

Verbesserung der Produktionssicherheit und Verlängerung des Angebotszeitraumes durch Anbau von Öko-Erdbeeren im Folientunnel

Improvement of the product reliability and extension the sales period by cultivation of organically grown strawberries in poly tunnels

FKZ: 06OE262

Projektnehmer:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Gartenbauzentrum Köln-Auweiler
Gartenstraße 11, 50765 Köln-Auweiler
Tel.: +49 221 5340-160
Fax: +49 221 5340-299
E-Mail: auweiler@lwk.nrw.de
Internet: <http://www.landwirtschaftskammer.de>

Autoren:

Klein, Daniela; Linnemannstöns, Ludger

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Projektnummer: 06OE262

**Verbesserung der Produktionssicherheit und Verlängerung des
Angebotszeitraumes durch Anbau von Öko-Erdbeeren im
Folientunnel**

Laufzeit: 01.08.2008 bis 31.01.2012

Berichtszeitraum: 01.12.2008 bis 31.01.2012

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	1
1.1	Planung und Verlauf des Projekts	3
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	5
2	Material und Methoden	7
2.1	Bedachungsversuche	7
2.1.1	Standort	7
2.1.2	Versuchsanlage	8
2.1.3	Versuchsdurchführung	10
2.1.4	Feldbonituren	11
2.2	Ernte und Lagerung	11
2.3	Laboruntersuchungen	11
2.4	Praxisbetriebe	12
2.4.1	Praxisbetrieb Nachtwey	12
2.4.2	Praxisbetrieb Bursch	12
2.5	Wirtschaftlichkeitsberechnung	13
2.6	Statistik	13
3	Ergebnisse - Einmaltragende Sorten	15
3.1	Pflanzengesundheit	15
3.1.1	Befall mit Blattläusen	15
3.1.2	Befall mit Verticilium-Welke	16
3.1.3	Frostereignis während der Blüte in 2010	16
3.2	Erträge	16
3.2.1	Einjähriger Bestand	16
3.2.2	Zweijähriger Bestand	20
3.2.3	Vergleich Frigopflanzen - Topfgrünpflanzen	22
3.3	Haltbarkeit der Früchte in der Lagerung	23
3.4	Fruchtqualität	26
3.5	Praxisbetriebe	30

3.6	Wirtschaftlichkeitsberechnung	31
3.7	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	35
4	Ergebnisse - Remontierende Sorten	37
4.1	Pflanzengesundheit	37
4.1.1	Befall mit Verticillium-Welke	37
4.2	Erträge	38
4.3	Haltbarkeit der Früchte in der Lagerung	40
4.4	Fruchtqualität	42
4.5	Praxisbetriebe	47
4.6	Wirtschaftlichkeitsberechnung	47
4.7	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	49
5	Zusammenfassung	51
6	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	53
7	Literaturverzeichnis	55
8	Veröffentlichungen	57

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Erdbeeren (*Fragaria x ananassa*) sind das beliebteste Beerenobst in Deutschland. Pro Kopf werden in Deutschland jährlich 2,5 kg konsumiert (ZMP 2007). Die heutige Erscheinungsform der Erdbeere gibt es erst seit dem 18. Jahrhundert. Sie entstand in Europa aus einer Kreuzung der beiden amerikanischen Erdbeerarten *Fragaria chiloensis* (Chile-Erdbeere) und *Fragaria virginiana* (Scharlacherdbeere) (WIKIPEDIA (2011): <http://de.wikipedia.org/wiki/Gartenerdbeere>, Stand: 22.02.2011). Heute stehen den Anbauern über 1000 Sorten zur Verfügung, wobei nur wenige den Anforderungen des Handels entsprechen. Die Vermehrung von Erdbeerpflanzen geschieht über Stecklinge. Die wesentlichen Angebotsformen sind Grünpflanzen (frische Pikierlinge) und Frigopflanzen (gekühlte Pikierlinge).

Erdbeeren haben einen außergewöhnlichen Geschmack und einen hohen Gehalt an Vitaminen (HANCOOK 1999). Frisch geerntete Früchte strahlen ein hohes Maß an Frische und Sinnlichkeit aus, was bei Konsumenten mit einer hohen Bereitschaft für hohe Preise entlohnt wird. Es gibt in Deutschland kaum ein Produkt, welches so sehr mit Saisonalität und Regionalität verbunden wird. Dies ist im ökologischen Anbau nicht anders als im konventionellen Anbau. Die Nachfrage nach heimischer Ware ist im ökologischen Anbau zurzeit größer als das Angebot. Die Grund hierfür ist vor allem in der fehlenden Möglichkeit der chemischen Bekämpfung von Krankheiten und Pilzen wie beispielsweise *Botrytis cinerea* zu finden, die viele konventionelle Gartenbaubetriebe davon abhalten, auf ökologischen Anbau umzustellen. Dieser Pilz tritt vor allem bei feuchter, warmer Witterung auf und kann zu Ertragsverlusten von bis zu 55 % führen (DAUGAARD 1999). Eine Möglichkeit, dieser Problematik zu begegnen, ist die Verwendung von Tunnelsystemen, da hier der natürliche Niederschlag unterbunden wird und so, bei richtiger Klimaführung, ein Befall der Früchte mit *Botrytis* nahezu ausgeschlossen ist. Im konventionellen Anbau wurden mit diesen Systemen gute Ergebnisse erzielt (XIAO et al. 2001, LINNEMANNSTÖNS 2007a). Neben dem phytosanitären Effekt ist bei guter Klimaführung eine Kulturverfrühung von zwei bis drei Wochen möglich, so dass der Angebotszeitraum verlängert werden kann (KADIR et al. 2006). Auch konnte unter diesen Bedingungen im konventionellen Anbau ein höherer Ertrag festgestellt werden (LINNEMANNSTÖNS 2004), was sich für den ökologischen Anbau mit dem vorliegenden Projekt bestätigt hat (KLEIN & LINNEMANNSTÖNS 2011).

Ziel dieses Projektes ist es daher, die Produktionssicherheit von ökologisch erzeugten Erdbeeren für die Produzenten zu erhöhen und den Angebotszeitraum durch den Anbau im Folientunnel zu verlängern.

Die Produktion von ökologisch erzeugten Erdbeeren findet bislang hauptsächlich im Freilandanbau statt. Dies birgt gerade im Hinblick auf Pilzerkrankungen an den Früchten Risiken, da im ökologischen Anbau keine chemisch-synthetischen Fungizide zugelassen sind, um solche Erkrankungen zu bekämpfen. Im konventionellen Anbau wird seit einiger Zeit der Anbau in Folientunneln durchgeführt, wodurch es zu einem geringeren Verbrauch an Pflanzenschutzmittel und zu einem höheren Ertrag gekommen ist.

- 1: Sind die erwarteten Verbesserungen in der Ertragssicherheit für den ökologischen Anbau, die Ertragsunterschiede und die Qualitätsverbesserungen so hoch, dass ein Tunnelanbau wirtschaftlich möglich ist?

Im ökologischen Erdbeeranbau werden häufig die gleichen Erdbeersorten angebaut wie im konventionellen Anbau. Nicht alle Sorten kommen jedoch mit den Bedingungen, die im ökologischen Anbau herrschen, zurecht.

- 2: Welche einmaltragenden und immertragenden (remontierenden) Erdbeersorten sind für den Tunnelanbau unter den Bedingungen des ökologischen Anbaus besonders geeignet?

Konventionelle Versuche haben gezeigt, dass Erdbeeren aus Folientunneln eine längere Haltbarkeit aufweisen als aus dem Freilandanbau. Dies ist vor allem auf trockenere Früchte und damit verbunden eine geringere Anfälligkeit gegenüber Pilzerkrankungen zurückzuführen.

- 3: Wie groß sind die qualitativen Unterschiede, insbesondere die Stabilität während der Ernte auch unter Praxisbedingungen und an verschiedenen Standorten.

Der Anbau von Erdbeeren im Folientunnel führte im konventionellen Anbau zu einem geringeren Krankheitsdruck, jedoch kann der Schädlingsdruck im Tunnel in den Sommermonaten bei den remontierenden Erdbeeren erheblich höher sein.

- 4: Wie ist der Krankheits- und Schädlingsdruck im Tunnel?

Im ökologischen Anbau ist die Verwendung von Nützlingen, Pflanzenstärkungsmitteln und einigen biologischen Pflanzenschutzmitteln zugelassen, so dass eine Kontrolle möglich ist.

- 5: Wie gut lässt sich unter Feldtunneln mit indirekten Maßnahmen und den für den Ökoanbau zugelassenen Hilfsmitteln der Krankheits- und Schädlingsdruck regulieren?

Zur Beantwortung der Versuchsfragen wurden in den Jahren 2009 bis 2011 Bedachungsversuche mit Erdbeeren im Folienhaus und unter einer Regenkappe im Vergleich zum Freiland durchgeführt. Neben der Erfassung der Ertragsstruktur wurden Erdbeerinhaltsstoffe analysiert und Haltbarkeitsversuche durchgeführt sowie Pflanzenstärkungsmittel getestet.

1.1 Planung und Verlauf des Projekts

Die Versuche wurden sowohl mit einmaltragenden Erdbeersorten (Tab. 1.1) als auch mit remontierenden Erdbeersorten durchgeführt (Tab. 1.2).

Tabelle 1.1: Übersicht der Versuche mit einmaltragenden Erdbeersorten

	Planung des Projekts	Ablauf des Projekts
August 2008 bis März 2009	Informationsrecherche zum Kulturverfahren ökologischer Erdbeeranbau.	Informationsrecherche zum Kulturverfahren ökologischer Erdbeeranbau.
August 2008	Versuchsanlage einmaltragende Erdbeeren	Versuchsanlage einmaltragende Erdbeeren
ab August 2008	Pflegemaßnahme, Nützlingsfreilassung, Beobachtung und Dokumentation von Krankheiten und Schädlingen	Pflegemaßnahme, Nützlingsfreilassung, Beobachtung und Dokumentation von Krankheiten und Schädlingen
Winter 2008/09	Übertunnelung der Versuchsvarianten	Übertunnelung der Versuchsvarianten
Mai/Juni 2009	Ernte einmaltragende Erdbeeren, Erfassung der Ertrags- und Qualitätsparameter, Beurteilung der durchgeführten Maßnahmen zum Pflanzenschutz	Ernte einmaltragende Erdbeeren, Erfassung der Ertrags- und Qualitätsparameter, Beurteilung der durchgeführten Maßnahmen zum Pflanzenschutz
Herbst 2009	Zwischenbericht einmaltragende Erdbeeren	Zwischenbericht einmaltragende Erdbeeren
2010	2. Versuchsjahr Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, allerdings sowohl mit 2-jährigen Pflanzen, wie mit einer Neupflanzung im August 2009	2. Versuchsjahr Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, allerdings sowohl mit 2-jährigen Pflanzen, wie mit einer Neupflanzung im August 2009
2011	3. Versuchsjahr Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, mit 2-jährigen Pflanzen aus 2009 und mit einer Neupflanzung in 2010	3. Versuchsjahr Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, Neupflanzung in 2010, statt 2-jährige Pflanzen Frigo-Kultur
Januar 2012	Abschlußbericht	Abschlußbericht

Tabelle 1.2: Übersicht der Versuche mit remontierenden Erdbeersorten

	Planung des Projekts	Ablauf des Projekts
März 2009	Versuchsanlage remontierende Erdbeeren incl. Übertunnelung	Versuchsanlage remontierende Erdbeeren incl. Übertunnelung
ab März 2009	Pflegemaßnahmen, Nützlingsfreilassung, Beobachtung und Dokumentation von Krankheiten und Schädlingen	Pflegemaßnahmen, Nützlingsfreilassung, Beobachtung und Dokumentation von Krankheiten und Schädlingen
Mitte Juli 2009 bis Oktober 2009	Ernte remontierender Erdbeeren, Datenerfassung	Ernte remontierender Erdbeeren, Datenerfassung
Winter 2009/10	Zwischenbericht remontierende Erdbeeren	Zwischenbericht remontierende Erdbeeren
2010	2. Versuchsjahr, je nach Entwicklung des Pflanzenbestandes mit einer Neuanlage oder mit 2 jährigen Pflanzen	2. Versuchsjahr, Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, mit einer Neuanlage
2011	3. Versuchsjahr, je nach Entwicklung des Pflanzenbestandes mit einer Neuanlage oder mit 2 jährigen Pflanzen	3. Versuchsjahr, Ablauf, entsprechend dem Vorjahr, mit einer Neuanlage
Januar 2012	Abschlußbericht	Abschlußbericht

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im konventionellen Erdbeeranbau finden Wander- oder Folientunnel schon seit über zehn Jahren Verwendung, so dass in diesem Bereich am Standort Köln-Auweiler entsprechende Erfahrung und damit verbunden Veröffentlichungen vorliegen (LINNEMANNSTÖNS 2004 2005 2007). Wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass die Verfrühungswirkung sicher eintritt und damit Erdbeeren im Rheinland in der 1. Maiwoche verfügbar sind. Ferner ist der Pflanzenschutz Aufwand reduziert, der Ertrag erhöht und die Qualität der Früchte wird aufgrund des fehlenden Regens und der Wärme im Tunnel verbessert. Dieses Verfahren hat sich in den letzten Jahren als wirtschaftlich herausgestellt und garantiert den Erdbeerproduzenten eine verlängerte Saison (LINNEMANNSTÖNS 2009).

Zur erdgebundenen Kultur im Sommer (Wartebeetpflanzen, remontierende Erdbeersorten) in Folienhäusern gibt es in Deutschland keine Erfahrungen, wobei dieses Verfahren auch für den ökologischen Anbau von Interesse sein könnte, da die Nachfrage von Konsumenten nach ökologisch erzeugten Erdbeeren in den Sommermonaten bis in den Herbst hinein steigt (Rückmeldung von Direktvermarktern und Naturkostläden). In den Benelux-Staaten liegen zu diesem Thema bereits Untersuchungen für den geschützten Anbau im Sommer in Substratkulturen und zum Teil auch für die erdgebundene Kultur vor (Proefcentrum Hoogstraaten, Onderzoek Aardbei, 2004), auf die aufgebaut werden kann. Vergleichende Untersuchungen zwischen Freiland und Bedachung bei remontierenden Erdbeeren im Boden liegen für Deutschland und die Benelux-Länder nicht vor. Erste positive Erfahrungen mit einem geschützten Anbau von remontierenden Bio-Erdbeeren gibt es allerdings in England von der Firma Haygrove, Herefordshire, die diese Art von Wandertunnel vertreibt und im eigenen Interesse Forschung betreibt.

Erste Untersuchungen zum ökologischen Anbau von Erdbeeren im Tunnel wurden unabhängig von diesem Projekt am Standort Köln-Auweiler getätigt (LINNEMANNSTÖNS 2007a) und zeigten, dass durch eine Übertunnelung deutliche Mehrerträge an vermarktbareren Erdbeeren erzielbar sind. Bislang konnten jedoch viele Fragen bzgl. des Nützlingseinsatzes, verschiedener Pflanzenschutzstrategien im Tunnel, deren Beikrautregulierung, Bewässerungsstrategien und Sortenfragen nicht hinreichend beantwortet werden. Ein Teil dieser Fragen soll mit Hilfe dieses Projekts bearbeitet und geklärt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Bedachungsversuche

2.1.1 Standort

Das Gartenbauzentrum der Landwirtschaftskammer NRW, Standort Köln-Auweier befindet sich in der Niederrheinischen Bucht nordwestlich von Köln, 46 m ü. NN. Auf den Flächen wurden in den Jahren 2009 bis 2011 Bedachungsversuche mit Erdbeersorten durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten auf einer nach Bioland-Richtlinien bewirtschafteten Fläche. Diese bestand aus einem sandig-schluffigen Lehm-Boden.

Klima und Witterung

Der Standort Köln-Auweiler befindet sich im maritimen Einflussbereich mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 10,5 - 11°C und einer jährlichen Niederschlagsmenge von 750 - 800 mm. Die für den Versuchszeitraum wichtigen Klimadaten werden im Folgenden kurz dargestellt.

Das erste Versuchsjahr 2009 kann für die einmaltragenden Sorten im Vergleich zu den beiden folgenden Jahren als durchschnittlich bezeichnet werden. Der Monat April war etwas zu warm, wohingegen der Mai und Juni bzgl. der Temperatur, der Sonnenstunden und des Regens durchschnittlich waren.

Das zweite Versuchsjahr 2010 war deutlich zu kalt. Der Monat April war zwar von der Temperatur aus betrachtet durchschnittlich, jedoch schien die Sonne zu selten. Außerdem gab es ein Frostereignis (-7°C Bodenfrost über Stroh, gemessen 20 cm über geschlossener Doppelabdeckung) während der Hauptblüteperiode im Tunnel und der beginnenden Blüte unter der Regenkappe und im Freiland. Da die Wettervorhersage Temperaturen von 1°C Lufttemperatur vorhergesagt hatte, wurde im Tunnel kein Vlies, im Freiland und unter der Regenkappe eine einfache Vliesabdeckung verwendet.

Das letzte Versuchsjahr 2011 war durch ein extrem sonniges und warmes Frühjahr gekennzeichnet. Die Sonnenscheinstunden in den Monaten März, April und Mai lagen deutlich über dem Durchschnitt (März: 204 h/ Ø 117 h; April: 229 h, Ø 168 h; Mai: 266 h, Ø 196 h; Angaben Flughafen Köln/Bonn). Die Temperatur war zwar nur im Monat April mit 3,6°C über dem Durchschnitt deutlich erhöht, aber die vielen Sonnenscheinstunden erhöhten die Temperatur im Folientunnel und

unter Abdeckvliesen eindeutig. Die Auswirkung war eine verfrühte Ernte in allen drei getesteten Systemen.

Für die remontierenden Sorten war das Versuchsjahr 2009 ebenfalls ein relatives Durchschnittsjahr. Die Monate Juni und August waren zum Teil sehr warm. Dabei stieg die Temperatur im offenen Tunnel auf über 35°C an, so dass die Pflanzen in Hitzestress gerieten. Dieser Effekt wurde im Freiland deutlich weniger beobachtet. In 2010 waren die Remontierer ebenfalls von dem zu kalten Frühjahr betroffen, so dass die Pflanzen im Folgenden kleiner waren und weniger Wurzelmasse aufwiesen als in anderen Jahren. Anschließend war der Juli sehr heiß (3°C über dem Durchschnitt), der August zu kalt (1°C unter dem Durchschnitt) und der September wieder zu warm (1°C über dem Durchschnitt). In 2011 wurde aufgrund des warmen Frühjahrs der gegenteilige Effekt beobachtet. Im Juni und August war es allerdings so nass und kalt, dass dies ebenfalls Auswirkungen vor allem auf die Früchte hatte. Unter der Regenkappe war es so feucht, dass der Nacherntepilz *Rhizopus stolonifer* auftrat. Dieser verschwand erst, als die Temperaturen im September wieder stiegen.

2.1.2 Versuchsanlage

Die Versuche wurden als zweifaktorielle Blockanlagen mit den Versuchsfaktoren Bedachung/Freiland (Großteilstück) und Sorte (Mittelteilstück) mit drei/vier Wiederholungen durchgeführt (Tab. 2.1 und Tab. 2.2).

Tabelle 2.1: Versuchsdesign der Bedachungsversuche, einmaltragende Erdbeersorten, 2009 bis 2011

Großteilstück	Bedachung/Freiland
Faktorstufen	geschlossener Tunnel Regenkappe Freiland
Mittelteilstück	Einmaltragende Sorten
Faktorstufen	Clery (2009-11) Elsanta (2009-11) Darselect (2009-11) Sonata (2009-11) Antea (2009) Malwina (2009) (2011 nur Frigos)
Versuchsanlage	2 - faktorielle Blockanlage, 3/4/8 Wiederholungen
Versuchsgröße	7 x 18 m
Parzellengröße	15 Pflanzen
Pflanzabstände	0,3 x 1 m

Tabelle 2.2: Versuchsdesign der Bedachnungsversuche, remontierende Erdbeersorten, 2009 bis 2011

Großteilstück	Bedachung/Freiland
Faktorstufen	offener Tunnel/Regenkappe Freiland
Mittelteilstück	Einmaltragende Sorten
Faktorstufen	Everest (2009-11) Evi 2 (2009-11) Albion (2009-11) Charlotte (2009) Sweet Eve (2009-11) Eve's Delight (2009)
Versuchsanlage	2 - faktorielle Blockanlage, 4/8 Wiederholungen
Versuchsgröße	7 x 18 m
Parzellengröße	15 Pflanzen
Pflanzabstände	0,3 x 1 m

Beschreibung Großteilstück

Bei den einmaltragenden Erdbeersorten wurde Mitte Februar die Folie auf die Tunnel gezogen. Der geschlossenen Folientunnel war somit rundherum abgeschlossen und wurde nur bei warmem Wetter gelüftet. Die Regenkappe bestand aus einem Folienhaus, welches vorne, hinten und an den Seiten offen war, so dass nur ein Regenschutz für die Pflanzen vorhanden war. Das Freiland wurde komplett mit einem Vogelschutznetz versehen, während die anderen Varianten an alle offenen Bereichen mit dem Vogelschutznetz ausgestattet wurden. Für die remontierenden Sorten wurden nur zwei Varianten (Tunnel/Regenkappe) und Freiland untersucht. Im ersten Versuchsjahr wurde die Tunnelvariante als offener Tunnel aufgestellt. Es stellte sich jedoch heraus, dass sich die Temperatur im Innenraum zu sehr erhitzte, wodurch die Pflanzen in Hitzestress gerieten. In den Folgejahren wurde daher eine Regenkappenvariante gewählt. In den ersten beiden Versuchsjahren wurde die Bedachung Anfang Juli aufgebaut, während in 2011 der Bestand Ende März erst als Tunnel überdacht und ab Mitte Mai, in eine Regenkappe umgewandelt wurde. Hintergrund hierfür war die Überprüfung des Wärmeeffekts eines Tunnels während der gesamten Wuchszeit der Pflanzen. Um die Früchte vor Vogelfraß zu schützen, wurden wie bei den einmaltragenden Sorten Vogelschutznetze angebracht.

Beschreibung Mittelteilstück

Im Versuchsjahr 2009 wurden insgesamt sechs Sorten (*Clery*, *Elsanta*, *Darselect*, *Sonata*, *Antea*, *Malwina*) angebaut. Die neue spätreife Sorte *Malwina* wurde mit in dieses Programm aufgenommen. In den folgenden Versuchsjahren wurden jeweils nur noch vier Sorten (*Clery*, *Elsanta*, *Dar-*

select, *Sonata*) ausgewählt, um eine größere Gewichtung auf die Haltbarkeitsversuche zu legen, da hier jeweils die Ware von zwei Parzellen benötigt wurde, um eine ausreichende Anzahl an Früchten zu haben. Alle verwendeten Pflanzen waren Topfgrünpflanzen. Durch eine zusätzliche Variante in 2011 mit Frigo-Pflanzen wurde neben den Sorten *Clery*, *Elsanta* und *Darselect* erneut die Sorte *Malwina* angebaut.

Bei den remontierenden Sorten wurden im ersten Versuchsjahr ebenfalls sechs Sorten (*Everest*, *Evi 2*, *Albion*, *Charlotte*, *Sweet Eve*, *Eve's Delight*) angebaut, um zu sehen, wie sich die Sorten im ökologischen Anbau verhalten, da zurzeit kaum remontierende Sorte angebaut werden. In den Folgejahren wurde auch hier eine stärkere Gewichtung auf die Haltbarkeitsversuche gelegt, wodurch die Anzahl der Sorten auf vier (*Everest*, *Evi 2*, *Charlotte*, *Sweet Eve*) reduziert wurde.

2.1.3 Versuchsdurchführung

Die Verfügbarkeit von ökologischem Erdbeerpflanzgut ist für die verwendeten Sorten in den benötigten Qualitäten nicht immer gegeben. Daher wurde konventionelles Pflanzgut verwendet, für das eine Ausnahmegenehmigung bei der Kontrollstelle ABCert eingeholt wurde. Für folgende Sorten wurde von dieser Regelung Gebrauch gemacht: einmaltragende Sorten (*Elsanta*, außer 2011), remontierende Sorten (*Everest*, *Evi 2*, *Albion*, *Charlotte*, *Sweet Eve*, *Eve's Delight*). Bei den remontierenden Sorten hat sich aufgrund der geringen Nachfrage bislang noch kein Vermehrter gefunden, der das Pflanzgut ökologisch produziert. Für alle übrigen Sorten (*Clery*, *Darselect*, *Elsanta* (2011), *Sonata*, *Antea*, *Malwina*) wurde ökologisch produziertes Pflanzgut verwendet.

Die einreihige Pflanzung erfolgte in vorgezogenen Dämmen, die mit Mulchfolie (0,5 mm) abgedeckt wurde. Die Pflanzen wurden in einem Abstand von 30 cm in der Reihe gesetzt. Zwischen den Reihen betrug der Abstand einen Meter. Die Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen erfolgte durch die Abdichtung mit einem Antiwurzeltuch (MyPex). Dies hat den Vorteil, dass das Tuch wasserdurchlässig ist, auflaufende Unkräuter jedoch unterdrückt werden. Auf diesem Tuch wurde vor der Ernte Stroh ausgebracht, damit die Erdbeeren sauber bleiben und nicht durch Erdspritzer ein zusätzlicher Infektionsdruck entsteht.

Die Ernte der Früchte der einmaltragenden Sorten erfolgte zwischen dem 30.04.2009 und dem 02.07.2009 (langer Zeitraum aufgrund der späten Sorte *Malwina*), dem 10.05.2010 und dem 02.07.2010 sowie zwischen dem 26.04.2011 und dem 04.07.2011 (langer Zeitraum aufgrund der späten Sorte *Malwina*). Eine wöchentliche Düngung der Pflanzen mit 3-5 kgN/ha über eine einreihige Tröpfenbewässerung erfolgte von Ende August bis Anfang Oktober bzw. von Ende März bis Ende der Ernte des jeweiligen Jahres.

Die Ernte der remontierenden Sorten erfolgte zwischen dem 21.07.2009 und dem 05.10.2009, dem 13.07.2010 und dem 23.09.2010 sowie zwischen dem 30.05.2011 und dem 26.09.2011. Eine

wöchentliche Düngung der Pflanzen über eine einreihige Tröpfenbewässerung erfolgte ab Pflanzung bis Ernteende.

Während der Saison wurden praxisübliche Pflegemaßnahmen wie das Entfernen von vertrockneten Blättern und Ausläufern bei Bedarf durchgeführt. Dies trat vor allem bei den remontierenden Erdbeersorten aufgrund der *Verticillium*-Erkrankung in den Versuchsjahren 2009-2011 auf, die ein regelmäßiges Entfernen der Blätter erforderte.

2.1.4 Feldbonituren

Während der Saison wurde der Pflanzenbestand regelmäßig kontrolliert und auf Pflanzenkrankheiten und Schädlinge hin untersucht. Die Pflanzenanzahl wurde einen Monat nach der Anpflanzung, zu Beginn des Winters, zu Blühbeginn und während der Ernte erfasst. Aufgrund der Erkrankung der remontierenden Erdbeersorten mit *Verticillium*-Welke wurde der Bestand während der Ernte mehrfach ausgezählt, um das Absterben der Pflanzen zu dokumentieren. Die Bonitur erfolgte je nach Befall pflanzen- oder parzellenweise. Alle in Köln-Auweiler durchgeführten Pflanzenstärkungsmittelversuche konnten aufgrund fehlender Symptome nicht ausgewertet werden. Daher wird auf eine weitere Darstellung verzichtet.

2.2 Ernte und Lagerung

Die Erdbeerernte erfolgte zweimal pro Woche, wobei das Fruchtgewicht pro Parzelle in Handelsklasse 1 (marktfähige Ware) und nicht marktfähige Ware unterschieden wurde. Zusätzlich wurde das Fruchtgewicht von 25 Früchten pro Erntetermin ermittelt, um das durchschnittliche Fruchtgewicht zu erfassen. Für die Untersuchungen des Nachernteverhaltens wurden 50 Erdbeerfrüchte pro Versuchsvariante und Wiederholung in einem schattigen Raum bei einer Temperatur von 20°C bis zu acht Tage aufbewahrt. Dabei wurden die Früchte der einmaltragenden Sorten alle zwei Tage und die Früchte der remontierenden Sorten täglich auf ihren Verfall hin begutachtet. Der schnelle Abbau der remontierenden Früchte machte eine tägliche Begutachtung notwendig. Ziel war es, eine möglichst hohe Anzahl an verdorbenen Früchten zu erhalten, um mögliche Unterschiede zwischen den Bedachungsvarianten und dem Freiland dokumentieren zu können.

2.3 Laboruntersuchungen

Die Laboruntersuchungen zur Bestimmung der Fruchtqualität wurden für jede Versuchsvariante einzeln durchgeführt. Hierfür wurden, wenn möglich, jeweils die zweite, dritte und fünfte Hauptpflücke verwendet. Im Labor wurden am Erntetag zunächst die Fruchtfestigkeit und die Frucht-

hautfestigkeit per Hand bonitiert. Anschließend wurden 500 g der Früchte 20 sec püriert. Von diesem Erdbeerbrei wurde mit einem Brix-Messgerät der Zuckergehalt in den Früchten bestimmt. Jeweils 100 g der übrigen Masse wurde in 2 Kautexflaschen gefüllt und bei -18°C für die Säurebestimmung tiefgefroren. Diese erfolgte zu einem späteren Zeitpunkt nach § 35 LMBG (1983). Für die Bestimmung wurden 5 g pürierter Erdbeermasse eingewogen und mit 100 ml aqua bidest versetzt. Die Titrationsflüssigkeit war 0,1 mol NaOH. Der Umschlag wurde bei pH 8,1 gemessen.

2.4 Praxisbetriebe

2.4.1 Praxisbetrieb Nachtwey

Der Biobetrieb von Johannes Nachtwey befindet sich am Rande der Niederrheinischen Bucht hin zur Voreifel in Wachtberg-Gelsdorf. Es handelt sich um einen klassischen Obstbaubetrieb mit Kernobst. Da der Betrieb, aufgrund mangelnder Wechselflächen, seit 2010 keine Erdbeeren mehr anbaut, wurden dort nur im Jahr 2009 Versuche durchgeführt. Es wurden einmaltragende Erdbeeren der Sorte *Clery* kultiviert. Erfahrungen mit dem Anbau von Erdbeeren in Folientunnel lagen nicht vor. Der Bestand war im Jahr 2009 bereits drei Jahre alt und wies einen erheblichen Krankheitsdruck auf. Es wurden einfache Bedachungsversuche mit einem geschlossenen Tunnel und einer Regenkappe im Vergleich zum Freiland durchgeführt. Hinzu kamen Pflanzenstärkungsmittelversuche gegen *Botrytis cinerea*.

2.4.2 Praxisbetrieb Bursch

Der Demeterbetrieb von Heinz Bursch befindet sich in der Niederrheinischen Bucht in Bornheim-Waldorf, im sogenannten Vorgebirge. Der Hof besitzt eine lange Tradition als biologisch wirtschaftender Betrieb. Hier werden 60 Obst- und Gemüsekulturen auf 45 ha und unter 7000 m² Folienhausfläche angebaut. Weitere Angaben finden sich unter www.biohof-bursch.de.

Der Betrieb wurde im Herbst 2009 als Praxisbetrieb gewonnen. Im Jahr 2010 fanden Bedachungsversuche mit einmaltragenden Sorten sowie Pflanzenstärkungsmittelversuche bei remontierenden Erdbeersorten und in 2011 Pflanzenstärkungsmittelversuche bei einmaltragenden Sorten statt. Der Anbau remontierender Sorten erfolgte aufgrund der Beratung der Landwirtschaftskammer NRW. Erfahrungen mit dem Anbau von Erdbeeren in Folientunnel lagen vor.

2.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden sowohl Daten aus dem KTBL-Buch Ökologischer Obstbau (ACHILLES 2005) als auch Daten, die im Gartenbauzentrum der Landwirtschaftskammer NRW in Köln-Auweiler gewonnen bzw. ermittelt wurden, verwendet. Gewonnene Daten des Gartenbauzentrums wurden, wenn möglich mit den KTBL-Daten verglichen.

2.6 Statistik

Die statistische Auswertung der Ergebnisse, die aus den Anbaudaten und der Inhaltsstoffanalytik gewonnen wurden, erfolgte mit Hilfe des SPSS-Statistikprogramm (Version 17.1). Für alle Datensätze wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt und anschließend ein multipler Mittelwertvergleich (Tukey-Test, $\alpha=0,05$) vorgenommen.

3 Ergebnisse - Einmaltragende Sorten

3.1 Pflanzengesundheit

Die einjährigen Pflanzenbestände waren in allen drei Versuchsjahren bis auf wenigen Ausfälle gesund. Auch traten typische Krankheiten wie Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) oder Echter Mehltau (*Sphaerotheca macularis*) erst zum Ende der Ernte auf. Daher konnten Pflanzenstärkungsmittelversuche gegen Grauschimmel und Echten Mehltau aufgrund fehlender Symptome nicht ausgewertet werden. Der Befall mit Spinnmilben wurde mittels Nützlingen (*Amblyseius californicus* und *Phytoseiulus persemilis*) bis nach der Ernte kontrolliert.

Im zweijährigen Bestand in 2010 traten neben den genannten Erkrankungen Weichhautmilben (*Stenotarsonemus pallidus*) und Verticillium-Welke (Kap. 3.1.2) auf. Aufgrund des Befalls der Pflanzen mit Weichhautmilben und deren Übertragbarkeit durch Pflückkräfte wurde auf einen zweijährigen Bestand in 2011 zugunsten der Pflanzenhygiene verzichtet und stattdessen ein Versuchsfeld mit Frigo-Jungpflanzen bepflanzt.

3.1.1 Befall mit Blattläusen

Blattläuse traten in den Versuchsjahren 2010 und 2011 in den Beständen auf.

In 2010 wurden im einjährigen Bestand Nester mit Blattläusen gefunden und mit Neudosan Neu von Neudorff behandelt. Anschließend wurden Nützlinge (verschiedene Arten von Schlupfwespen) ausgebracht. Weitere nennenswerte Erkrankungen wurden nicht festgestellt. Im zweijährigen Bestand trat kaum Befall mit Blattläusen auf. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Vorjahr war der Altbestand mit Neudosan Neu bereits im Herbst behandelt worden. Dies zeigte eine gute Wirkung in Folgejahr, so dass erst Anfang Juni erste Blattläuse beobachtet wurden.

In 2011 traten, bedingt durch das sehr warme Frühjahr, bereits im März Blattläuse im geschlossenen Tunnel auf, obwohl im Herbst eine Behandlung des Bestandes mit Neudosan Neu durchgeführt wurde. Mit Hilfe zweier weiterer Neudosan Neu Behandlungen, dem Einsatz des Nützlingsmix Fresa Protect der Firma Viridaxis (ausschließlich im Tunnel) und des natürlichen Zuflugs von Marienkäfern konnten trotz des heißen Frühjahrs die Blattläuse so weit eingedämmt werden, dass keine Verschmutzung der Früchte auftrat. Der Marienkäferbeflug betraf sowohl den geschützten wie den ungeschützten Bestand.

3.1.2 Befall mit *Verticillium*-Welke

Vereinzelt traten im einjährigen Bestand Welkeerscheinungen durch *Verticillium*-Welke (*Verticillium dahliae*) auf. Die Sklerotien des Pilzes wurde mittels Bodenanalysen in den Jahren 2010 und 2011 im Boden nachgewiesen, wobei der Befall als gering einzustufen war. Im zweijährigen Bestand in 2010 hingegen traten Pflanzenausfälle von 3-5 % auf.

3.1.3 Frostereignis während der Blüte in 2010

Im Versuchsjahr 2010 gab es ein Frostereignis (-7°C Bodenfrost über Stroh, gemessen 20 cm über geschlossener Doppelabdeckung) während der Hauptblüteperiode im Tunnel und der beginnenden Blüte unter der Regenkappe und im Freiland. Da die Wettervorhersage Temperaturen von 1°C Lufttemperatur vorhergesagt hatte, wurde im Tunnel kein Vlies verwendet, im Freiland und unter der Regenkappe eine einfache Vliesabdeckung.

Das Ereignis führte zu Blütenverlusten im Freiland sowie im Tunnel des einjährigen und zweijährigen Bestandes, nicht aber unter der Regenkappe im einjährigen Bestand. Vermutlich waren die Bodentemperaturen unter der Regenkappe höher, so dass es zu keinen Blütenverlusten kam.

Im einjährigen Bestand waren im Tunnel hauptsächlich die äußeren Randreihen betroffen, während im Freiland ca. 14 % der offenen Blüten der Sorte *Clery*, 7 % der Sorte *Elsanta* und 17 % der Sorte *Darselect* erfroren waren. Lediglich die Sorte *Sonata* war hierbei nicht betroffen. Im zweijährigen Bestand, waren im Tunnel besonders die beiden äußeren der sieben Reihen betroffen und hier vor allem die Sorten *Clery* und *Darselect*. Im Freiland wurden bis zu 30 % erfrorene Blüten bei den Sorten *Clery* und *Darselect* festgestellt, während die Sorten *Elsanta* (10 %) und *Sonata* (1 %) weniger Ausfälle zeigten. Die Gründe sind zum einen im unterschiedlichen Blühbeginn der Sorten und zum anderen im etwas früheren Blühbeginn eines zweijährigen Bestands im Vergleich zu einem einjährigen Bestand zu finden.

3.2 Erträge

3.2.1 Einjähriger Bestand

Im Versuchsjahr 2009 erfolgte die Erdbeerernte im geschlossenen Tunnel im Vergleich zur Ernte unter der Regenkappe bzw. im Freiland zwei bis zweieinhalb Wochen früher (1. Mai vgl. mit 15./18. Mai). Im Jahr 2010 führten das kalte Frühjahr und das unter Punkt 3.1.3 beschriebene Frostereignis zu einer Verzögerung der Ausreife der Früchte. Somit erfolgte die Ernte im Tunnel ab dem 10. Mai, unter der Regenkappe ab dem 27. Mai und im Freiland erst ab dem 6. Juni. Das letzte Versuchsjahr 2011 war durch ein extrem sonniges und warmes Frühjahr gekennzeichnet

(vgl. Kap. 2.1.1). Dadurch kam es zu einer um ca. 6 Tage verfrühten Ernte im geschlossenen Tunnel (Beginn: 26.04.) und einer um ca. 10 Tage verfrühten Ernte im Freiland (Beginn: 09.05.). Die Ernte unter der Regenkappe war im Vergleich zu durchschnittlichen Jahren ebenfalls um ca. 10 Tage verfrüht (Beginn: 05.05.). Da die drei Versuchsjahre aufgrund ihrer Witterungsbedingungen und den damit verbundenen Schwankungen im Ertragspotenzial sehr stark variierten, werden die Ergebnisse pro Versuchsjahr dargestellt.

Aufgrund der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte im Jahr 2009 wurden nur Signifikanzen für den marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag angegeben (Abb. 3.1). Die signifikanten Wechselwirkungen für den nicht marktfähigen Ertrag können mit den hohen Verlusten durch Kleinfruchtigkeit bei der Sorte *Elsanta* unter der Regenkappe erklärt werden.

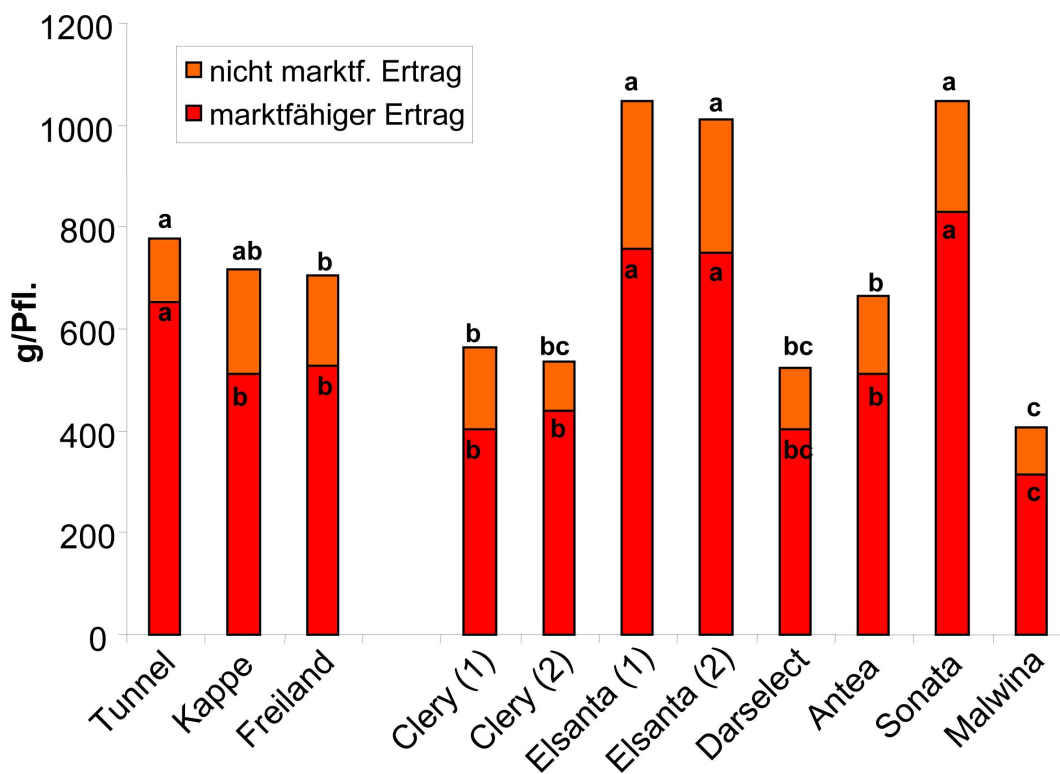


Abbildung 3.1: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag (g/Pfl.), 2009.

Aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den Parametern Bedachungssystem und Sorte können nur für die marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag Signifikanzen angegeben werden, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

Mit 651 g marktfähige Ware unterschied sich der Ertrag im geschlossenen Tunnel signifikant von den Erträgen unter der Regenkappe (513 g) bzw. im Freiland (526 g). Die Verluste waren im geschlossenen Tunnel (128 g) am geringsten und unter der Regenkappe (202 g) am höchsten.

Bedingt durch diesen Sachverhalt unterschied sich der Gesamtertrag im geschlossenen Tunnel (779 g) nur signifikant vom Gesamtertrag im Freiland (707 g) und nicht vom Gesamtertrag unter der Regenkappe (715 g).

Die Ertragsunterschiede zwischen den Sorten waren mit denen im konventionellen Anbau vergleichbar (LINNEMANNSTÖNS 2009). Die ertragsstarken Sorten *Elsanta* und *Sonata* hatten Gesamterträge von über 1000 g pro Pflanze und ihre marktfähigen Erträge lagen über 750 g (Abb. 3.1). Die Sorten *Clery*, *Darselect* und *Antea* wiesen Gesamterträge zwischen 520 und 660 g pro Pflanze und marktfähige Erträge zwischen 400 und 500 g pro Pflanze auf, während die neue sehr spätreife Sorte *Malwina* lediglich 400 g Gesamtertrag und 310 g marktfähigen Ertrag erbrachte.

Zugunsten der Haltbarkeitstests in der Lagerung wurde die Anzahl der Sorten in den Jahren 2010 und 2011 auf vier reduziert, da hierdurch ein größerer Stichprobenumfang und damit mehr Ware pro Sorte zur Verfügung stand.

Aufgrund einer falschen Lieferung im Jahr 2010 war die Sorte *Clery* im geschlossenen Tunnel nicht vertreten, so dass die Ergebnisse einfaktoriell ausgewertet wurden. Tendenziell wurden die Ergebnisse aus 2009 für die vier untersuchten Sorten *Clery*, *Elsanta*, *Darselect* und *Sonata* im Versuchsjahr 2010 bestätigt, wobei durch das kalte Frühjahr und den Frost die Erträge im Jahr 2010 geringer waren (vgl. Abb. 3.1 und Tab. 3.1). Im geschlossenen Tunnel wurden zumindest für die Sorte *Elsanta* höhere signifikante Erträge nachgewiesen. Bei den Sorten *Darselect* und *Sonata* gab es keine Unterschiede zwischen den Bedachungsverfahren und dem Freiland. Bei der Sorte *Clery*, die im geschlossenen Tunnel nicht vertreten war, traten die genannten Frostaussfälle besonders hervor. Die Blütenausfälle war im Freiland so groß, dass hier ein signifikant geringerer Ertrag im Vergleich zur Regenkappe festgestellt wurde (betrifft sowohl marktfähigen Ertrag wie auch Gesamtertrag). Die hohen Verluste durch Kleinfruchtigkeit bei der Sorte *Elsanta* wurden auch im Versuchsjahr 2010 festgestellt, wobei in 2010 die Ausfälle im geschlossenen Tunnel und im Freiland höher waren als im Jahr 2009.

Das Versuchsjahr 2011 war bzgl. der Temperaturen vollkommen konträr im Vergleich zum Versuchsjahr 2010. 30 bis 40 % mehr Sonnenstunden im März, April und Mai sowie 3,6°C über dem Durchschnitt im April führten bei den Pflanzen im geschlossenen Tunnel zu Hitzestresserscheinungen, was sich u.a. in einem verminderten Ertrag widerspiegelte (Tab. 3.1). Dies traf vor allem auf die Sorte *Clery* zu, deren Topfgrünpflanzen im August 2010 von nicht optimaler Qualität waren und die sich im Freiland am ertragreichsten zeigten. Bei den drei übrigen Sorten, die eine gute Jungpflanzenentwicklung hatten, zeigte sich die positive Wirkung der Regenkappe, wo sowohl der marktfähige als auch der Gesamtertrag der Sorten zum Teil signifikant, zum Teil tendenziell am höchsten war. Die ertragsstarken Sorten *Elsanta* und *Sonata* wiesen den höchsten marktfähigen Ertrag und Gesamtertrag auf. Die Sorte *Darselect* hatte einen guten Ertrag, während die Sorte *Clery*

Tabelle 3.1: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag (g/Pfl.), 2010/2011.

Marktf. Ertrag	2010 ²				2011			
	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		469 a	298 b	384	319 a	446 b	501 b	422 A
Elsanta	709 a	456 b	460 b	541	555 a	735 a	655 a	649 B
Darselect	369 a	443 a	376 a	396	461 a	643 b	477 a	498 A
Sonata	479 a	497 a	479 a	485	673 a	817 a	598 a	696 B
Mittelwert	519	466	403		478 A	637 B	554 A	
Nicht m. Ertrag ¹	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		151 a	173 a	162	74 a	63 a	73 a	70
Elsanta	341 b	453 a	395 ab	396	224 a	247 a	191 a	222
Darselect	150 a	162 a	170 a	161	90 ab	72 a	117 b	96
Sonata	173 a	215 a	148 a	179	91 a	86 a	74 a	84
Mittelwert	221	245	221		124	132	117	
Gesamtertrag	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		620 a	471 b	545	393 a	509 ab	574 b	492 A
Elsanta	1050 a	909 b	854 b	938	780 a	983 a	846 a	871 B
Darselect	519 a	606 a	546 a	557	551 a	715 b	594 a	595 A
Sonata	652 a	712 a	626 a	663	764 a	903 a	672 a	780 B
Mittelwert	740	712	624		602 A	769 B	671 A	

Unterschiedliche Großbuchstaben in den Spalten kennzeichnen Sorten mit signifikantem Unterschied, unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachungssystemen innerhalb einer Sorte (Tukey-Test, $\alpha=0,05$).

¹ Im Jahr 2010/2011 gab es signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte für den nicht marktfähigen Ertrag.

² Im Jahr 2010 wurde eine falsche Sorte im geschlossenen Tunnel angebaut, so dass keine Ergebnisse präsentiert werden können. Die statistische Auswertung erfolgt einfaktoriell.

aufgrund des beschriebenen Sachverhalts einen im Vergleich etwas zu niedrigen Ertrag aufwies. Auffallend war der geringe Anteil an Verlustware mit Ausnahme der Sorte *Elsanta* (Tab. 3.1). Hier führten abermals die Kleinfruchtigkeit und weiche Früchte zu den großen Ausfällen von über 25 %. Sortenbedingt traten auch hier Schwankungen innerhalb der Bedachungssysteme bzw. dem Freiland auf, jedoch waren die Verluste unter der Regenkappe im Durchschnitt (Ausnahme *Elsanta*) am geringsten.

Das Ertragsjahr 2011 war gekennzeichnet durch ein sehr warmes Frühjahr, was im geschlossenen Tunnel zu Ertragsseinbußen führte. Die Regenkappe schnitt wie im Frostjahr 2010 sehr positiv ab. Aus den Ergebnissen der drei Versuchsjahre lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Anbau von Öko-Erdbeeren in Folientunneln zu befürworten ist. Auch der Anbau von Erdbeeren unter einer Regenkappe hat sich in zwei von drei Versuchsjahren als positiv herausgestellt, was u.a. auf dessen Regen- und Frostschutzwirkung zurückzuführen ist.

3.2.2 Zweijähriger Bestand

Der zweijährige Bestand war im Jahr 2010 vom Erntebeginn und Ertragsverlauf vergleichbar mit dem einjährigen Bestand. Auffallend waren jedoch die Schwankungen zwischen den einzelnen Wiederholungen. Dies ist unter anderem auf einen Weichhautmilbenbefall zurückzuführen, der zu Beginn nicht einheitlich über den Bestand verteilt war und sich im Laufe der Ernte immer weiter ausbreitete. Hinzu kommen einzelne Kümmerpflanzen durch den Befall mit *Verticillium*-Welke. Das Frostereignis (vgl. Kap. 3.1.3) führte im zweijährigen Bestand gerade im Freiland zu erheblichen Blütenausfällen. Besonders betroffen waren die Sorten *Clery* und *Darselect*.

Aufgrund der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte wurden die Sorten für den nicht marktfähigen Ertrag einzeln je nach Bedachungssystem ausgewertet (Tab. 3.2). Der marktfähige Ertrag war im Tunnelanbau (525 g) doppelt so hoch wie im Freiland (277 g). Bei der Sorte *Darselect* war der Ertrag im Tunnel sogar um das anderthalbfache höher als im Freiland. Die zum Teil hohen Ausfälle sind auf die Kleinfruchtigkeit bei der Sorte *Elsanta*, viele weiche Früchte bei allen Sorten und durch Weichhautmilben deformierte Früchte zurückzuführen.

Ein erfolgreicher zweijähriger Anbau ist sehr von der Sauberkeit des Bestandes und von einem möglichen Krankheits- und Schädlingsdruck anhängig. Blattläuse sollten im Herbst behandelt werden. Sind Weichhautmilben und Erdbeerblütenstecher vorhanden, so besteht die Gefahr von erheblichen Ausfällen trotz zum Teil sehr hoher Erträge. Der Anteil an nicht marktfähiger Ware steigt in jeden Fall an.

Tabelle 3.2: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag (g/Pfl.), zweijähriger Bestand, 2010.

marktf. Ertrag	Tunnel	Freiland	Mittelwert
Clery	384 a	191 b	288 C
Elsanta	550 a	332 b	441 B
Darselect	513 a	199 b	356 BC
Sonata	847 a	440 b	643 A
Mittelwert	525 A	277 B	
nicht marktf. Ertrag¹	Tunnel	Freiland	Mittelwert
Clery	278 a	213 b	246
Elsanta	355 a	339 a	347
Darselect	303 a	140 b	222
Sonata	373 a	455 a	414
Mittelwert	323	282	
Gesamtertrag	Tunnel	Freiland	Mittelwert
Clery	663 a	405 b	534 C
Elsanta	906 a	671 b	788 B
Darselect	817 a	339 b	578 C
Sonata	1219 a	895 a	1057 A
Mittelwert	848 A	560 B	

Unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Faktoren mit signifikantem Unterschied, unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachungssystemen innerhalb einer Sorte, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$).

¹ Es wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte für den nicht marktfähigen Ertrag festgestellt.

3.2.3 Vergleich Frigopflanzen - Topfgrünpflanzen

Dieser Versuch wurde in 2011 anstatt des zweijährigen Bestandes durchgeführt. Ein Vergleich zwischen beiden Jungpflanzenverfahren ist für Praktiker von großem Interesse, da ökologisch erzeugte Frigo-Pflanzen bedeutend günstiger sind als ökologisch erzeugte Topfgrünpflanzen, jedoch mit dem Pflanztermin 10. Juni die zu bestückenden Flächen zwei Monate vor einer Topfgrünpflanzung belegt werden.

Die Ernte der Früchte beider Verfahren begann am 09.05.2011 und endete am 09.06.2011, jedoch war die Erntemitte beim Frigopflanzen(F)-Verfahren bei allen drei Sorten im Vergleich zum Topfgrünpflanzen(T)-Verfahren um durchschnittlich zwei Tage nach hinten verschoben (Abb. 3.2). Auch zeigte sich, dass die Erntemengen des T-Verfahren in der Anfangsphase schneller anstiegen, während im F-Verfahren zum Ende hin im Vergleich ein höheres Ernteaufkommen zu verzeichnen war.

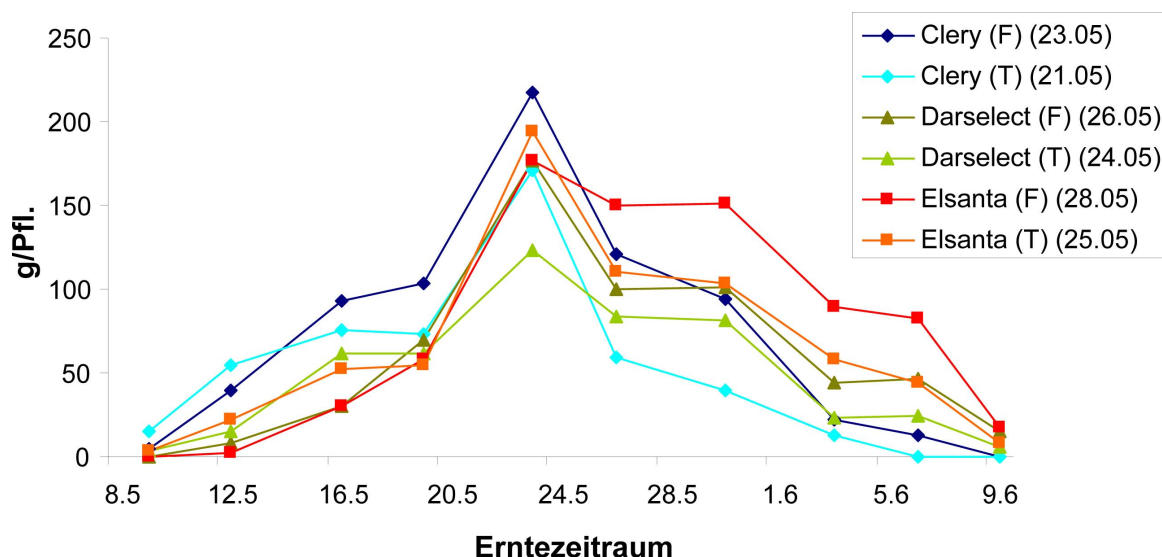


Abbildung 3.2: Erntemengen der jeweiligen Sorten beider Verfahren (Topfgrünpflanzen (T) und Frigo-Pflanzen (F)) vom 08.05.2011 bis 09.06.2011

Das F-Verfahren führte in Bezug auf den marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag zu einem Mehrertrag von 25 % und unterschied sich damit signifikant vom T-Verfahren (Abb. 3.3). Während im T-Verfahren pro Pflanze 670 g Gesamtertrag geerntet wurden, lag im F-Verfahren schon der marktfähige Ertrag mit 687 g pro Pflanze über diesem Wert und der Gesamtertrag war mit 839 g pro Pflanze deutlich darüber. Die ertragsstarke Sorte *Elsanta* hatte dabei den höchsten Ertrag und unterschied sich signifikant von den Sorten *Clery* und *Darselect*, hatte mit 22 % aber einen relativ hohen Anteil an nicht marktfähiger Ware (Abb. 3.3). Geschmacklich waren die Früchte aus dem

F-Verfahren zu Beginn nicht so ansprechend wie im T-Verfahren (Beobachtung der Versuchsanstellerin). Ab Erntemitte schmeckten die Früchte sehr gut.

Sollte die Möglichkeit des Frigo-Verfahrens mit einer Pflanzung am 10 Juni im Betrieb bestehen, ist dies in Bezug auf Ertrag und Kosteneinsparung beim Jungpflanzenkauf eine echte Alternative zum Topfgrünpflanzen-Verfahren.

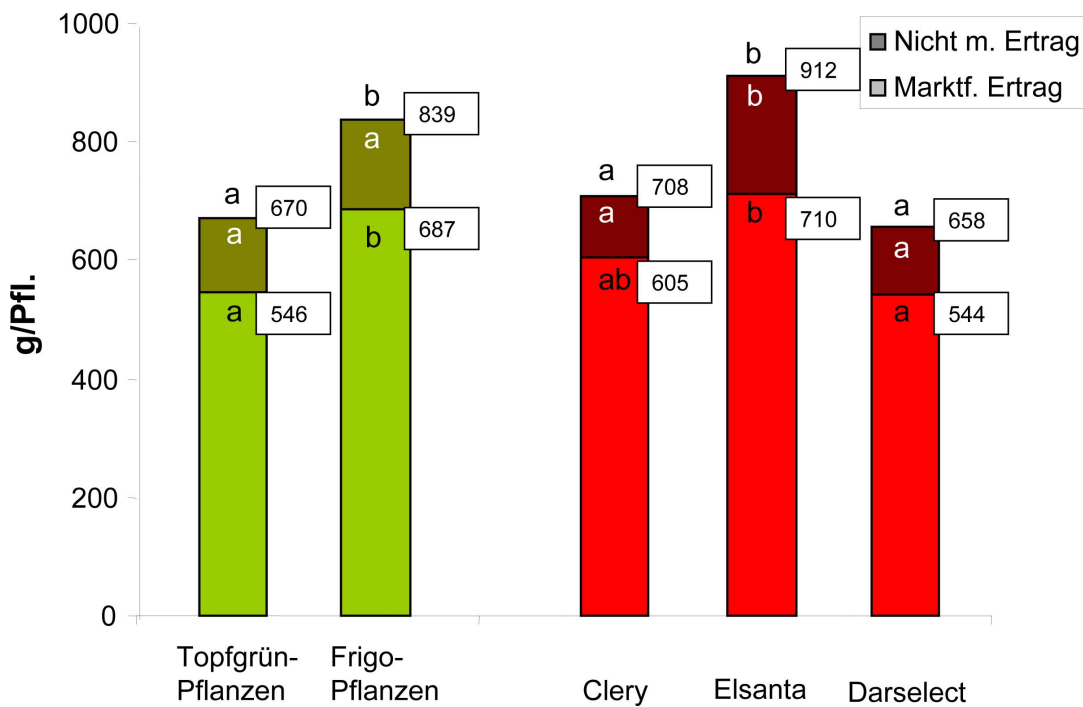


Abbildung 3.3: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag und den Gesamtertrag (g/Pfl.), 2011. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Faktoren mit signifikantem Unterschied, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

3.3 Haltbarkeit der Früchte in der Lagerung

Während im Jahr 2009 signifikante Unterschiede in der Lagerung zwischen den Bedachungssystemen auftraten (Abb. 3.4), wurden in den Jahren 2010 und 2011 keine Unterschiede festgestellt (Abb. 3.5). Dies ist zum einen mit einem strengeren Bewertungssystem in 2010 und 2011 verbunden, zum anderen zeigen sich in jedem Jahr jahresbedingte Schwankungen, die besonders in den Jahren 2010 und 2011 zum tragen kamen. Das durchschnittliche Frühjahr 2009, in dem Regen und Kälte sowie Sonne und Wärme auftraten, führte zu einer Ausdifferenzierung der Vorteile der Bedachung im Vergleich zum Freiland. In den Jahren 2010 und 2011 waren diese Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsfaktoren durch die kalten Bedingungen in 2010 und die warmen

Bedingungen 2011 bedeutend enger, so dass die Ausdifferenzierung aus dem Jahr 2009 nicht wiederholt werden konnte. Hinzu kommen andere Erträge in den Jahren 2010 und 2011, die zu einem veränderten Blatt/Frucht-Verhältnis und damit zu anderem Lagerungsverhalten führen kann.

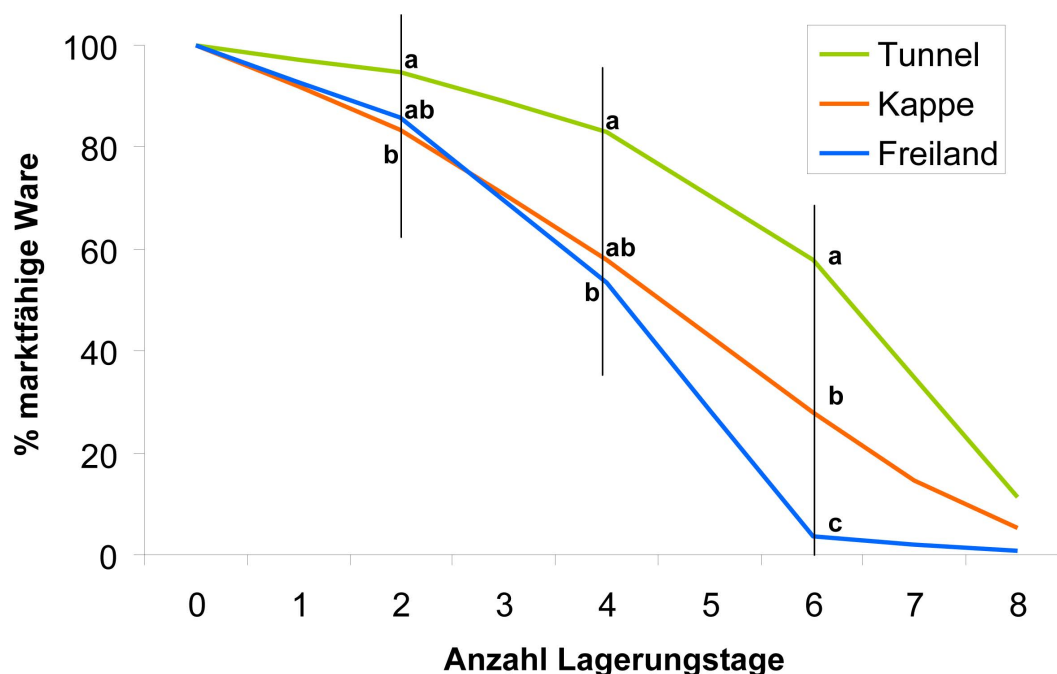


Abbildung 3.4: Einfluss der Lagerung auf den Anteil an marktfähiger Ware (Hkl 1) bei der Sorte *Clery*, gemittelt über drei Erntetermine, 2009.

Unterschiedliche Buchstaben an den Lagerungstagen kennzeichnen Bedachungssysteme mit signifikantem Unterschied, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

In allen drei Versuchsjahren hatte die Sorte *Clery* die stabilsten Früchte über die Lagerungszeit (nicht dargestellt). Die Sorten *Elsanta* und *Darselect* (nur 2010 und 2011 gelagert) verdarben schneller. Im Jahr 2010 und 2011 wurde der Anteil nicht marktfähiger Ware weiter differenziert und es wurde der Anteil an verdorbenen Früchten mit Schimmelbildung und faulen Früchten protokolliert. Hierbei zeigte sich in 2010 über alle drei Sorten hinweg der größte Anteil an verdorbenen Früchten im Freiland (15 %), während der Anteil unter der Regenkappe bei 6 % bzw. im Tunnel bei 3 % lag (Abb. 3.5). In 2011 wurden hier keine Unterschiede festgestellt, was auf das warme Wetter und den fehlenden Regen zurückgeführt werden konnte (Abbildung nicht dargestellt).

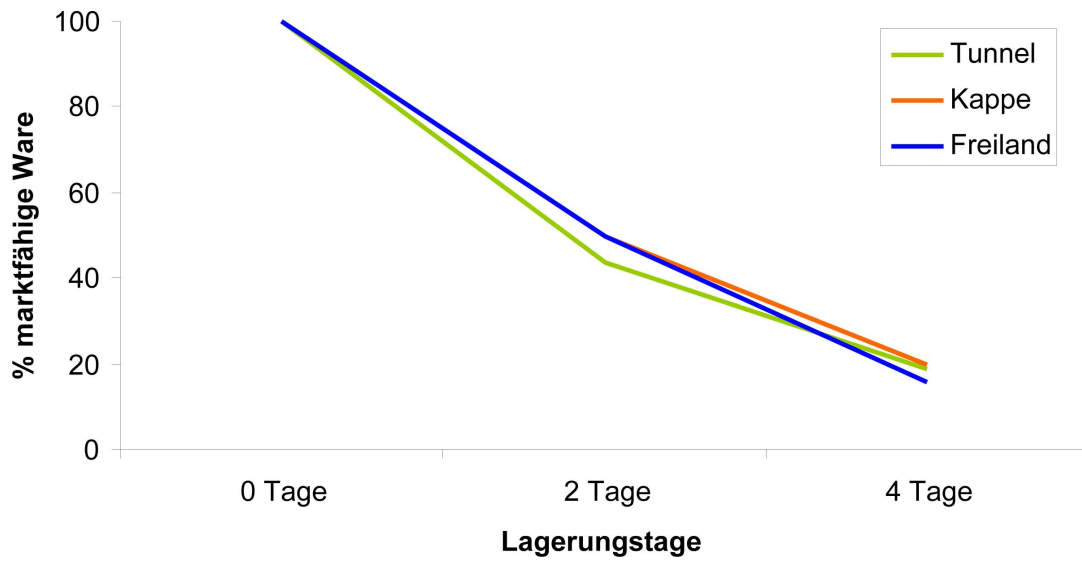


Abbildung 3.5: Einfluss der Lagerung auf den Anteil an marktfähiger Ware (Hkl 1) bei der Sorte *Elsanta*, gemittelt über drei Erntetermine, 2011. Es gibt keine statistischen Unterschiede an den Lagerungstagen, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

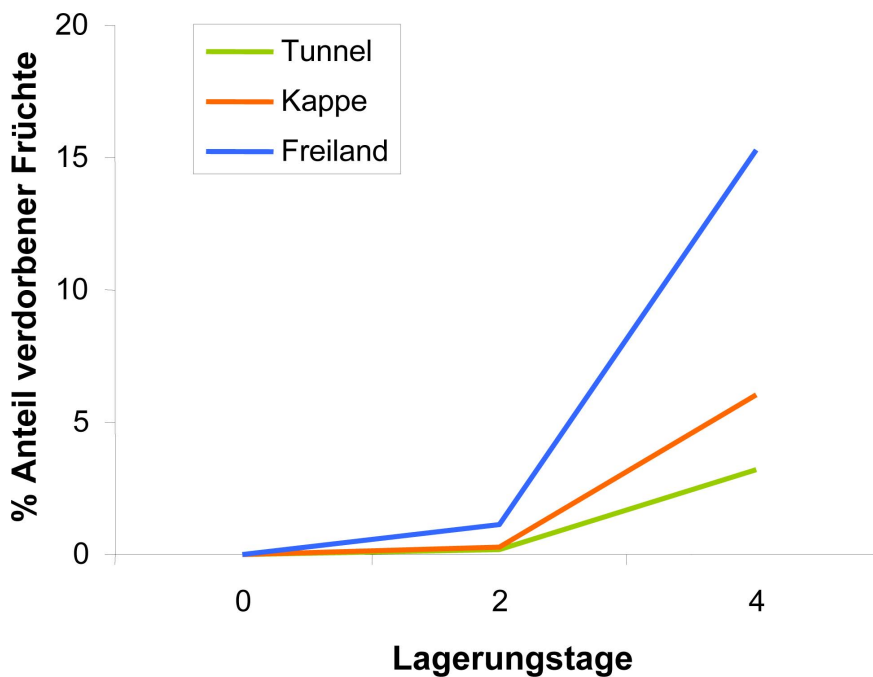


Abbildung 3.6: Einfluss der Lagerung auf den prozentuellen Anteil verdorbener Früchte über die Sorten *Clery*, *Elsanta* und *Darselect* gemittelt, 2010.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Anbau von Erdbeeren im geschlossenen Tunnel in Bezug auf die Lagerung im Vergleich zu den übrigen Bedachungsverfahren die stabilsten Früchte hervorbrachte. Früchte aus der Regenkappe zeigten im Vergleich zum Freiland tendenziell ein günstigeres Lagerungsverhalten.

3.4 Fruchtqualität

Fruchtfestigkeit und Fruchthautfestigkeit

Aufgrund der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte im Jahr 2009 sowie jeweils einer falschen Sorte im geschlossenen Tunnel in 2010 bzw. unter der Regenkappe in 2011 wurden die Parameter Fruchtfestigkeit und Fruchthautfestigkeit einzeln je nach Bedachungssystem ausgewertet (Tab. 3.3 und Tab. 3.4). Die Ergebnisse im Jahr 2009 lagen im Durchschnitt um 0,5 Bewertungseinheiten niedriger als in 2010 und 2011. Ein Grund ist der höhere Ertrag in 2009 im Vergleich zu 2010 und 2011, der zu einem veränderten Blatt/Frucht-Verhältnis geführt hat, welches sich auf den Gehalt der Inhaltsstoffe in den Früchten auswirken kann. Tendenziell ist für alle drei Versuchsjahre festzustellen, dass der Faktor Bedachung nur vereinzelt für die Parameter Fruchtfestigkeit und Fruchthautfestigkeit zu signifikanten Unterschieden bei den Sorten geführt haben.

Tabelle 3.3: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf die Fruchtfestigkeit und die Fruchthautfestigkeit (Bewertungsschema: 1 = sehr weich, 9 = sehr hart), 2009.

	Fruchtfestigkeit				Fruchthautfestigkeit			
	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery (1)	6,39 a	5,98 b	6,00 b	6,12	6,27 a	5,78 b	5,65 b	5,90
Clery (2)	6,37 a	6,01 b	6,03 b	6,14	6,18 a	5,76 ab	5,69 b	5,87
Elsanta (1)	5,99	5,97	6,04	6,00	5,81	5,53	5,88	5,74
Elsanta (2)	6,03	5,97	6,04	6,01	5,85 a	5,46 b	5,81 ab	5,70
Darselect	6,03	6,05	6,18	6,08	5,86	5,87	5,73	5,82
Antea	6,58 a	5,99 b	6,05 b	6,21	6,33	5,89	5,86	6,02
Sonata	5,86 b	6,00 ab	6,15 a	6,00	5,75	5,82	5,85	5,81
Malwina	6,19 a	5,97 b	6,08 ab	6,08	5,86 a	5,42 b	5,46 b	5,58
Mittelwert	6,18	5,99	6,07		5,99	5,69	5,74	

Es wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedachungssystem und Sorte festgestellt. Daher erfolgte die Auswertung einfaktoriell. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachungssystemen innerhalb einer Sorte (Tukey-Test, $\alpha=0,05$). Werte über zwei Erntetermine gemittelt.

Tabelle 3.4: Einfluss verschiedener Bedachnungssysteme und Sorten auf die Fruchtfestigkeit und die Fruchthautfestigkeit (Bewertungsschema: 1 = sehr weich, 9 = sehr hart), 2010/2011.

Fruchtfestigkeit	2010 ¹				2011 ²			
	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		6,6 b	7,1 a	6,8	7,0 a	6,9 a	7,0 a	6,9
Elsanta	6,4 a	6,3 a	6,7 a	6,5	6,4 a	6,7 b	6,9 c	6,7
Darselect	6,8 a	6,5 a	6,9 a	6,7	7,0 a		7,0 a	7,0
Sonata	6,6 a	6,3 b	7,1 a	6,6	6,4 a	6,6 ab	6,7 b	6,6
Mittelwert	6,6	6,4	6,9		6,7	6,7	6,9	
Fruchthautfestigkeit	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		6,1 b	6,5 a	6,3	6,1 a	6,2 a	6,4 a	6,2
Elsanta	6,4 a	6,0 b	6,3 ab	6,3	6,0 a	6,3 b	6,3 b	6,2
Darselect	6,6 a	6,0 b	6,4 ab	6,3	6,2 a		6,3 a	6,3
Sonata	6,3 a	5,9 b	6,5 a	6,2	6,1 a	6,3 a	6,3 a	6,2
Mittelwert	6,4	6,0	6,4		6,1	6,3	6,3	

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachnungssystemen innerhalb einer Sorte (Tukey-Test, $\alpha=0,05$). Werte über zwei Erntetermine gemittelt.

¹ Im Jahr 2010 wurde eine falsche Sorte für die Sorte *Clery* im geschlossenen Tunnel angebaut, so dass keine Ergebnisse präsentiert werden können. Die statistische Auswertung erfolgt einfaktoriell.

² Im Jahr 2011 wurde eine falsche Sorte für die Sorte *Darselect* unter der Regenkappe angebaut, so dass keine Ergebnisse präsentiert werden können. Die statistische Auswertung erfolgt einfaktoriell.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass starke Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages bzw. eine warme oder kalte Temperaturperiode, sowie unterschiedliche Blatt-/Fruchtverhältnisse die Fruchtfestigkeit mehr beeinflussen als die untersuchten Bedachungssysteme.

Zucker- und Säuregehalt in den Früchten

Aufgrund einer falschen Sorte im geschlossenen Tunnel in 2010 bzw. unter der Regenkappe in 2011 wurden die Parameter Zucker- und Zitronensäuregehalt in diesen beiden Jahren einzeln je nach Bedachungssystem ausgewertet (Tab. 3.5 und Tab. 3.6).

Tabelle 3.5: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den Zucker- (Brix) und den Zitronensäuregehalt (g/100g FM), 2009.

	Zucker (Brix°)	Zitronensäure (g/100 g FM)
Tunnel	8,5 b	0,92 a
Kappe	9,0 a	0,90 b
Freiland	9,1 a	0,87 c
Clery (1)	8,9 bc	0,86 bcd
Clery (2)	8,7 bcd	0,84 cd
Elsanta (1)	8,3 cde	0,89 bcd
Elsanta (2)	8,5 bcde	0,90 b
Darselect	9,1 b	0,81 d
Antea	8,2 de	0,88 bc
Sonata	8,1 e	0,87 bc
Malwina	11,3 a	1,19 a

Unterschiedliche Buchstaben in den Spalten kennzeichnen Bedachungssysteme bzw. Sorten mit signifikantem Unterschied, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$). Werte über zwei Ernteterminen gemittelt.

Die Zucker- und Säuregehalte unterschieden sich zwischen den Jahren zum Teil beträchtlich. Dies ist, ähnlich wie bei der Festigkeit der Früchte, auf unterschiedliche Temperaturbedingungen und durch stark schwankender Erträge auf unterschiedliche Blatt-/Fruchtverhältnisse zurückzuführen. Hohe Erträge mit einem geringeren Blatt-/Fruchtverhältnis führen beispielsweise zu einer geringeren Trockenmasse in den Früchten, wodurch die Gehalte an Zucker und Säure in den Früchten sinken. Dies zeigt sich im Vergleich der Jahre 2009 mit den beiden übrigen Jahren. In 2009 war der Ertrag am höchsten und die Gehalte an Zucker und Säure in den Früchten am niedrigsten.

Darüber hinaus wiesen die Sorten typische Sortenunterschiede auf. Die Sorte *Elsanta* hat tendenziell geringere Zucker- und höhere Säuregehalte als *Darselect* oder *Clery*, was in allen drei

Jahren in den Ergebnissen zu finden ist. Unterschiede von 0,5°Brix im Zucker und 0,05 g/100g FM in der Zitronensäure sind für Konsumenten schmeckbar (LINNEMANNSTÖNS 2011, mündliche Mitteilung).

Tabelle 3.6: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den Zucker- (Brix°) und den Zitronensäuregehalt (mg/100 g FM), 2010/2011.

Zucker (Brix°)	2010 ¹				2011 ²			
	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		9,2 b	10,7 a	10,0	8,8 b	7,7 a	8,1 ab	8,2
Elsanta	9,9 a	9,4 a	9,8 a	9,7	8,6 b	7,5 a	7,7 a	7,9
Darselect	10,7 a	9,9 a	10,8 a	10,5	8,9 a		8,5 a	8,7
Sonata	11,3 a	10,3 a	10,6 a	10,7	8,8 b	7,7 a	8,8 b	8,4
Mittelwert	10,6	9,7	10,4		8,7	7,6	8,3	
Zitronensäure (mg/100g FM)	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert	Tunnel	Kappe	Freiland	Mittelwert
Clery		0,71 b	0,84 a	0,77	0,77 b	0,79 b	0,71 a	0,76
Elsanta	0,89 a	0,81 b	0,84 ab	0,85	0,84 a	0,83 a	0,80 a	0,82
Darselect	0,76 a	0,77 a	0,74 a	0,76	0,77 a		0,74 a	0,75
Sonata	0,88 a	0,86 a	0,82 a	0,85	0,81 a	0,84 a	0,82 a	0,82
Mittelwert	0,84	0,79	0,81		0,80	0,82	0,77	

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachungssystemen innerhalb einer Sorte (Tukey-Test, $\alpha=0,05$). Werte über zwei Erntetermine gemittelt.

¹ Im Jahr 2010 wurde eine falsche Sorte für die Sorte *Clery* im geschlossenen Tunnel angebaut, so dass keine Ergebnisse präsentiert werden können. Die statistische Auswertung erfolgt einfaktoriell.

² Im Jahr 2011 wurde eine falsche Sorte für die Sorte *Darselect* unter der Regenkappe angebaut, so dass keine Ergebnisse präsentiert werden können. Die statistische Auswertung erfolgt einfaktoriell.

Die jahresbedingten Schwankungen dürften somit einen größeren Einfluss auf den Geschmack der Früchte haben als das Bedachungsverfahren. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im Tunnel aufgrund der Verfrühung und der gegebenenfalls höheren Erträge der Zuckergehalt der Früchte geringer und der Säuregehalt höher sein dürfte, wie dies im Versuchsjahr 2009 festgestellt wurde.

3.5 Praxisbetriebe

Die Versuche auf den Praxisbetrieben von Johannes Nachtwey und Heinz Bursch verliefen sehr unterschiedlich, wodurch nur ein Teil der möglichen Ergebnisse präsentiert werden können.

Die Praxisversuche auf dem Betrieb von Johannes Nachtwey konnten nicht ausgewertet werden. Dies gilt sowohl für die Ertragserfassung als auch für die Pflanzenstärkungsmittelversuche gegen *Botrytis cinerea*. Die Ertragserfassung musste aufgrund des hohen Befalls der Pflanzen und Früchte mit Weichhautmilben abgebrochen werden. Die Versuche gegen *Botrytis cinerea* konnten aufgrund eines Lüftungsfehlers im geschlossenen Tunnel und einem Mangel von *Botrytis cinerea* im Freiland nicht ausgewertet werden.

Die Lagerungsversuche vom Praxisbetrieb Heinz Bursch mit der Sorte *Darselect* verliefen hingegen positiv (2010). Die Lagerungsfähigkeit der Früchte war mit denen aus Köln-Auweiler identisch (Abb. 3.7). Es fiel jedoch auf, dass die Früchte vom Praxisbetrieb einen etwas höheren Anteil an verdorbenen Früchten aufwiesen, was auf die fehlende Strohbedeckung des Bodens im Bestand und die daraus resultierenden leicht mit Erde bestäubten Früchte zurückzuführen war. Dies zeigt zwei positive Effekte des Strohs: Die Sauberkeit und die damit verbundene phytosanitäre Wirkung.

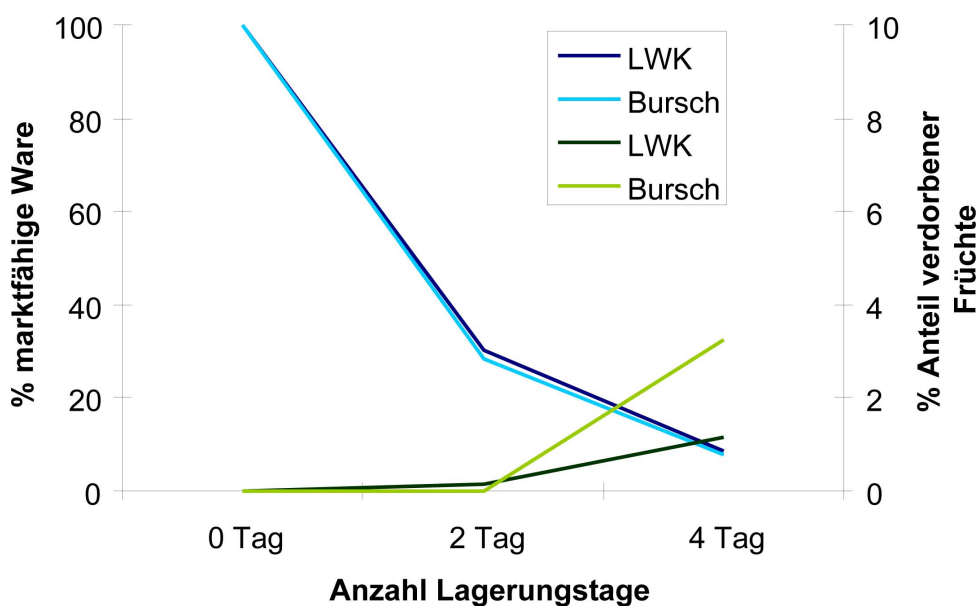


Abbildung 3.7: Einfluss der Lagerung auf den Anteil an marktfähiger Ware (Hkl 1) und Einfluss der Lagerung auf den prozentuellen Anteil verdorbener Früchte aus dem geschlossenen Tunnel bei der Sorte *Darselect*, 2010.

Die Pflanzenstärkungsmittelversuche aus dem Jahr 2011 gegen den Echter Mehltau (*Sphaerotheca macularis*) konnten aufgrund fehlender Symptome nicht ausgewertet werden.

3.6 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit werden im Folgenden ertragsabhängige, ertragsunabhängige Kosten und sonstige Betriebskosten aufgeführt sowie bereits einen Lohnansatz für die nicht entlohnte Familienarbeitskraft. Daraus ergeben sich die Gesamtkosten für das jeweilige Anbausystem.

Ertragsabhängige Kosten

Pro Kilogramm ergeben sich bei Verwendung von zwei 500 g Schalen als Verpackung folgende ertragsabhängige Kosten:

- 61 Cent für den Pflücker einschließlich die Kontrolle der Pflücker
- im Durchschnitt zwei mal 8 Cent für die Schale (PE-Schalen sind etwas günstiger, Holzschliffschalen etwas teuer)
- 10 Cent für die Umverpackung
- 10 Cent Vermarktungskosten

In der Summe ergibt dies 1,07 Euro.

Kosten für den Freilandanbau

Für den Standardfreilandbau stehen dem Produzenten zwei Systeme der Jungpflanzennutzung zur Verfügung. System 1 ist das Produktionsverfahren Topfgrünpflanzen (Pflanzung Anfang August), System 2 ist das Produktionsverfahren Frigopflanzen (Pflanzung 10. Juni). Das Verfahren mit Topfgrünpflanzen ist im ökologischen Landbau zurzeit relativ teuer, da die Kosten für Topfgrünpflanzen bei ca. 40 Cent pro Stück liegen (Abb. 3.7). Bei 33.000 Pflanzen pro ha sind dies 13.200 €/ha. Hinzu kommen Düngung/Pflanzenstärkung/-schutz, Stroh, Wasser, Saisonlöhne für Pflanzung, Handhacke, so dass hier ca. 19.000 €/ha zu verzeichnen sind. Das Verfahren mit Frigo-Pflanzen, welche 17 Cent pro Pflanze kosten, ist mit 11.600 €/ha in der Summe deutlich günstiger (jedoch entstehen etwas höhere Kosten für Ausläufer- und Unkrautentfernung) (Abb. 3.8).

Eine Einfachabdeckung mit Folie inklusive Arbeitstunden kostet 1.100 €/ha, eine Doppelabdeckung mit Folie und Vlies 2.200 €/ha. Soll eine Dammkultur angelegt werden, kommen in der Summe noch einmal 4.000 €/ha für Mulchfolie, Tropfleitungen, Kopfleitung/Filter, Verlegekosten, Handpflanzung, zusätzliche Pflegekosten und Entsorgungskosten hinzu. Ein Freilandanbausystem mit Doppelabdeckung und Dammkultur kostet abhängig vom Jungpflanzenverfahren zwischen 18.000 € und 25.000 € pro ha.

Tabelle 3.7: Anfallende Kosten für das Produktionsverfahren Topfgrünpflanzen mit Pflanzung bis 10. August (ohne Vlies- und Dammkosten).

Produktionsverfahren Grünpflanzen, Pflanzung 10. August		
Pflanzmaterial	33.000 x 0,40 €	13.200
Pflanzenschutz/Düngung/ Pflanzenstärkung		1.700
Stroh	100 dt x 10,00 €	1.000
Wasser	1.500 m ³ x 0,60 €	900
Saisonlöhne (Pflanzung, Nacharbeit, Strohausbringung)	80 h x 8,50 €	680
Handhacke	120 h x 8,50 €	1.020
Variable Maschinenkosten		500
Summe/ha		19.000

Tabelle 3.8: Anfallende Kosten für das Produktionsverfahren Frigopflanzen mit Pflanzung 10. Juni (ohne Vlies- und Dammkosten).

Produktionsverfahren Frigos, Pflanzung 10 Juni, keine Beerntung im Pflanzjahr		
Pflanzmaterial	33.000 x 0,17 €	5.100
Pflanzenschutz/Düngung/ Pflanzenstärkung		1.700
Stroh	100 dt x 10,00 €	1.000
Wasser	1.500 m ³ x 0,60 €	900
Saisonlöhne	80 h x 8,50 €	680
Handhacke	200 h x 8,50 €	1.700
Variable Maschinenkosten		500
Summe/ha		11.580

Kosten für den Tunnelanbau

Der Erwerb eines Tunnels (Materialkosten incl. Folie) kostet 50.000 €/ha (Abb. 3.9). Bei einer vierjährigen Nutzung ergibt sich eine Abschreibungsrate von 12.500 €/ha plus Zinssatz (5 %), Arbeitskosten Auf- und Abbau, Reparaturkosten, Kosten für Lüften, Frostschutz und Kontrolle und den Einsatz von Hummeln zur Bestäubung, so dass in der Summe 22.400 €/ha anfallen. Diese Kosten kommen zu den 18.000 €/ha bzw. 25.000 €/ha des Freilandanbaus hinzu, so dass im ersten Jahr Kosten von 40.000 €/ha bis 47.000 €/ha entstehen. Bei einer zweijährigen Nutzung dieses Systems, welches bei guten und gesunden Böden/Pflanzen empfehlenswert ist, belaufen sich die Kosten im zweiten Jahr auf 31.000 €/ha unabhängig vom Jungpflanzenverfahren. Dabei stellen die Tunnelkosten mit 22.400 €/ha den größten Anteil dar.

Tabelle 3.9: Kalkulation der jährlichen Kosten für einen Folientunnel.

Jährliche Kosten eines Folientunnels	
Matrialkosten inclusive Folie (5,00€/m ²)	50.000 €/ha
Abschreibung der Materialkosten, 4 Jahre	12.500
Zinssatz, 5 % (auf ½ Anschaffungskosten)	1.250
Arbeitskosten für Auf- und Abbau, 500 h x 8,50 €	4.250
Reparaturkosten, Arbeit x Material	700
Summe/ Jahr	18.700
Zusätzliche Arbeitskosten für Lüften, Frostschutz, Kontrolle, 140 h/ha	1.190
Hummeln (400 €), Nützlinge	2500
Gesamtkosten/Jahr (ohne Kosten für die Dammkultur)	22.390

Vollkostenermittlung

Für die Abdeckung der Vollkosten werden die allgemeinen Betriebskosten und sowie die Entlohnung der eigenen Familienarbeitskraft benötigt. Bei durchschnittlichen Vollerwerbsbetrieben kommen so ca. 65 - 70 Cent/kg Deckungsbeitrag hinzu. Die Vollkostenermittlung ist sehr stark vom Ertrag der Früchte anhängig. Je geringer der Ertrag, desto höher machen sich die Festkosten bemerkbar. Unter Berücksichtigung einer angemessenen Entlohnung der Familienarbeitskraft ergibt sich eine langfristige Preisuntergrenze von etwa 3,30 € je kg vermarkteter Erdbeeren bei einem Ertrag von 160 dt (Abb. 3.10). Das gleiche Verfahren mit Frigo-Pflanzen kostet 2,83 € je kg. Hier zeigt sich der große Unterschied bei den Kosten der Jungpflanzen.

Im Tunnelanbau reifen die Früchte zwei bis drei Wochen früher, wodurch höhere Erlöse erzielt werden können. Diese Mehreinnahmen sind nötig, um die höheren Produktionskosten zu decken.

Tabelle 3.10: Vollkosten in Euro je kg marktfähige Ware durchkalkuliert mit Topfgrünpflanzen (Pflanzung Anfang August).

Vollkosten Freiland/Dammkultur/Doppelabdeckung

	Vollkosten in Euro/kg						
Ertrag in dt/ha	120	140	160	180	200	220	240
Ertragsunabhängige Direktkosten 19.000 €/ha	1,58	1,36	1,19	1,06	0,95	0,86	0,79
Intensivierungskosten, 6.200 €/ha	0,52	0,44	0,39	0,34	0,31	0,28	0,26
Pflücken/Verpackung/ Vermaktung	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Direktkosten	3,17	2,87	2,65	2,47	2,33	2,22	2,12
Allg. Kosten, Lohnansatz	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Vollkosten	3,82	3,52	3,30	3,12	2,98	2,87	2,77

Vollkosten Tunnel/Dammkultur/Doppelabdeckung

	Vollkosten in Euro/kg						
Ertrag in dt/ha	140	160	180	200	220	240	260
Ertragsunabhängige Direktkosten 19.000 €/ha	1,36	1,19	1,06	0,95	0,86	0,79	0,73
Intensivierungskosten, 28.590 €/ha	2,04	1,79	1,59	1,43	1,30	1,19	1,10
Pflücken/Verpackung/ Vermaktung	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Direktkosten	4,47	4,04	3,71	3,45	3,23	3,05	2,90
Allg. Kosten, Lohnansatz	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Vollkosten	5,12	4,69	4,36	4,10	3,88	3,70	3,55

Im Tunnel fallen mit Topfgrünpflanzen Vollkosten von 4,36 € je kg marktfähige Ware bei einem Ertrag von 180 dt/ha an, bei Frigo-Pflanzen sind es 3,95 € (Abb. 3.10).

Beim Anbau von Topfgrünpflanzen im Freiland betragen die Vollkosten 3,10 bis 3,50 € je kg vermarkteter Ware, bei Frigo-Pflanzen kann im Freiland mit Vollkosten von unter 3 € je kg gerechnet werden. Im Tunnelanbau liegen die Vollkosten bei Topfgrünpflanzen bei bis zu 4,50 € je kg, bei Frigo-Pflanzen sind Vollkosten unter 4 € je kg möglich. Für den Regenkappenanbau sind mit vergleichbaren Vollkosten wie im Tunnelanbau zu rechnen. Dabei entsprechen die Vollkosten einer langfristigen Preisuntergrenze, die vom Betrieb erreicht werden sollte. Ob ein Betrieb seine Ware zu diesen Preisen verkaufen kann, gilt es selbstkritisch zu prüfen. Weiterhin muss beachtet werden, dass Erdbeeren oft als Leitprodukt fungieren, wodurch zusätzliche Verkaufserlöse bei der Vermarktung erzielt werden können. Bei der Erweiterung des Betriebes um Folientunnel gilt es daher zu bedenken, dass neben dem vorhandenen Startkapital zur Erntezeit der Folienware ausreichend Pflückkräfte vorhanden sind, der Betriebsablauf mit den übrigen Kulturen weiterlaufen muss usw. Interessant sind Folientunnel daher vor allem für direktvermarktende Betriebe, Betriebe, die Wochenmärkte beliefern und/oder Verkaufswagen bestücken, sowie Betriebe, die an den Naturkostfachhandel liefern.

3.7 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Durch die von diesem Projekt gewonnenen Ergebnisse wird deutlich, dass der Tunnelanbau für den ökologischen Erdbeeranbau eine echte Alternative darstellen kann. Der geschützte Anbau, der im konventionellen Anbau bereits seit über zehn Jahren durchgeführt wird, verbreitet sich langsam auch im ökologischen Anbau. Vor allem große Ökobetriebe und Betriebe mit Direktvermarktung greifen auf die Vorzüge der Verfrühungswirkung durch den Tunnel zurück, um über einen langen Zeitraum Erdbeeren anbieten zu können. Kleinere Betriebe und/oder ökologisch wirtschaftende Betriebe, die nur ungern mit Plastik arbeiten, nutzen diese Möglichkeit bislang noch nicht.

Bei der Fragestellung, inwieweit Folientunnel im Betriebsablauf sinnvoll sind, gilt es im Erdbeeranbau viele unterschiedliche Parameter zu berücksichtigen. Dazu gehören unter anderem die Kosten für die Anschaffung der Tunnel, Pflückpersonal zu diesem verfrühten Erntetermin, weitere Kulturen im Betrieb und deren Zeitaufwand während der Ernte im Tunnel, Vermarktbarkeit der frühen Ware, evtl. positiver Effekt auf die Vermarktbarkeit anderer Kulturen trotz hoher Anschaffungskosten, da von Erdbeeren in der Vermarktung eine Schlüsselrolle ausgeht. Diese Fragen gilt es im Vorfeld in jedem Betrieb zu klären.

Ein sehr wichtiges Thema im Tunnel ist die Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen. Hierzu konnten in diesem Projekt nur wenige Informationen gesammelt werden. Dies ist unter anderem

auf das Fehlen von Krankheiten und Schädlingen im Versuch zurückzuführen, woe die Durchführung von Pflanzenstärkungsmittelversuchen kein Ergebnis zeigte. In jedem Fall sollte auf Nützlinge zurück gegriffen werden, die bei regelmäßiger Kontrolle der Bestände und gezieltem Einsatz eine gute Wirkung erzielen können. Dabei gilt es besonders auf einen möglichst blattlausfreien Bestand im Herbst zu achten, da somit ein evtl. beträchtlicher Befall direkt zu Beginn der Saison im kommenden Frühjahr vermieden werden kann.

Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Bislang wurden die Ergebnisse auf mehreren Konferenzen/Tagungen vorgestellt und in verschiedenen Zeitschriften einem breiten Publikum zur Verfügung gestellt (vgl. hierzu Kap. 8). Ebenso konnte das Projekt jederzeit in Köln-Auweiler besichtigt werden und wurde auf den hier stattfindenden Feldtagen präsentiert. Weiterhin werden die Ergebnisse sowohl in Köln-Auweiler als auch durch eine neue Beraterin für ökologischen Beerenobstanbau der Landwirtschaftskammer NRW in die Praxis getragen. Hinzu kommen zwei Anschauungsflächen am Standort Köln-Auweiler, die den Besuchern auch in Zukunft die Vorteile der Bedachung von Erdbeerkulturen im ökologischen Anbau näher bringen sollen.

4 Ergebnisse - Remontierende Sorten

4.1 Pflanzengesundheit

An nennenswerten Erkrankungen wurden über die drei Jahre hinweg im Bestand Verticillium-Welke (*Verticillium dahliae*) (Kap. 4.1.1) und ein geringes Vorkommen von mehreren Nematodenarten im Boden festgestellt. Im letzten Versuchsjahr 2011 wurde unter der Regenkappe aufgrund des sehr feuchten und kühlen Wetters von Mitte Juli bis Ende August der Nacherntepilz Gemeiner Brotschimmel (*Rhizopus stolonifer*) nachgewiesen, der zu einem hohen Anteil an nicht marktfähiger Ware bei den Früchten führte. Dieser Pilz tritt äußerst selten im Vorerntebereich auf.

4.1.1 Befall mit Verticillium-Welke

Im Jahr 2009 wurden im Freiland weniger Ausfälle durch Verticillium-Welke (*Verticillium dahliae*) beobachtet als im offenen Tunnel. Es wurde zunächst vermutet, dass dies auf den Hitzestress im Tunnel zurückzuführen war, da es sich bei Verticillium-Welke um einen Pilz handelt, der bevorzugt bei Wärmestress zu Schädigungen in der Pflanze führt. Im darauf folgenden Jahr kamen die Pflanzen unter der Regenkappe deutlich besser mit der Erkrankung zurecht, wodurch es zu geringeren Ausfällen kam. Bei der im August 2010 durchgeführten Bodenanalyse wurde ein höherer Befall im Freiland (2,8 Microsklerotien/100g Boden) im Vergleich zur Regenkappe (0,8 Microsklerotien/100g Boden) festgestellt. Der Befall des Bodens mit Nematoden war gering, im Freiland jedoch höher als unter der Regenkappe. Dies lässt vermuten, dass im Versuchsjahr 2009, wo während der Vegetationsperiode keine Analyse des Bodens auf Verticillium-Welke durchgeführt wurde, evtl. auch höhere Werte im offenen Tunnel vorlagen. Im letzten Versuchsjahr 2011 wurde im Boden kein *Verticillium dahliae* nachgewiesen. Trotzdem traten Symptome auf. Die Unterschiede zwischen Regenkappe und Freiland waren jedoch gering.

Bei beiden Erdbeerkulturen (einmaltragende und remontierende Sorten) wurde im Boden Verticillium-Welke nachgewiesen. Bedeutende Ausfälle wurden jedoch nur in der einjährigen Remontiererkultur festgestellt. Remontierende Erdbeersorten unterscheiden sich im Vergleich zu einmaltragenden Erdbeersorten durch das kontinuierliche Schieben von Blüten zeitgleich mit der Reife neuer Früchte, während einmaltragende Sorten eine lange Winterperiode haben, um einmalig Blütenstände anzusetzen und diese dann zur gleichen Zeit im Frühjahr zu schieben. Diese

Unterschiede im Habitus der Pflanzen scheinen zu einer unterschiedlichen Anfälligkeiten bei Erkrankungen wie der Verticillium-Welke zu führen. Daher gilt es schon bei geringen Befallszahlen mit *Verticillium dahliae* zu überprüfen, inwieweit dies zu Ausfällen in remontierenden Beständen führen kann. Leichte, gesunde Böden dürften bei guter Bewässerung für den Anbau von Vorteil sein.

4.2 Erträge

Die drei Versuchsjahre unterschieden sich aufgrund ihrer Witterungsbedingungen und den damit verbundenen Schwankungen im Ertragspotenzial sehr stark, so dass die Ergebnisse pro Versuchsjahr dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Erträge der drei Versuchsjahre zeigen unterschiedliche Aspekte und damit verbunden unterschiedliche Problematiken beim Anbau von remontierenden Erdbeersorten im ökologischen Landbau. Vier Effekte wurden demnach beobachtet. Dabei handelt es sich um Auswirkungen von günstigen, warmen, im Vergleich zu ungünstigen, kalten Anwuchsbedingungen im Frühjahr sowie ungünstiger kalter/nasser Witterung im Vergleich zu warmem Wetter während der Ernte. Ebenfalls muss auf die Bedeutung von schweren Böden und der Bedachung der Pflanzen hingewiesen werden, die alle einen deutlichen Einfluss auf die Erträge gehabt haben.

Die Erträge aus dem Jahr 2009 sind, verglichen mit dem konventionellen Anbau, zu gering (Tab. 4.1). Die Pflanzen waren zu Beginn der Ernte gut entwickelt. Während der Ernte zeigte sich jedoch, dass es im offenen Tunnel zu Hitzestress und dadurch zu einem vermehrten Ausfallen der Pflanzen durch Verticillium-Welke kam, da dieser Pilz vor allem bei Wärmestress Schäden in den Pflanzen verursachen kann. Im Freiland waren die Bedingungen günstiger, so dass hier die Ausfälle geringer waren. Hinzu kommt der schwere Boden am Standort Köln-Auweiler, der die Erträge tendenziell geringer ausfallen lässt als auf leichteren sandigen Böden (LINNEMANNSTÖNS 2011, mündliche Mitteilung).

Im folgenden Jahr 2010 hatten die Pflanzen aufgrund des sehr kalten Frühjahrs keine guten Bedingungen, um ihr volles Pflanzenwachstum auszuprägen. Der Wurzelansatz war geringer, wodurch die Pflanzen kleiner blieben und es zu einem niedrigeren Ertrag kam als im Vorjahr (Tab. 4.2). Hinzu kam, dass in der Haupterntephase im August das Wetter zu kalt war, so dass die Früchte schlecht abreiften bzw. zu wenige Blüten nachgeschoben wurden. Hier wirkte sich die Regenkappe positiv aus, was zum einen auf ihre Regenschutzwirkung und zum anderen auf eine Wärmewirkung zurückzuführen ist. Negativ wirkte sich der höhere Befall der Freilandfläche mit Verticillium-Welke aus, welches sich durch entsprechende Bodenproben belegen lässt (Freiland 2,8 MS/100g Boden, Regenkappe 0,8 MS/100g Boden).

Tabelle 4.1: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag (g/Pfl.), 2009.

	marktf. Ware (g/Pfl.)	nicht marktfähige Ware (%)	Gesamtertrag (g/Pfl.)
Tunnel	339,35 b	39 a	554,98 b
Freiland	384,95 a	41 a	639,86 a
Everest (1)	429,12 b	38 b	690,99 b
Everest (2)	461,54 b	34 bc	699,31 b
Albion	413,20 b	30 c	590,08 b
Charlotte	296,75 c	37 bc	470,42 c
Evi 2	557,90 a	36 bc	867,54 a
Eve's Delight	175,17 d	57 a	410,54 c
Sweet Eve	201,36 d	56 a	453,08 c

Unterschiedliche Buchstaben in den Spalten kennzeichnen Parameter mit signifikantem Unterschied, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$).

Tabelle 4.2: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den marktfähigen Ertrag, den nicht marktfähigen Ertrag (g/Pfl.), 2010/2011.

Marktf. Ware	2010			2011		
	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Albion	315 a	220 b	267 B	552 a	551 a	551
Everest	347 a	232 b	289 B	681 a	603 a	642
Evi 2	516 a	389 b	453 A	576 a	748 b	662
Sweet Eve	224 a	97 b	161 C	463 b	287 a	375
Mittelwert	369 A	254 B		583	584	
Nicht m. Ware	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Albion	26% b	42% a	34% C	25% a	29% a	27%
Everest	37% b	48% a	43% B	45% a	49% a	47%
Evi 2	31% b	49% a	40% BC	43% b	33% a	38%
Sweet Eve	50% b	68% a	59% A	47% a	65% b	56%
Mittelwert	34% B	49% A		39%	41%	
Gesamtertrag	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Albion	426 a	379 b	402	736 a	773 a	755 A
Everest	553 a	451 b	502	1243 a	1182 a	1213 C
Evi 2	751 a	756 a	754	1011 a	1108 a	1059 B
Sweet Eve	447 a	310 b	379	878 a	824 a	851 A
Mittelwert	558	497		980 A	993 A	

Unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen Faktoren mit signifikantem Unterschied, unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Bedachungssystemen innerhalb einer Sorte (Tukey-Test, $\alpha=0,05$). Aufgrund signifikanter Wechselwirkungen zwischen Bedachungssystem und Sorten erfolgte die Auswertung einfaktoriell (Gesamtertrag 2011, nicht marktf. Ware 2010/2011, marktf. Ware 2011)

Im letzten Versuchsjahr 2011 waren die Erträge unabhängig von der Bedachung mit fast 1 kg pro Pflanze sehr hoch und dürfte als Durchschnittserträge zu werten sein (Tab. 4.2). Der Grund für die gute Entwicklung ist im warmen Frühjahr mit einer sehr positiven Pflanzenentwicklung und daraus resultierenden starken Pflanzen zu finden. Obwohl das Wetter ab Mitte Juli bis Ende August zu nass und kalt war, hatte dies keinen Einfluss auf den Gesamtertrag. Der Anteil an nicht marktfähiger Ware war mit dem der Vorjahre vergleichbar, wobei der Anteil unter der Regenkappe aufgrund des Pilzes *Rhizopus stolonifer* deutlich anstieg und im Durchschnitt mit den Verlusten im Freiland vergleichbar war. Ohne den Pilz wären die Verluste unter der Regenkappe tendenziell mit dem des Vorjahres vergleichbar gewesen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Bedachung in Form einer Regenkappe bzw. eines offenen Tunnels die Erträge kaum erhöhen, weshalb von diesem Verfahren nach den in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnissen tendenziell abzuraten ist. Sollte ein Betrieb keine Schwierigkeiten mit bodenbürtigen Krankheitserregern haben, stellt die Regenkappe das günstigere Verfahren im Vergleich zum offenen Tunnel dar. Dabei kann eine Bedachung ab dem Frühjahr evtl. bei kalter Witterung ertragssteigernd wirken. Hier ist weitere Forschung nötig, da diese Idee nur in 2011 mit einem sehr warmem Frühjahr getestet wurde und aufgrund der Erträge kein Unterschied festgestellt werden konnte. Warmes Wetter im Frühjahr wirkt aller Voraussicht nach ertragssteigernd.

4.3 Haltbarkeit der Früchte in der Lagerung

In allen drei Versuchsjahren wurde zwischen dem offenen Tunnel (2009) bzw. der Regenkappe (2010, 2011) und dem Freiland in der Lagerung kein signifikanter Unterschied festgestellt (Abb. 4.1 und Abb. 4.2). Die Lagerfähigkeit der Früchte bei Zimmertemperatur war in allen Jahren sehr gering. Die Verläufe der Graphiken in 2009 und 2010 waren vergleichbar, weshalb lediglich eine Abbildung gezeigt wird. In 2011 war die Lagerfähigkeit der Früchte unter der Kappe tendenziell etwas schlechter, was auf deren Befall mit *Rhizopus stolonifer* zurückzuführen ist. Auf eine getrennte Darstellung der Sorten wurde verzichtet, da sich diese nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Bei der Erfassung des prozentuellen Anteils verdorbener Früchte während der Lagerung unterschieden sich die Sorten und das Bedachungssystem innerhalb der Sorten zum Teil erheblich (Abb. 4.3). Während bei den Sorten *Everest* und *Evi 2* die Früchte aus der Kappe schneller verdorben, wurden bei der Sorte *Albion* die Früchte aus dem Freiland schneller faul. Hinzu kamen Sortenunterschiede. Die Früchte der Sorte *Evi 2* verdorben am häufigsten (16,5 %), während der Anteil verdorbener Früchte bei den Sorten *Everest* (8 %) und *Albion* (6 %) unter 10 % lagen. Durch den Befall der Früchte mit *Rhizopus stolonifer* in 2011 war der Anteil der verdorbenen Früchte un-

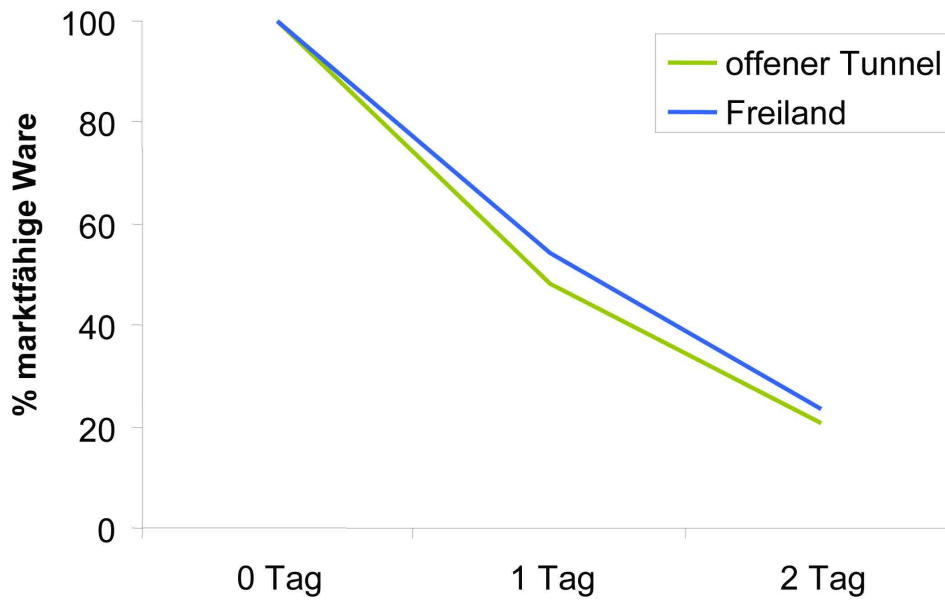


Abbildung 4.1: Einfluss der Lagerung auf den Anteil an marktfähiger Ware (Hkl 1) bei der Sorte 'Everest', 'Evi 2' und 'Albion', gemittelt über die drei Sorten und drei Erntetermine, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$), 2009

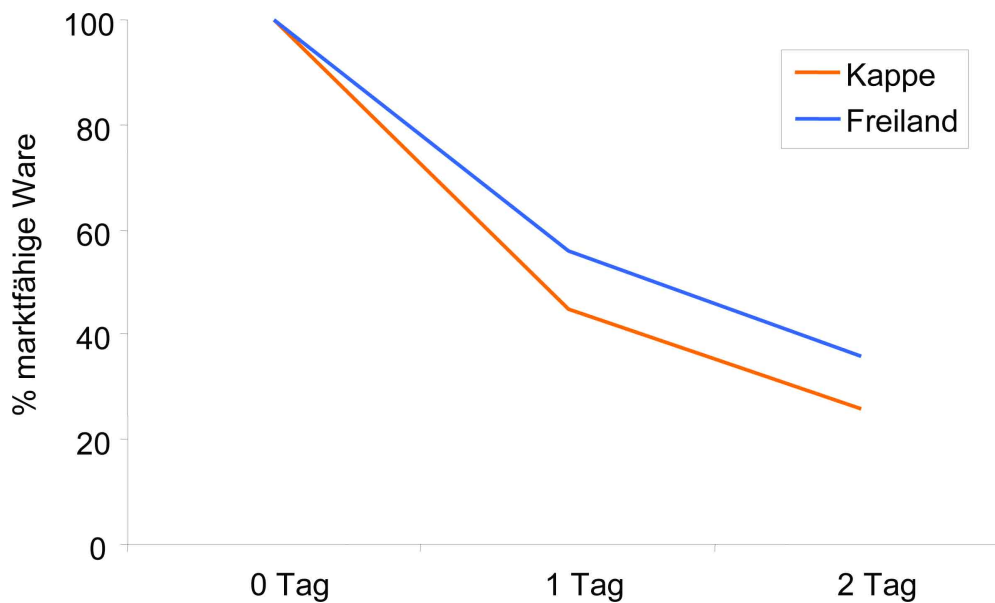


Abbildung 4.2: Einfluss der Lagerung auf den Anteil an marktfähiger Ware (Hkl 1) bei der Sorte 'Everest', 'Evi 2' und 'Albion', gemittelt über die drei Sorten und drei Erntetermine, (Tukey-Test, $\alpha=0,05$), 2011

ter der Regenkappe nach zwei Tagen Lagerung bedeutend größer als im Freiland. Da dieser Pilz normalerweise ein Nacherntepilz ist, im vorliegenden Fall jedoch im Vorerntebereich auftrat, wird auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet.

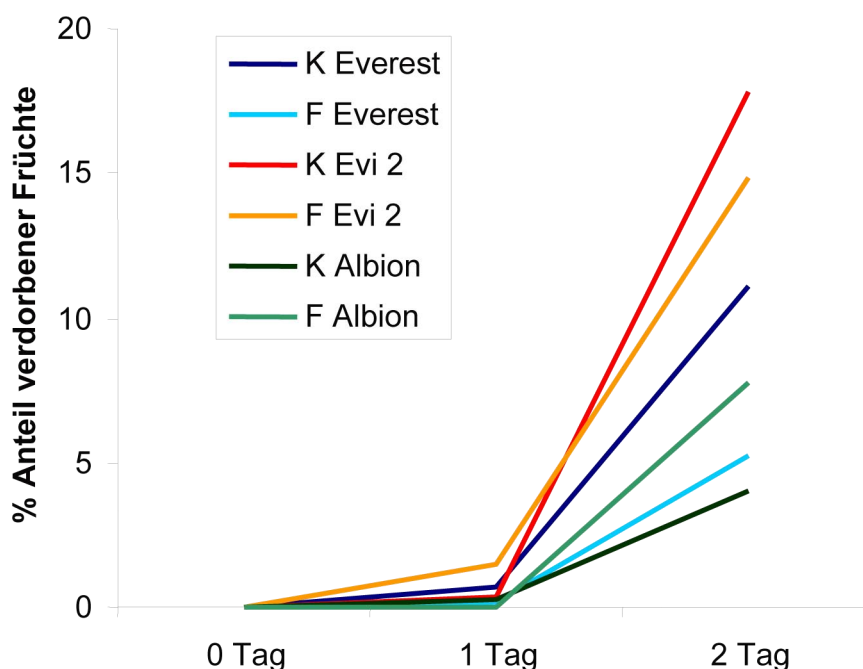


Abbildung 4.3: Einfluss der Lagerung auf den prozentuellen Anteil verdorbener Früchte über die Sorten 'Everest', 'Evi 2' und 'Albion', 2010. (K = Kappe, F = Freiland)

Zusammenfassend lässt sich für die remontierenden Sorten sagen, dass deren Lagerungsfähigkeit bei Zimmertemperatur im Vergleich zu den einmaltragenden Sorten sehr stark eingeschränkt ist. Die Bedachung hatte keinen Einfluss auf die Haltbarkeit der Früchte. Die Aufbewahrung sollte demnach im Kühlschrank erfolgen. Ein baldiger Verzehr wird angeraten.

4.4 Fruchtqualität

Aufgrund eines zu geringen Stichprobenumfangs musste auf eine statistische Auswertung der in diesem Kapitel gezeigten Ergebnisse verzichtet werden.

Fruchtfestigkeit und Fruchthautfestigkeit

Wie anhand der Mittelwerte für die Parameter Fruchtfestigkeit und Fruchthautfestigkeit ersichtlich ist, waren die Früchte im Freiland fester als im offenen Tunnel bzw. unter der Regenkappe, wobei die Unterschiede im Versuchsjahr 2009 geringer waren als im Versuchsjahr 2010 (Tab. 4.3 und

Tab. 4.4). In 2011 waren die Ergebnisse im Durchschnitt vergleichbar. Zwischen den Versuchsjahren variierte die Festigkeit der Sorten zum Teil erheblich. Die ertragreichste Sorte *Evi 2* war in allen drei Jahren die weicheste Sorte.

Tabelle 4.3: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf die Fruchtfestigkeit und die Fruchthautfestigkeit (Bewertungsschema: 1 = sehr weich, 9 = sehr hart), 2009.

Frucht- festigkeit	Offener Tunnel	Freiland	Mittelwert
Albion	6,63	6,68	6,65
Charlotte	6,57	6,30	6,44
Eve´s Delight	7,09	6,90	7,00
Everest	7,05	6,67	6,86
Evi 2	6,60	6,23	6,41
Sweet Eve	7,01	6,58	6,80
Mittelwert	6,82	6,56	
Fruchthaut- festigkeit	Offener Tunnel	Freiland	Mittelwert
Albion	6,19	5,91	6,05
Charlotte	6,07	5,66	5,87
Eve´s Delight	6,71	6,21	6,46
Everest	6,36	5,69	6,02
Evi 2	6,30	5,66	5,98
Sweet Eve	6,57	6,00	6,28
Mittelwert	6,37	5,85	

Aufgrund eines zu geringen Stichprobenumfangs erfolgte in beiden Versuchsjahren keine statistische Auswertung. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte über zwei Analysetermine.

Zusammenfassend lässt sich wie bei den einmaltragenden Sorten feststellen, dass die Wetterbedingungen sowie unterschiedliche Blatt-/Fruchtverhältnisse die Fruchtfestigkeit mehr beeinflussen als die untersuchten Bedachungssysteme.

Tabelle 4.4: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf die Fruchtfestigkeit und die Fruchthautfestigkeit (Bewertungsschema: 1 = sehr weich, 9 = sehr hart), 2010/2011.

Frucht- festigkeit	2010 ¹			2011 ²		
	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Everest	6,58	7,59	7,08	6,86	6,86	6,86
Evi 2	6,20	6,22	6,21	6,55	6,51	6,53
Albion	6,94	8,55	7,74	7,27	6,88	7,08
Sweet Eve	7,22	7,94	7,58	7,73	7,22	7,39
Mittelwert	6,73	7,58		7,01	6,87	
Fruchthaut- festigkeit	2010 ¹			2011 ²		
	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Everest	6,56	7,55	7,05	6,41	6,72	6,56
Evi 2	6,24	6,60	6,42	6,30	6,47	6,38
Albion	6,48	7,49	6,98	6,50	6,50	6,50
Sweet Eve	6,70	7,39	7,04	7,17	6,72	6,87
Mittelwert	6,49	7,26		6,51	6,60	

Aufgrund eines zu geringen Stichprobenumfangs erfolgte in beiden Versuchsjahren keine statistische Auswertung. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte.

¹ Mittelwerte über einen Analysetermin, ² Mittelwerte über zwei Analysetermine

Zucker- und Säuregehalt in den Früchten

Die Zucker- und Säuregehalte schwankten zwischen den Jahren beträchtlich (Tab. 4.5 und Tab. 4.6). Wie bei den einmaltragenden Sorten sind die Gründe auch hier vor allem in den schwankenden Erträgen und damit verbunden unterschiedlichen Blatt-/Fruchtverhältnissen zu finden. Die Unterschiede zwischen Bedachung und Freiland waren in 2009 und 2010 gering. In 2011 waren die analysierten Früchte aus dem Freiland bedeutend größer als die Früchte aus der Regenkappe, weshalb es hier zu Unterschieden kam.

Tabelle 4.5: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den Zucker- (Brix°) und den Zitronensäuregehalt (mg/100 g FM), 2009.

Zucker (Brix°)	Offener Tunnel	Freiland	Mittelwert
Albion	8,4	8,4	8,4
Charlotte	9,9	9,9	9,9
Eve´s Delight	10,4	10,1	10,2
Everest	9,1	8,8	8,9
Evi 2	7,8	7,9	7,9
Sweet Eve	10,3	10,3	10,3
Mittelwert	9,3	9,2	
Zitronensäure (mg/100g FM)	Offener Tunnel	Freiland	Mittelwert
Albion	0,93	0,88	0,90
Charlotte	0,74	0,75	0,74
Eve´s Delight	0,91	0,97	0,94
Everest	0,95	0,93	0,94
Evi 2	0,94	0,95	0,94
Sweet Eve	0,97	1,07	1,03
Mittelwert	0,90	0,92	

Aufgrund eines zu geringen Stichprobenumfangs erfolgte in beiden Versuchsjahren keine statistische Auswertung. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte über zwei Analysetermine.

Die Sorten zeigten typische Sortenunterschiede (Tab. 4.5 und Tab. 4.6). Die neuen wohl-schmeckenden Sorten aus England (*Sweet Eve* und *Eve´s Delight*, letztere nur 2009) wiesen die jeweils höchsten Gehalte an Zucker und Säure auf.

Auch bei diesen beiden Analyseparametern lässt sich feststellen, dass die jahresbedingten Schwankungen mit ihren unterschiedlichen Erträgen und Blatt-/Fruchtverhältnissen eine bedeutend größeren Einfluss auf die Gehalte an Zucker und Säure hatten als das Bedachungssystem.

Tabelle 4.6: Einfluss verschiedener Bedachungssysteme und Sorten auf den Zucker- (Brix°) und den Zitronensäuregehalt (mg/100 g FM), 2010/2011.

Zucker (Brix°)	2010¹			2011²		
	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Everest	10,4	10,9	10,6	7,8	7,4	7,6
Albion	11,6	11,3	11,4	7,8	7,4	7,6
Evi 2	8,9	8,7	8,8	6,0	5,3	5,6
Sweet Eve	12,5	11,6	12,0	8,7	8,3	8,5
Mittelwert	10,8	10,6		7,5	6,8	
Zitronensäure (mg/100g FM)	Kappe	Freiland	Mittelwert	Kappe	Freiland	Mittelwert
Everest	1,07	0,87	0,97	0,79	0,85	0,82
Albion	1,12	1,06	1,09	1,02	0,90	0,96
Evi 2	1,02	0,92	0,97	0,82	0,73	0,78
Sweet Eve	1,11	1,05	1,08	0,72	0,33	0,52
Mittelwert	1,08	0,98		0,84	0,70	

Aufgrund eines zu geringen Stichprobenumfangs erfolgte in beiden Versuchsjahren keine statistische Auswertung. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte.

¹ Mittelwerte über einen Analysetermin, ² Mittelwerte über zwei Analysetermin.

4.5 Praxisbetriebe

In 2010 fanden auf dem Praxisbetrieb Heinz Bursch Angießversuche mit Pflanzenstärkungsmitteln statt. Leider waren die Pflanzen sehr schlecht gesetzt, so dass der Versuch aufgrund der Uneinheitlichkeit der Pflanzen nicht ausgewertet werden konnte.

4.6 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Der Freilandanbau rentiert sich unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten mit den Sorten *Everest* und *Evi 2*, da hier marktfähige Erträge um die 200 dt/ha möglich sind.

Ertragsabhängige Kosten

Die ertragsabhängigen Kosten liegen im Vergleich mit den einmaltragenden Sorten gut 10 Cent höher, da die Plückleistung geringer ist (weniger reife Früchte pro Pflücke) und außerdem die nicht marktfähigen Früchte mit aus der Fläche entnommen werden müssen, um die Infektion von reifenden Früchten zu vermeiden. Die ertragsabhängigen Kosten liegen somit in der Summe bei 1,16 Euro pro kg vermarktbarer Ware.

Kosten für den Freilandanbau

Für den ökologischen Freilandanbau mit remontierenden Erdbeersorten stehen bislang nur konventionelle Jungpflanzen zur Verfügung, da sich aufgrund der geringen Nachfrage bislang kein ökologischer Vermehrer mit diesen Jungpflanzen beschäftigt hat. Die Jungpflanzen kosten im Durchschnitt 25 Cent das Stück, wodurch Kosten von 7.500 € pro ha bei 30.000 Pflanzen/ha entstehen (Abb 4.7). Hinzu kommen vergleichbare Kosten wie bei den einmaltragenden Sorten, jedoch fallen die Kosten für Saisonarbeitskräfte höher aus, so dass insgesamt Kosten von fast 18.000 €/ha entstehen. Hinzu kommen Intensivierungskosten von 4.500 €/ha für die Dammkultur und die Abdeckung der Jungpflanzen mit Folie.

Vollkostenrechnung

Für die Abdeckung der Vollkosten wurden 70 Cent/kg Deckungsbeitrag berechnet. Die Vollkostenermittlung ist, wie auch bei den einmaltragenden Sorten, sehr stark vom Ertrag der Früchte anhängig. Die Erträge sollten sich auf ungefähr 200 dt/ha belaufen, damit das kg marktfähige Ware in der Produktion unter 3 €/kg liegt (Abb 4.8).

Tabelle 4.7: Vollkosten in Euro je kg marktfähige Ware durchkalkuliert mit Frigopflanzen (Pflanzung Ende März).

Produktionsverfahren		
Remontierende Erdbeeren, Pflanzung März, Bodenkultur		
Pflanzmaterial	30.000 x 0,25 €	7.500
Pflanzenschutz/ Düngung		1.550
Stroh	150 dt x 10,00 €	1.500
Wasser	2.500 m ³ x 0,60 €	1.500
Saisonlöhne	500 h x 8,50 €	4.250
Handhacke	80 h x 8,50 €	680
Variable Maschinenkosten		800
Summe/ha		17.780

Tabelle 4.8: Vollkosten in Euro je kg marktfähige Ware durchkalkuliert mit Frigopflanzen (Pflanzung Ende März).

Vollkosten in Euro/kg							
Ertrag in dt/ha	140	160	180	200	220	240	260
Ertragsunabhängig, 17.780 €/ha	1,27	1,11	0,99	0,89	0,81	0,74	0,68
Intensivierungskosten, 4.530 €/ha	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17
Pflücken, Verpackung, Vermarktung	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Direktkosten	2,75	2,55	2,40	2,28	2,17	2,09	2,02
Allgemeins Kosten, Lohnansatz	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Vollkosten	3,45	3,25	3,10	2,98	2,87	2,79	2,72

Die Wirtschaftlichkeit der in Köln-Auweiler getesteten Verfahren offener Tunnel (2009) bzw. Regenkappe (2010/2011) hat sich, im Vergleich zum Freiland, als nicht rentabel herausgestellt. Dies ist vor allem auf die zu geringen Erträge und die hohen Verluste unter der Bedachung zurückzuführen (vgl. Tab. 4.1 und Tab. 4.2). Hinzu kommt, dass die Nachfrage nach Erdbeeren im Sommer nachlässt und die verfügbaren remontierenden Erdbeersorten für den ökologischen Anbau geschmacklich wahrscheinlich nicht ausreichend sind. Die neuen wohlschmeckenden Sorten *Sweet Eve* und *Eve's Delight* aus England haben auf schweren Böden wie in Köln-Auweiler jedoch zu geringe Erträge und noch höhere Ausfälle als die bewährten Sorten *Everest* und *Evi 2* (vgl. Tab. 4.1 und Tab. 4.2). Nach den Erkenntnissen dieses Projekts dürften Wartebeetpflanzen mit einmaltragenden Sorten im Vergleich zu einer Bedachung von remontierenden Erdbeeren die bessere Alternative sein.

4.7 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Der Anbau der remontierenden Erdbeersorten ist im Vergleich zum Anbau der einmaltragenden Sorten nicht so günstig verlaufen. Die Erträge des ersten Versuchsjahres waren eindeutig zu niedrig, wobei im zweiten Versuchsjahr auch im konventionellen Anbau sehr geringe Erträge erzielt wurden. Das dritte Versuchsjahr dürfte in Bezug auf die Gesamterträge als repräsentativ gelten. Die Informationen, die aus diesen drei Jahren gewonnen wurden, sind als nicht abschließend zu betrachten, können aber schon einige konkrete Anhaltspunkte geben.

Zusammenfassend lässt sich für den Anbau von remontierenden Erdbeersorten sagen, dass nach den vorliegenden Ergebnissen der Anbau auf schweren Böden eher als ungünstig zu bezeichnen ist. Hinzu kommt, dass der Geschmack der remontierenden Sorten weniger angenehm ist im Vergleich zu den einmaltragenden Sorten und die Nachfrage nach Erdbeeren ab Juli beträchtlich nachlässt. Auf leichteren Böden ohne *Verticillium*-Befall dürfte jedoch ein Anbau dieser Sorten möglich sein. Empfehlenswert wären die wohlschmeckenden Sorten *Sweet Eve* und *Eve's Delight* aus England, auch wenn der Ertrag geringer ausfällt als bei den Sorten *Everest* und *Evi 2*.

Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Bislang wurden die Ergebnisse in schriftlicher Form (vgl. Kap. 8) und bei Feldbegehungen vorgestellt. Es wird noch einen weiteren Artikel dazu in der *Öko-Obstbau Zeitschrift* veröffentlicht werden.

5 Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war die Überprüfung der Frage, inwieweit eine Bedachung von ökologisch erzeugten Erdbeeren die Produktionssicherheit erhöht und den Angebotszeitraum verlängert. In den Jahren 2009 bis 2011 wurden hierzu am Gartenbauzentrum der Landwirtschaftskammer NRW in Köln-Auweiler Bedachungsversuche mit Folientunneln (geschlossener Tunnel, Regenkappe) im Vergleich zum Freiland durchgeführt. Verwendet wurden sechs (2009) bzw. vier (2010/2011) einmaltragende Erdbeersorten (*Clery*, *Elsanta*, *Darselect*, *Sonata*, *Antea*, *Malwina*) und sechs (2009) bzw. vier (2010/2011) remontierende Erdbeersorten (*Everest*, *Evi 2*, *Albion*, *Charlotte*, *Sweet Eve*, *Eve's Delight*). Es wurden Pflanzenstärkungsmittelversuche im Bestand durchgeführt. Nach der Ernte wurde das Lagerungsverhalten der Früchte untersucht und deren Verfall protokolliert, um die Haltbarkeit bei Raumtemperatur zu dokumentieren. Ebenfalls wurde von frischen Früchten die Fruchtfestigkeit und die Fruchthautfestigkeit sowie deren Inhaltsstoffe Zucker und Säure gemessen. Abschließend wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung aller Verfahren durchgeführt.

In Bezug auf die einmaltragenden Erdbeersorten waren in den ersten beiden Versuchsjahren die Erträge im geschlossenen Tunnel verglichen mit der Regenkappe und dem Freiland am höchsten. Im letzten Versuchsjahr 2011 wurde dieses Ergebnis aufgrund sehr warmer Witterung, bei der es im geschlossenen Tunnel zu Hitzestresserscheinungen kam, nicht bestätigt. Die Regenkappe schnitt in zwei von drei Versuchsjahren ebenfalls positiv ab. Sie fungierte bei Spätfrösten als Frostschutz und bei sehr warmer Witterung Hitzestress hemmend, wodurch hier sehr hohe Erträge festgestellt wurden. Die in allen drei Jahren getesteten Sorten *Clery*, *Elsanta*, *Darselect* und *Sonata*, sowie die spätreife Sorte *Malwina* sind für den ökologischen Anbau geeignet. Durchgeführte Pflanzenstärkungsmittelversuche führten aufgrund fehlenden Krankheitsdrucks zu keinen Ergebnissen.

Die Früchte aus dem geschlossenen Tunnel waren qualitativ am besten. Dies zeigte sich sowohl in der Lagerung bei Zimmertemperatur als auch bei der Analyse der Inhaltsstoffe Zucker und Säure bzw. der Festigkeit der Früchte. Die Früchte aus dem Freiland verdarben aufgrund des Regeneinflusses am schnellsten, die Früchte aus der Regenkappe befanden sich in den genannten Analyseparametern zwischen Tunnel und Freiland.

Wirtschaftlich rentiert sich der Freilandanbau von Erdbeeren mit Topfgrünpflanzen bei Erlösen von 3,10 € bzw. 3,50 € pro kg verkaufsfähige Ware. Mit Frigopflanzen sind Vollkosten unter 3 € pro kg möglich. Für den Tunnelanbau bzw. den Regenkappenanbau sind 4 € bis 4,50 € pro kg

marktfähige Ware zu veranschlagen (Topfgrünpflanzen), mit Frigopflanzen sind Vollkosten unter 4 € pro kg möglich.

In Bezug auf die remontierenden Erdbeersorten schwankten die Erträge zum Teil stark. Hier lässt sich keine eindeutige Aussage zugunsten einer Bedachung machen. Die Erträge unter der Regenkappe bzw. dem offenen Tunnel waren im Vergleich zum Freiland zu niedrig, um die zusätzlichen Kosten zu decken. Auch unterschieden sich die Früchte in ihrer Haltbarkeit bei Zimmertemperatur und Qualität kaum, so dass eine Bedachung nicht empfohlen wird. Geeigente Sorten sind die ertragsstarken Sorten *Everest* und *Evi 2* sowie die wohlschmeckenden Sorten *Sweet Eve* und *Eve's Delight*, wobei die Erträge zum Teil deutlich niedriger sein können als bei den ertragsstarken Sorten.

Die Bedachung von einmaltragenden Erdbeeren in Form eines geschlossenen Tunnels führte in fast allen untersuchten Punkten zu einer Qualitätsverbesserung. Die Bedachung der Pflanzen mit einer Regenkappe zeigte ebenfalls positive Auswirkungen im Vergleich zum Freiland. Daher wird der Anbau von einmaltragenden Erdbeersorten sowohl im geschlossenen Tunnel als auch unter der Regenkappe befürwortet. Die Bedachung der remontierenden Sorten führte im vorliegenden Projekt kaum zu einer Qualitätsverbesserung im Vergleich zum Freiland, weshalb von der Bedachung aus Kostengründen abgeraten wird. Der Anbau im Freiland ist auf schweren Böden tendenziell als ungünstig zu betrachten. Es sollten gesunde Böden verwendet werden. Untersuchungen auf das Vorkommen von *Verticillium dahliae* im Boden werden angeraten. Auf einen rechtzeitigen Einsatz von Nützlingen im Tunnel ist zu achten.

6 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Ziel dieser Arbeit war die Überprüfung der Frage inwieweit eine Bedachung von ökologisch erzeugten Erdbeeren die Produktionssicherheit erhöht und den Angebotszeitraum verlängert. Diese Frage konnte für den Anbau von einmaltragenden Erdbeersorten im geschlossenen Folientunnel bzw. unter einer Regenkappe aufgrund der Ergebnisse bejaht werden. Mit dem Verfahren geschlossener Folientunnel ließ sich der Anbau um zwei bis drei Wochen verfrühen, der Anbau unter einer Regenkappe erzeugte bessere Qualitäten und wirkte sich positiv auf die Bestandesentwicklung aus.

Der an das Ende der Freilandsaison der einmaltragenden Sorten angrenzende Anbau von remontierenden Erdbeersorten stellte sich auf den schweren Böden der Kölner Bucht als deutlich schwieriger heraus. Die Überprüfung der Fragestellung war erfolgreich, jedoch ist die Konsequenz, dass von einem Anbau tendenziell abzuraten ist. Die Sorten entwickelten sich auf dem schweren Boden nicht so wüchsig, wie dies auf Standorten mit leichtem Boden zu finden ist. Wesentlicher Punkt war, dass in der Kombination mit dem schweren Boden selbst geringe Mengen an *Verticillium dahliae* im Boden zum Absterben von Pflanzen führten. Die Bedachung mit einer Regenkappe führte zu keiner Verbesserung der Situation. Von daher ist auf schwere Standorten auch mit geringem *Verticillium*-Befall tendenziell von remontierenden Sorten abzuraten. Auf leichteren, gesunden Böden dürfte dies eher möglich sein. Die Verwendung von einmaltragenden Sorten, verspätet als Wartebeetkultur, könnte eine günstigere Alternative für einen Betrieb darstellen, der in den Sommermonaten Erdbeeren produzieren möchte. Dies bedarf allerdings weiterer Untersuchungen.

7 Literaturverzeichnis

- ACHILLES, A. (2005) *Ökologischer Obstbau, KTBL-Datensammlung*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.(KTBL), Darmstadt.
- DAUGAARD, H. (1999) *Cultural methods for controlling Botrytis cinerea Pers. in strawberry*. Biological Agriculture and Horticulture, 16: 351–361.
- HANCOOK, J. F. (1999) *Strawberries*. CABI Publishing, Cambridge.
- KADIR, S., E. CAREY & S. ENNAHLI (2006) *Influence of high tunnel and field conditions on strawberry growth and development*. HortScience, 41(2): 329–335.
- KLEIN, D. & L. LINNEMANNSTÖNS (2011) *Influence of roofing systems and field production on the yield stability of organically grown strawberries*. Acta horticulturae.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2004) *Erdbeeren im Tunnel kultivieren*. Spargel und Erdbeerprofi, 54–57.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2005) *Erdbeeranbau im Wandertunnel*. In *Vortrag Bundesbeerenobstseminar, Weinsberg, 01.02.2005*.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2007) *Erdbeerproduktion im Wandertunnel - Chancen und Risiken*. Obstbau, 280–284.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2007a) *Übertunnelung im ökologischen Erdbeeranbau erfolgreich*. Berichte Deutscher Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH.
- LINNEMANNSTÖNS, L. (2009) *Folientunnel und Gewächshäuser im Erdbeeranbau*. In *Dierend, W. (Hrsg.), Kulturschutzeinrichtungen im Obstbau*, 93–95.
- XIAO, C. L., C. K. CHANDLER, J. F. PRICE, J. R. DUVAL, J. C. MERTELY & D. E. LEGARD (2001) *Comparison of epidemics of botrytis fruit rot and powdery mildew of strawberry in large plastic tunnel and field production systems*. Plant Disease, 85(8): 901–909.
- ZMP (2007) *ZMP Marktbilanz Obst 2007*. Technischer Bericht, ZMP Verlag Bonn.

8 Veröffentlichungen

Artikel

KLEIN, D (2012): *Tunnelanbau macht die Öko-Erdbeerproduktion sicherer*, Spargel und Erdbeer-Profi, 60-62

KLEIN, D (2012): *Nutzung von Folientunneln im ökologischen Erdbeeranbau - Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit*, Öko-Obstbau, 6-9

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Influence of roofing systems and field production on the yield stability of organically grown strawberries*. Acta horticulturae, 101-108

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Ertragssicherheit von Öko-Erdbeeren, drittes Versuchsjahr*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss verschiedener Pflanzmaterialien auf den Ertrag von Öko-Erdbeeren im Freilandanbau*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Fruchtqualität von Öko-Erdbeeren, drittes Versuchsjahr*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Haltbarkeit von Öko-Erdbeeren, drittes Versuchsjahr*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss geschlossener Tunnel bei remontierenden Erdbeeren im ökologischen Anbau*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Haltbarkeit in der Lagerung von Öko-Erdbeeren (2-jährige Ergebnisse)*, Jahrbuch Gartenbau, 266-268

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Ertragssicherung und Verlängerung der Angebotszeit durch den Einsatz von Tunnel im ökologischen Erdbeeranbau*, Poster, Tagung in Köln-Auweiler, 28.04.2011

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2011): *Sicherer Erdbeeranbau dank Tunnel*, Bio-land - Fachmagazin für den ökologischen Landbau, 17-18

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Ertragssicherheit von Öko-Erdbeeren, 2-jährige Ergebnisse*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Fruchtqualität von Öko-Erdbeeren, 2-jährige Ergebnisse*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Haltbarkeit in der Lagerung von Öko-Erdbeeren, 2-jährige Ergebnisse*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Ertragsentwicklung von remontierenden Erdbeeren im ökologischen Anbau*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Influence of roofing systems and field production on the yield stability of organically grown strawberries*. First Conference on Organic Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, The Netherlands, 11-14 Oktober 2010, Artikel im Tagungsband, 58-64

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2010): *Eignung von Überdachungssystemen für die Öko-Erdbeerproduktion*, Artikel im Tagungsband, Internationaler IVIF-Kongress, Stuttgart, 24-27 März 2010

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2009): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Ertragssicherheit von Öko-Erdbeeren*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2009): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Fruchtqualität von Öko-Erdbeeren*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2009): *Einfluss verschiedener Bedachungssysteme auf die Haltbarkeit in der Lagerung von Öko-Erdbeeren*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

KLEIN, D UND L. LINNEMANNSTÖNS (2009): *Einfluss einer Überdachung auf die Ertragsicherheit von remontierenden Erdbeeren im ökologischen Anbau*, Versuche in deutschen Gartenbau, Verband der Landwirtschaftskammern (Hsg.), Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH

Vorträge

KLEIN, D. (2011): *Erdbeeren ökologisch anbauen*, Beerenobsttag, Köln-Auweiler, 16.02.2011

KLEIN, D. (2011): *Nutzung von Folientunneln im ökologischen Erdbeeranbau*, Ökologische Beerenobsttagung, Weinsberg, 01.03.2011

KLEIN, D. (2010): *Influence of roofing systems and field production on the yield stability of organically grown strawberries*, First Conference on Organic Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, The Netherlands, 11-14.10.2010

KLEIN, D. (2010): *Eignung von Überdachungssystemen für die Öko-Erdbeerproduktion*, Internationaler IVIF-Kongress, Stuttgart, 24-27.03.2010

LINNEMANNSTÖNS, L. (2009): *Erfahrungen mit dem geschützten Anbau von Öko-Erdbeeren*, Bundesarbeitstagung für Fachberater im Beerenanbau, Grünberg 17.11.2009

KLEIN, D. (2009): *Verbesserung der Produktionssicherheit und Verlängerung des Angebotszeitraumes durch Anbau von Öko-Erdbeeren im Folientunnel*, Vorstellung des Projekts auf der Ökologische Beerenobsttagung, Weinsberg, 04/05.03.2009

Sowie mehrere Vorträge bei Projekttreffen und Führungen/Rundgängen von Praktikern in Köln-Auweiler.