smul.sachsen.de
E-Mail: gabriele.krieghoff@smul.sachsen.de

Redaktion:

Harald Rank

Redaktionsschluss:

31.03.2015

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.