

Apfelanbau unter Einzelreihenhagelnetzen

Schriftenreihe, Heft 9/2019



Anbau von Tafeläpfeln unter Einzelreihenhagelnetzen

Christian Kröling

1	Einleitung und Zielstellung	6
2	Versuchsdurchführung.....	7
2.1	Klassifikation der Fruchtgrößenverteilung und Ausfärbung	9
2.2	Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR).....	9
2.3	Deckungsbeitragsrechnung der Einzelverfahren in den Junganlagen	9
2.4	Betriebswirtschaftlicher Vergleich der Varianten.....	9
3	Ergebnisse und Diskussion	10
3.1	Allgemeine Ergebnisse.....	10
3.1.1	Zusätzlicher jährlicher ermittelter Arbeitszeitbedarf	10
3.1.2	Zusätzliche jährliche ermittelte Kosten.....	11
3.1.3	Minderung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR)	11
3.2	Sorte 'Elstar'	12
3.2.1	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht	12
3.2.2	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung	14
3.2.3	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung	14
3.2.4	Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit.....	15
3.3	Sorte 'Pinova'	18
3.3.1	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht	18
3.3.2	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung	20
3.3.3	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung	20
3.3.4	Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit.....	21
3.4	Sorte 'RoHo 3615' Evelina®.....	24
3.4.1	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht	24
3.4.2	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung	26
3.4.3	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung	27
3.4.4	Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit.....	28
3.5	Sorte 'Braeburn'	31
3.5.1	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht	31
3.5.2	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung	32
3.5.3	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung	33
3.5.4	Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit.....	34
3.6	Sorte 'Fresco'	37
3.6.1	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht	37
3.6.2	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgröße	38
3.6.3	Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung	39
3.6.4	Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit.....	40
4	Zusammenfassung.....	42
	Literaturverzeichnis.....	44
	Anhang	45

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Pflanzplan und Versuchsaufbau	8
Abbildung 2:	Wuchsveränderung der Bäume unter dem Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes	11
Abbildung 3:	Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung mit und ohne Einnetzung	12
Abbildung 4:	Ertragsparameter der Sorte 'Elstar' Elshof® in Abhängigkeit von der Einnetzung	13
Abbildung 5:	Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Elstar' Elshof® in Abhängigkeit von der Einnetzung	14
Abbildung 6:	Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante, Sorte 'Elstar' Elshof®	15
Abbildung 7:	Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Elstar' Elshof®	15
Abbildung 8:	Ertragsparameter der Sorte 'Pinova' in Abhängigkeit von der Einnetzung.....	19
Abbildung 9:	Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Pinova' in Abhängigkeit von der Einnetzung	20
Abbildung 10:	Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Pinova'	21
Abbildung 11:	Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante, Sorte 'Pinova'	21
Abbildung 12:	Ertragsparameter der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® in Abhängigkeit von der Einnetzung	26
Abbildung 13:	Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® in Abhängigkeit von der Einnetzung ..	27
Abbildung 14:	Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®	28
Abbildung 15:	Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®.....	28
Abbildung 16:	Ertragsparameter der Sorte 'Braeburn' Mariri Red® in Abhängigkeit von der Einnetzung	32
Abbildung 17:	Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Braeburn' Mariri Red® in Abhängigkeit von der Einnetzung ..	33
Abbildung 18:	Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Braeburn' Mariri Red®	34
Abbildung 19:	Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Braeburn' Mariri Red®	34
Abbildung 20:	Ertragsparameter der Sorte 'Fresco' Wellant® in Abhängigkeit von der Einnetzung	38
Abbildung 21:	Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Fresco' Wellant® in Abhängigkeit von der Einnetzung.....	39
Abbildung 22:	Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Fresco' Wellant®	40
Abbildung 23:	Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Fresco' Wellant®.....	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Definition der Versuchsvarianten.....	7
Tabelle 2:	Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten, Sorte 'Elstar' Elshof....	13
Tabelle 3:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis	16
Tabelle 4:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis.....	17
Tabelle 5:	Summe der Deckungsbeiträge der Hagelnetzvarianten mit Anwendungsrelevanz	18
Tabelle 6:	Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Pinova' ..	19
Tabelle 7:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis	22
Tabelle 8:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis.....	23
Tabelle 9:	Summe der Deckungsbeiträge der Hagelnetzvarianten mit Anwendungsrelevanz	24
Tabelle 10:	Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®.....	25
Tabelle 11:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis	29
Tabelle 12:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis.....	30
Tabelle 13:	Summe der Deckungsbeiträge ausgewählter Hagelnetzvarianten	31
Tabelle 14:	Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Braeburn' MaririRed®.....	32
Tabelle 15:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis	35
Tabelle 16:	Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis.....	36
Tabelle 17:	Summe der Deckungsbeiträge ausgewählter Hagelnetzvarianten	37
Tabelle 18:	Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Fresco' Wellant®.....	38
Tabelle 19:	Wirtschaftlichkeit eines Einzelreihenhagelnetzes in Bezug zur Häufigkeit von Hagelereignissen	43

1 Einleitung und Zielstellung

Im Zuge der klimatischen Veränderungen ist auch in Sachsen ein kontinuierlicher Temperaturanstieg zu verzeichnen. Damit verbunden steigt das Risiko für das Auftreten von Wetter- und Witterungsextremen, zu denen Hitze/Dürre, Stürme sowie Starkregen zählen. Eine rückblickende Betrachtung des Niederschlagsverlaufes in Sachsen, beginnend ab 1961, zeigt eine Abnahme der Niederschlagssumme zwischen April und Juni (Vegetationsperiode I), sowie eine Zunahme von Juli bis September (Vegetationsperiode II), wobei deren Starkregenanteil sowohl in Häufigkeit als auch in Intensität zugenommen hat (FRANKE 2015). Dies bedeutet, dass trockene Witterungsabschnitte zunehmend von Starkregenereignissen unterbrochen werden. Für den Obstbau sind insbesondere die Starkregenereignisse im Sommer problematisch, da sie gemeinsam mit Hagel auftreten können, was zu Ertrags-, Qualitäts- und Ernteeinbußen führt. Insbesondere in der Zeit ab Juli bis September können Hagelschläge extrem großen Schaden an den sich entwickelnden Früchten verursachen und im Extremfall einen totalen Ernteausfall bedeuten.

Ein wichtiger Baustein im betrieblichen Risikomanagement sind Hagel- und Mehrgefahrenversicherungen. Diese sichern jedoch lediglich die Liquidität und leisten in der Regel keinen vollen Ausgleich des Hagelschadens. Mit dieser Strategie bleiben die wirtschaftliche Auslastung des Lagers und der Sortierung, sowie die kontinuierliche Belieferung der Handelspartner völlig unberücksichtigt (BÜCHELE 2017).

Um Schäden an Früchten direkt vorzubeugen, hat sich in Gebieten mit regelmäßigen Hagelereignissen der Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetzen als ein wichtiges Instrument bewährt.

Nach BÜCHELE 2017 haben diese den verschiedensten Ansprüchen zu genügen: Beispielsweise müssen sie enormen Kräften durch Wind und Eislast nach einem Hagelereignis widerstehen können, um eine lange Lebensdauer der gesamten Anlage zu gewährleisten. Gelingt dies, werden die hohen Investitionskosten, welche bei der Errichtung entstehen, über einen langen Zeitraum abgeschrieben.

Die in weiten Teilen deutscher Apfelanbaugebiete etablierten Großhagelnetze mit Trapez- oder Giebeldachkonstruktion bringen in lichtärmeren Regionen, wie Sachsen, entscheidende Nachteile mit sich. Die Verminderung der für die Photosynthese relevanten Strahlung unter dem Netz führt zu einem verstärkten Triebwachstum, verminderten Erträgen, einer ungünstigen Fruchtgrößenverteilung und schlechten Fruchtausfärbung der Äpfel. Neue Systeme zielen darauf ab, die bekannten Nachteile, insbesondere den Lichtmangel, zu beheben. Hierbei stehen vor allem Einzelreihensysteme im Fokus, welche flexibel auf- und abgerollt werden können. Diese bestechen durch ihre kostengünstige Bauart, wobei sie die Möglichkeit der Beschattungsreduktion durch Aufrollen des Schutznetzes bieten.

Ziel des Projektes war es, zu untersuchen, welche Auswirkungen verschiedene Varianten eines Einzelreihenhagelnetzes auf den Ertrag, die Fruchtgrößenverteilung, die Ausfärbung der Äpfel und die zu erwartende Marktleistung haben. Ferner sollte untersucht werden, ab welcher Häufigkeit eines Hagelereignisses die Installation eines derartigen Netzsystems betriebswirtschaftlich sinnvoll ist.

2 Versuchsdurchführung

Das Vorhaben wurde als Freiland-Versuch durchgeführt. Die Versuchsanlage befand sich auf dem Versuchsfeld des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Dresden-Pillnitz (Höhe: 120 m NN). Der Versuch wurde unter praxisähnlichen Bedingungen in einer integriert bewirtschafteten Apfelintensivanlage mit den Sorten 'Elstar' Elshof®, 'Pinova', 'Pinova' Evelina®, 'Braeburn' Mariri Red sowie 'Fresco' Wellant® auf der Unterlage M9 im Zeitraum von 2015 bis 2017 durchgeführt. Die Pflanzung erfolgte 2008 mit einem Reihen- und Pflanzabstand von 3,20 m x 1 m, wobei acht Reihen mit jeweils 45 Bäumen pro Sorte zuzüglich drei Zierbäumen als Befruchtersorte angelegt wurden. Die Bäume standen auf einer Parabraunerde mit einer durchschnittlichen Bodenwertzahl von 65. Klimatisch ist die Region kontinental geprägt und hat im langjährigen Mittel (1961 bis 2013) eine Jahresdurchschnittstemperatur von 9,6 °C und einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 620 mm (RANK 2015).

Im Jahr 2012 wurde das Whailex® Hagelnetz für Einzelreihen (nachfolgend als Einzelreihenhagelnetz bezeichnet) installiert. Der Aufbau wurde in 2015 dahingehend modifiziert, dass die fünf in Abbildung 1 dargestellten und in Tabelle 1 beschriebenen Netzvarianten als Versuchsglieder miteinander verglichen werden konnten. Ursprünglich waren alle Bäume mit dem Netz in gleicher Weise ausgestattet, was den Vergleich verschiedener Varianten des Öffnens und Schließens des Netzes unmöglich machte.

Tabelle 1: Definition der Versuchsvarianten

Variante	Beschreibung
angepasst	Schließen und Öffnen der Netze nach Hagel- und Unwetterwarnung
ab Juni auf	Schließen des Netzes nach der Blüte und Öffnen nach dem Junifruchtfall
bis Juni auf	Schließen des Netzes nach dem Junifruchtfall und Öffnen vor der Ernte
immer auf	kein Netz vorhanden
immer zu	Schließen des Netzes nach der Blüte und Öffnen vor der Ernte

ZB	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
45	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
44	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
43	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
42	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
41	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
40	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
39	5	5	◆	5	5	5	5	◆
38	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
37	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
36	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
35	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
34	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
33	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
32	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
31	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
30	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
29	4	4	◆	4	4	4	4	◆
28	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
27	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
26	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
ZB	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
25	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
24	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
23	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
22	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
21	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
20	3	3	◆	3	3	3	3	◆
19	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
18	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
17	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
16	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
15	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
14	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
13	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
12	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
11	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10	2	2	◆	2	2	2	2	◆
9	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
8	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
7	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
6	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
5	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
4	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
3	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
2	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
1	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
ZB	1	1	◆	1	1	1	1	◆
	Evelina	Pinova	Wellant	Wellant	Mariri Red	Mariri Red	Elshof	Elshof
Nr. R	18	17	16	15	14	13	12	11

Nr.	Varianten	HN zu 2015		HN zu 2016		HN zu 2017	
		von	bis	von	bis	von	bis
1	angepasst						
2	ab Juni auf	4.5	22.6	19.5	30.6	12.5	3.7
3	bis Juni auf	22.6	Ernte	1.7	Ernte	3.7	Ernte
4	immer auf	----	----	----	----	----	----
5	immer zu	4.5	Ernte	19.5	Ernte	12.5	Ernte
1	angepasst	4.5	6.5	23.5	25.5	12.5	16.5
		12.5	13.5	27.5	6.6	2.6	7.6
		25.5	26.5	13.6	17.6	22.6	30.6
		5.6	9.6	25.7	1.8	7.7	11.7
		12.6	15.6			28.7	31.7
		26.6	29.6			4.8	7.8
		3.7	13.7			18.8	21.8
		14.8	25.8			31.8	4.9
		1.9	8.9				

Mechanische Ausdünnung (1/2 Fadenzahl)			
Sorte	Dat.	U/min	km/h
Elshof	--	--	--
Mariri R.	29.4.15	200	6
Wellant	--	--	--
Pinova	30.4.15	200	6
Evelina	30.4.15	200	6

links: Pflanzung der einzelnen Sorten (Sortenname am Reihenbeginn) mit fortlaufender Nummerierung der Bäume (linker Rand) von 1 bis 45 und ZB: Zierbaum; Netzvarianten sind durch die unterschiedlichen Farben hervorgehoben, wobei die Nummern 1 bis 5 jeweils die Position des ersten Versuchsbaumes der Variante markieren;

1, angepasst: an Gewitterwarnung angepasstes Öffnen und Schließen des Netzes; 2, ab Juni auf: Netz wurde nach der Blüte bis zum Junifruchtfall geschlossen; 3, bis Juni auf: Netz wurde nach Junifruchtfall bis zur Ernte geschlossen; 4, immer auf: Netz wurde nie geschlossen; 5, immer zu: Netz wurde nach der Blüte bis zur Ernte geschlossen;

oben rechts: Termine zum Öffnen und Schließen des Einzelreihenhagelnetzes für die jeweiligen Variante (fortlaufende Nummer und Farbkodierung entspricht der linken Teilabbildung);

unten rechts: Zeitpunkt und Umsetzung der mechanischen Ausdünnung in Abhängigkeit von der Sorte

Abbildung 1: Pflanzplan und Versuchsaufbau

Die vegetative Entwicklung der Bäume wurde durch Messen der Stammdurchmesser in 20 cm Höhe über der Veredelungsstelle festgehalten. Zur Blüte 2015 wurden zu stark blühende Sorten maschinell und nach dem Junifruchtfall zu stark tragende Astpartien per Hand ausgedünnt. Bedingt durch die Alternanz entfiel im Jahr 2016 die Behangsregulierung vor dem Junifruchtfall und es erfolgte nur eine Entlastung der Fruchtstände per Hand. Das schlechte Blühwetter und die Gefahr von Blütenfrost 2017 führte zur Entscheidung auf eine Ausdünnung zur Blüte zu verzichten und die Bäume ausschließlich nach dem Junifruchtfall zu entlasten.

Die Parameter Behang [Anzahl Früchte je Baum], Fruchtgröße und -gewicht sowie Ausfärbung wurden durch Einzelbaumerfassung aller Früchte von 5 gesunden und vergleichbaren Bäumen mittels der Sortierkamera und einem Sortierprogramm erhoben.

2.1 Klassifikation der Fruchtgrößenverteilung und Ausfärbung

Für die Auswertung der Fruchtgrößenverteilung wurden 8 Größenklassen gebildet, wobei eine Klasse dem Anteil an Früchten in einem definierten Größenbereich, mit einer Abstufung in 5 mm Schritten, beginnend mit einer Klasse kleiner 60 mm und endend mit einer Klasse größer 90 mm, entsprach.

Die Auswertung der Deckfarbenausprägung erfolgte mittels Bildung von fünf Farbklassen, wobei eine Farbklasse dem Anteil der Deckfarbe auf der Fruchtschale, abgestuft in 20 % Schritten, entsprach.

2.2 Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR)

Die photosynthetisch aktive Strahlung entspricht dem Teil des Lichtes, der von Pflanzen und anderen photosynthetisch aktiven Organismen für die Photosynthese genutzt werden kann. Der Wellenlängenbereich erstreckt sich hierbei von 400 nm bis 700 nm. Als Messgerät stand das JuniorPam mit dem Monitoring Leaf-Clip JUNIOR-B mit Mikro-Quanten-Sensor und Ni-CrNi-Thermoelement, inklusive der Software WinControl-3 Professional (Heinz Walz GmbH Mess- und Regeltechnik) zur Verfügung.

2.3 Deckungsbeitragsrechnung der Einzelverfahren in den Junganlagen

Die Berechnung erfolgte für die definierte Flächeneinheit von 1 ha. Die Marktleistung (Erlös) wurde, in Abhängigkeit von der Sorte, anhand des Ertrages, der Fruchtgröße und der Ausfärbung nach einem Preisschlüssel der regionalen Vermarkter berechnet. Kosten für Düngung und Pflanzenschutz, Stammarbeitskräfte, Sonstiges, Zinsansatz (2 %; 9 Monate) und variable Maschinenkosten allg. stammen aus BÜCHELE 2017 und sind bezogen auf eine Flächenleistung von 550 dt/ha mit einem Tafelobstanteil von 90 %. Die variablen Kosten für das Öffnen und Schließen des Hagelnetzsystems basieren auf Messungen im Versuchsfeld Dresden Pillnitz (Punkt 3.1.1).

Abgeleitet aus DIETIKER und HANHART 2017 ergab sich ein Arbeitszeitbedarf für einen angenommenen Behang von 80 Früchten/Baum von 324 Akh in der Ernte, 120 Akh für die Ausdünnung und 66 Akh für den Schnitt. In den Varianten erfolgte eine Anpassung hinsichtlich der Ernte- und Ausdünnungszeiten über den tatsächlichen Behang (Anzahl Früchte je Baum). Der Arbeitszeitbedarf für den Schnitt wurde, mangels Zahlen, über alle Varianten hinweg gleich betrachtet.

2.4 Betriebswirtschaftlicher Vergleich der Varianten

Als Vergleichsgrundlage der Varianten diente die Summe der jährlichen Deckungsbeiträge. Im Jahr 1 erfolgte die Berechnung der Marktleistung (Erlös) in der Variante ohne Netz über den Mostpreis (8 €/dt). Die Berechnung der Erlöse aller anderen Varianten sowie der Folgejahre wurden mit dem zugrundeliegenden Preisschlüssel der regionalen Vermarkter berechnet. Als betriebswirtschaftliche Schwelle wurde das Jahr angesehen, in dem der Deckungsbeitrag in der Variante ohne Netz den Deckungsbeitrag der Vergleichsvariante überstieg. Hierbei fanden vor allem die Varianten Beachtung, welche in der obstbaulichen Praxis Einzug halten (angepasst und immer offen). Die übrigen Versuchsglieder wurden nur bei besonderer Auffälligkeit herangezogen.

Die Erlöse beinhalten keinen Ausfall hervorgerufen durch, transport- und erntebedingte Druckstellen, Lagerverluste und innere Beschädigungen, welche sich in Praxisbetrieben auf 25 bis 40% belaufen können. Somit stellt der Erlös einen idealisierten Erlös dar.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Allgemeine Ergebnisse

Nach der partiellen Einnetzung der Bäume waren, in Abhängigkeit von der Variante, Unterschiede im Abgangswinkel der Neutriebe und damit einhergehend in der Trieblänge festzustellen. Der Neutriebzuwachs wurde in diesem Versuch nicht berücksichtigt.

Als Maß für die Entwicklung der Bäume wurde bei der Versuchsanstellung auf die Ermittlung der Stammdurchmesser zurückgegriffen. Das Kronenvolumen als Maß für das vegetative Wachstum wurde aufgrund der, das natürliche Wachstum einschränkenden bzw. beeinflussenden Wirkung der Hagelnetze, nicht herangezogen (Abbildung 2). DIEREND und BIER-KAMOTZKE zeigten, dass trotz verschiedener Unterlagen eine enge Korrelation zwischen Stammdurchmesser und Kronenvolumen besteht (DIEREND und BIER-KAMOTZKE, 2008).

3.1.1 Zusätzlicher jährlicher ermittelter Arbeitszeitbedarf

Der Arbeitszeitbedarf für einen Durchgang von Öffnen und Schließen der Netze muss mit 3 bis 6 Akh/ha angesetzt werden. Der Aufwand hängt im Wesentlichen von der Anzahl der Reihen je ha ab. Grundlage der hier getroffenen Aussage sind 36 Reihen je ha, bei einer Reihenlänge von 80 m. Einen weiteren nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf diesen Arbeitszeitbedarf haben das Wuchsverhalten und der Schnitzzustand der Bäume. Unter optimalen Bedingungen lassen sich die Netze ohne weitere Korrekturen auf- und abrollen. Eine Korrektur von lediglich zwei „Netzhängern“ (Abbildung 2), bei einer Reihenlänge von 80 m zieht eine Erhöhung des Arbeitszeitaufwandes von 2 min je Reihe nach sich. Somit können bei zwei Korrekturen in jeder Reihe 1,2 Akh/ha an Mehraufwand entstehen. Bei größeren Flächen ist zudem mit einer Ermüdung des Personals zu rechnen. Dies bewirkt einen Effizienzverlust von ca. 20 % und entspricht somit 0,25 bis 0,5 Akh/ha. Einsparungen von 0,66 Akh ergeben sich, wenn die Netze nicht mit den Gummibändern am Pfahl angebunden werden. Ob dies für die zuverlässige Funktionsweise notwendig ist, ließ sich nicht ermitteln.



Abbildung 2: Wuchsveränderung der Bäume unter dem Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes (links: verstärkter aufrechter Wuchs; rechts: Behinderung des Abrollens durch aufrechtstehende Äste)

3.1.2 Zusätzliche jährliche ermittelte Kosten

Unter Verwendung eines Arbeitgeber-Bruttolohns (ohne Gemeinkosten und Anteile für Krankheit oder Urlaub) von 10,87 €/Akh, ergeben sich Kosten für das einmalige Schließen und Öffnen des Netzes von rund 33 bis 65 €/ha und Jahr. Vorgesehen ist das System jedoch zum Öffnen und Schließen bei Gewitter- und Hagelwarnung. Im Durchschnitt der Jahre erfolgte dies sieben Mal zwischen Blüte und Ernte. Im Fall einer derartigen Nutzung entstehen nun wiederum Kosten von rund 230 bis 455 €/ha und Jahr.

Die Installationskosten betragen 9.190,66 €/ha (Nettopreis: 7.723,26 €/ha), bei einer Abschreibungsdauer von 15 Jahren, was der geschätzten Lebensdauer der Netze entspricht, ergibt sich eine jährliche Abschreibung von 612,71 €. Nach dieser Nutzungsdauer hat das Netz keinen Restwert mehr. Somit entstehen jährliche Kosten in Höhe von rund 843 bis 1.082 €/ha, bei sachgerechter Nutzung und rund 646 bis 678 € bei einmaliger Nutzung der Abrollfunktion.

3.1.3 Minderung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR)

Die Messung der PAR erfolgte in einem Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm. Am 20.04.2018, zwischen 15 und 16 Uhr ergaben sich hieraus Messwerte unter freiem Himmel von 1240 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ PAR. In der Peripherie des Baumes konnten bei geschlossenem Netz durchschnittlich 745,25 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ PAR (± 55) und bei geöffnetem Netz im Mittel 1.074,5 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ PAR (± 38) gemessen werden (Abbildung 3). Aufgrund der Beschattung im Inneren der Bäume (Abbildung 3 rechts) war die Ermittlung eines eindeutigen Messwertes nicht möglich, jedoch gelang es eine Schwankungsbreite aufzuzeichnen, welche sich mit Netz zwischen 460 und 540 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ PAR und ohne Netz zwischen 580 und 810 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ PAR bewegte. Somit ergab sich eine Minderung der photosynthetisch aktiven Strahlung von ca. 30 %, im Außenbereich des Baumes, welche auf die Wirkung des Hagelnetzes zurückzuführen war.



Abbildung 3: Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung mit und ohne Einnetzung; links: Messung in der Peripherie der Krone mit (unten) und ohne (oben) Einnetzung; rechts: Messung im Zentrum der Krone mit (unten) und ohne (oben) Einnetzung

3.2 Sorte 'Elstar'

3.2.1 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht

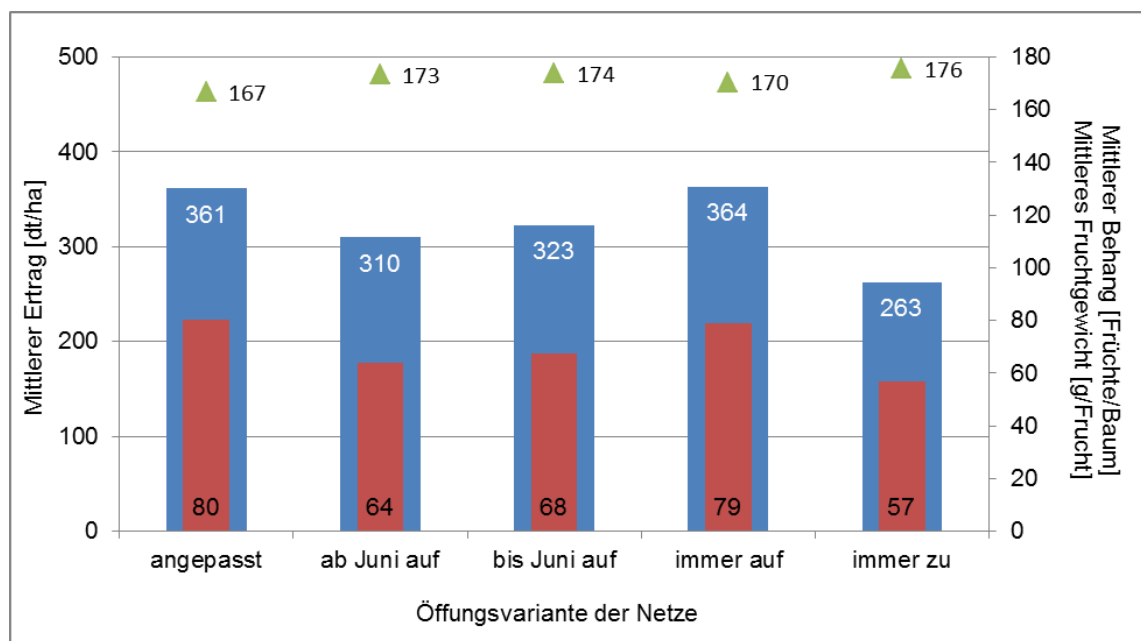
Betrachtet man den Ertrag, den Behang und die mittleren Fruchtgrößen, so konnten, bei der Sorte 'Elstar' Elshof® bereits nach dem ersten Versuchsjahr Unterschiede zwischen den Varianten des Einzelreihenhagelnetzes festgestellt werden (Anhang 1). Unterschiede in den Entwicklungszuständen der Bäume können als Ursache ausgeschlossen werden, da zu Untersuchungsbeginn relativ einheitliche Stammdurchmesser mit einem Mittel von 6,5 bis 6,9 cm festgestellt wurden. Im zweiten Untersuchungsjahr konnten jedoch relativ große Unterschiede im Zuwachs der Stammdurchmesser beobachtet werden (Tabelle 2). Diese lassen sich nicht mit starken Unterschieden im Behang erklären (Anhang 1), sondern stehen wahrscheinlich in engem Zusammenhang mit Variante und Sorte.

Tabelle 2: Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten, Sorte 'Elstar' Elshof.

Varianten	Stammdurchmesser [cm]				Zuwachs [cm]		
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
angepasst	6,5	6,9	7,7	8,0	0,4	0,8	0,4
ab Juni auf	6,5	6,9	7,9	8,3	0,4	1,0	0,4
bis Juni auf	6,9	7,3	7,9	8,3	0,4	0,6	0,4
immer auf	6,7	7,3	8,1	8,6	0,5	0,9	0,4
immer zu	6,9	7,4	8,0	8,4	0,4	0,7	0,4

Die Varianten mit stets geöffnetem Netz oder mit der angepassten Strategie erreichten im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre die höchsten Erträge, welche sich auf über 360 dt/ha und Jahr beliefen. Dem gegenüber erbrachten die Bäume unter dem stets geschlossenen Netz nur rund 70 bis 75 % dieses Ertrages. Zwischen der Variante, welche nach der Blüte bis zum Junifruchtfall geschlossen blieb und jener, die ab dem Junifruchtfall bis zur Ernte geschlossen wurde, traten keine wesentlichen Unterschiede auf. Sie erreichten rund 85 bis 90 % des Ertrages der Kontrolle ohne Einnetzung (Abbildung 4).

Die geschilderten Ertragsunterschiede resultierten vor allem aus den relativ großen Behangsschwankungen von 57 Früchten/Baum an den ab der Blüte stets eingenezten Bäumen bis hin zu durchschnittlich 79 bzw. 80 Früchten/Baum in den Varianten mit angepasster Strategie und ohne Hagelschutz. Das mittlere Fruchtgewicht blieb mit Durchschnittswerten von 166,7 bis 175,6 g/Frucht relativ konstant (Abbildung 4).

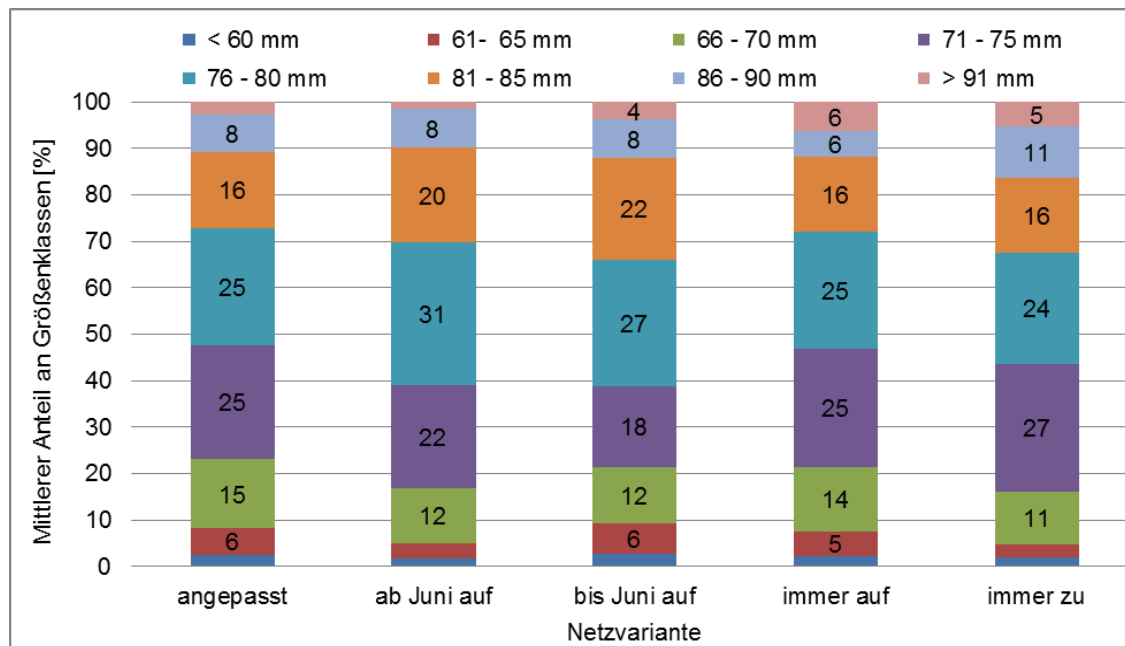


■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha
 ■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum
 ▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht.

Abbildung 4: Ertragsparameter der Sorte 'Elstar' Elshof® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.2.2 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung

Die oben aufgezeigten Behangunterschiede zwischen den Varianten wirkten sich jedoch nur sehr schwach auf die Fruchtgrößen und Fruchtgrößenverteilung aus, weshalb sich in Abbildung 5 ein sehr homogenes Bild ergibt. Laut FRIEDRICH, 1986 besteht eine negative Beziehung zwischen Behangsdichte und Fruchtgröße. Ursache ist die begrenzte Versorgung mit Nährelementen und Assimilaten aus der Photosynthese. Unter Berücksichtigung des Behangs lassen sich somit die Unterschiede in den Fruchtgewichten erklären. Diese fielen jedoch relativ gering aus. Zur Erklärung dieses Phänomens lassen sich zwei Ansätze heranziehen. Zum einen wird bei einem geringen Behang die sortentypische Fruchtgröße erreicht, weshalb die Unterschiede auf einem hohen Fruchtgrößenniveau sehr gering ausfallen (FRIEDRICH, 1986). Zum anderen ist die photosynthetisch aktive Strahlung unter dem Netz stark reduziert (siehe 3.1.3). Dies zieht unweigerlich ein Versorgungsdefizit nach sich und mögliche Effekte des Behangs auf die Fruchtgröße fallen geringer aus.

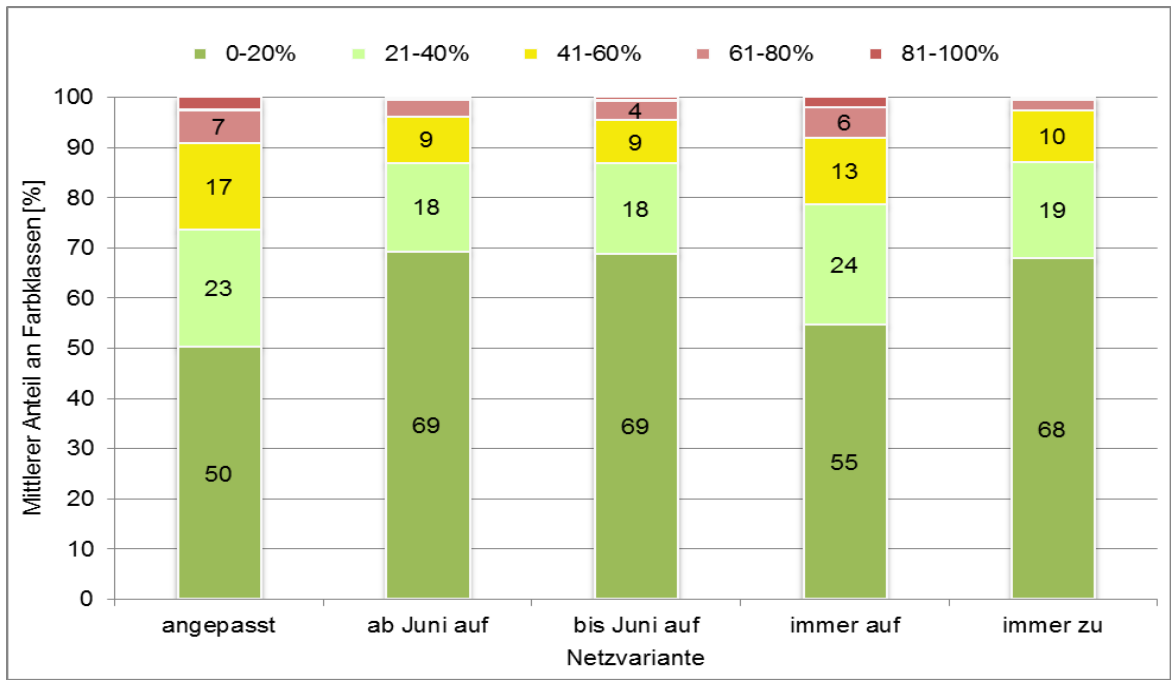


Zahlenwerte unter 4 % werden sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 5: Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Elstar' Elshof® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.2.3 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung

Entgegen der Annahme, dass ein geringerer Behang auch eine gesteigerte Ausfärbung nach sich zieht, wiesen die behangsschwächeren Varianten den höchsten Anteil an Früchten mit 0 bis 40 % Deckfarbe auf (Abbildung 6). Dieser Bereich ist, bezogen auf diese Sorte, besonders relevant für die indirekte Vermarktung. Die Variante „ohne Einnetzung“ hingegen wies einen Anteil von 21 % aller geernteten Früchten auf, deren Schale zu mehr als 40 % Deckfarbe hatten. Ein annähernd gleicher Wert für Früchte mit mehr als 40 % Deckfarbe wurde bei der angepassten Variante mit 27 % festgestellt. Den ungünstigsten Effekt auf den Deckfarbenanteil hatten die Varianten, welche dauerhaft, bis zum Junifruchtfall oder ab dem Junifruchtfall geschlossen waren. In diesen Fällen war lediglich ein Anteil von 13 % mit mehr als 40 % Deckfarbe festzustellen (Abbildung 6). Trotz des zusätzlich um 11 bis 16 % niedrigeren Behangs bei immer geschlossenem Netz lagen diese drei Varianten, bezogen auf die Ausfärbung, auf einem vergleichbaren Niveau. Dies ist ein Indiz für die starke negative Wirkung der Lichtreduktion auf die Fruchtentwicklung.



Zahlenwerte unter 4 % werden sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 6: Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante, Sorte 'Elstar' Elshof®

3.2.4 Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit

In der immer geöffneten und in der angepassten Variante gelang es, im Untersuchungszeitraum, mit rund 40.000 €/ha, die höchsten Erlöse zu erzielen. Unter dem stets geschlossenen Netz hingegen lag dieser mit knapp 27.500 €/ha deutlich darunter. Auch das Schließen des Netzen zu Vegetationsbeginn (bis Juni) oder nach dem Junifruchtfall (ab Juni) hatte eine Reduktion des möglichen Erlöses auf 34.000 €/ha zur Folge (Tabelle 7).

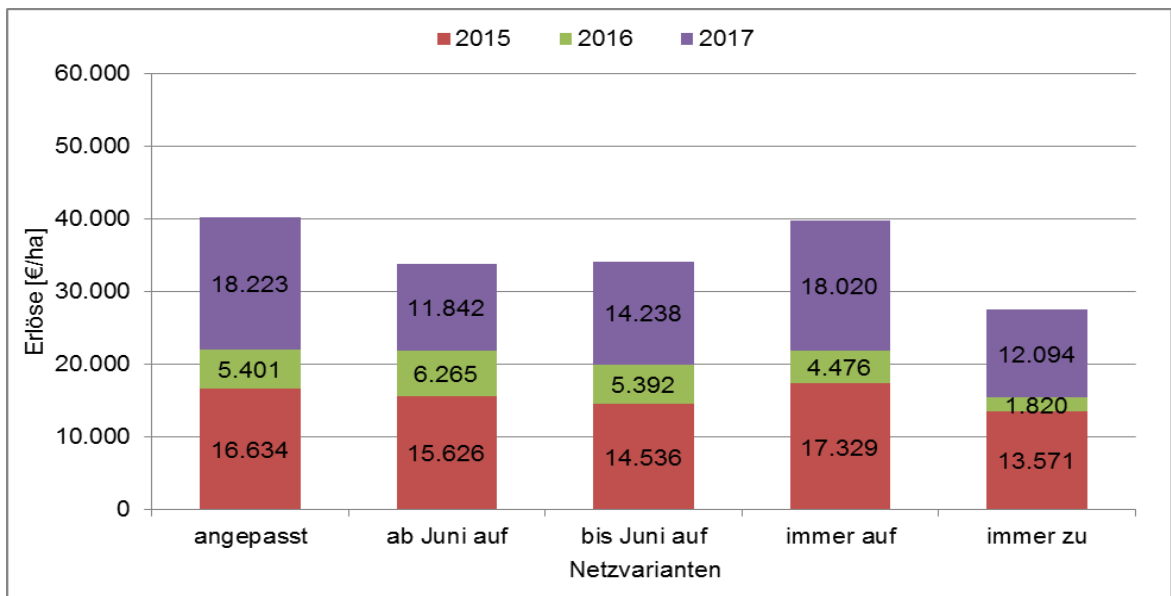


Abbildung 7: Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Elstar' Elshof®

Werden die variablen Kosten für die Produktion im Zuge einer Deckungsbeitragsrechnung mit einkalkuliert, so entstehen die in Tabelle 3: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017) abgebildeten Deckungsbeiträge. Die Unterschiede zwischen den Varianten stellen sich im Vergleich der Deckungsbeiträge wesentlich deutlicher dar, da die Differenzen der variablen Kosten deutlich geringer ausfielen als die Unterschiede in den Erlösen.

Tabelle 3: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	13.419 €	11.244 €	11.389 €	13.275 €	9.162 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Gebühren	5.415 €	4.650 €	4.845 €	5.460 €	3.945 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.080 €	864 €	918 €	1.067 €	770 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	2.916 €	2.333 €	2.479 €	2.880 €	2.078 €
Variable Kosten ges.	9.955 €	8.862 €	9.062 €	8.950 €	8.513 €
Deckungsbeitrag	3.464 €	2.382 €	2.326 €	4.325 €	649 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Bau

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Bei einem Hagelereignis vor der Ernte sind die Früchte oft nur noch als Mostobst vermarktbar. Vor allem bei späten Hagelereignissen sind die variablen Kosten vergleichbar mit denen regulärer Jahre. Werden die Früchte geerntet; um diese zu verarbeiten sind die Kosten bei der Handernte oft so hoch wie der zu erwartende Erlös (Tabelle 4). Aus pflanzenphysiologischer Sicht lohnt sich eine Ernte, um den Baum zu entlasten und die Differenzierung der Blütenknospen zu begünstigen. In Tabelle 3 ist die Kalkulation des jeweiligen Deckungsbeitrages der Varianten ohne Hagelereignis dargestellt. Die Variante „ohne Einnetzung“ stellt sich als am wirtschaftlichsten heraus. Die „dauerhafte Einnetzung“ hingegen weist mit 649 €/ha den geringsten Deckungsbeitrag auf.

Tabelle 4: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	13.419 €	11.244 €	11.389 €	2.912 € ⁴	9.162 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.080 €	864 €	918 €	1.067 €	770 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	2.916 €	2.333 €	2.479 €	2.880 €	2.078 €
Variable Kosten ges.	9.955 €	8.862 €	9.062 €	8.950 €	8.513 €
Deckungsbeitrag	3.464 €	2.382 €	2.326 €	- 6.038 €	649 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

⁴Erlös bei 100 % Hagelschaden und 8 €/dt Mostobst

Tritt nun der Fall eines Hagelschlags ein und werden die Früchte zudem geerntet und als Mostobst abgesetzt, ergibt sich für die Variante ohne Netz ein negativer Deckungsbeitrag von -6.038 €/ha. Die angepasste Strategie hingegen bleibt mit 3.464 €/ha auf einem hohen Niveau.

Tabelle 5: Summe der Deckungsbeiträge der Hagelnetzvarianten mit Anwendungsrelevanz

	angepasst	immer offen (ohne Netz)	immer geschlossen
Deckungsbeitrag Jahr 1	3.464 €	-6.038 €*	649 €
Deckungsbeitrag Jahr 2	6.928 €	-1.713 €	1.298 €
Deckungsbeitrag Jahr 3	10.392 €	2.612 €	1.947 €
Deckungsbeitrag Jahr 4	13.856 €	6.937 €	2.596 €
Deckungsbeitrag Jahr 5	17.320 €	11.262 €	3.245 €
Deckungsbeitrag Jahr 6	20.784 €	15.587 €	3.894 €
Deckungsbeitrag Jahr 7	24.248 €	19.912 €	4.543 €
Deckungsbeitrag Jahr 8	27.712 €	24.237 €	5.192 €
Deckungsbeitrag Jahr 9	31.176 €	28.562 €	5.841 €
Deckungsbeitrag Jahr 10	34.640 €	32.887 €	6.490 €
Deckungsbeitrag Jahr 11	38.104 €	37.212 €	7.139 €
Deckungsbeitrag Jahr 12	41.568 €	41.537 €	7.788 €
Deckungsbeitrag Jahr 13	45.032 €	45.862 €	8.437 €

*Jahr mit Hagelereignis und 100 % Mostobst und 8 €/dt;

Kosten für Schnitt Ernte und Ausdünnung wurden mit denen eines Durchschnittsjahres gleichgesetzt

Nach Abzug der durchschnittlichen variablen Kosten (Tabelle 3 und Tabelle 4) und der Aufsummierung der jährlichen Deckungsbeiträge wird der finanzielle Ausfall eines Hagelschadens, verglichen mit den akkumulierten Deckungsbeiträgen bei Installation eines Hagelnetzes und angepasstem Öffnen und Schließen, erst im 13. Jahr kompensiert (Tabelle 5). Folglich lohnt sich die Installation eines solchen Hagelschutzsystems unter den geschilderten Voraussetzungen bereits bei einem Hagelereignis in 12 Jahren, einen 100 %igen Schutz der Früchte vorausgesetzt.

3.3 Sorte 'Pinova'

3.3.1 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht

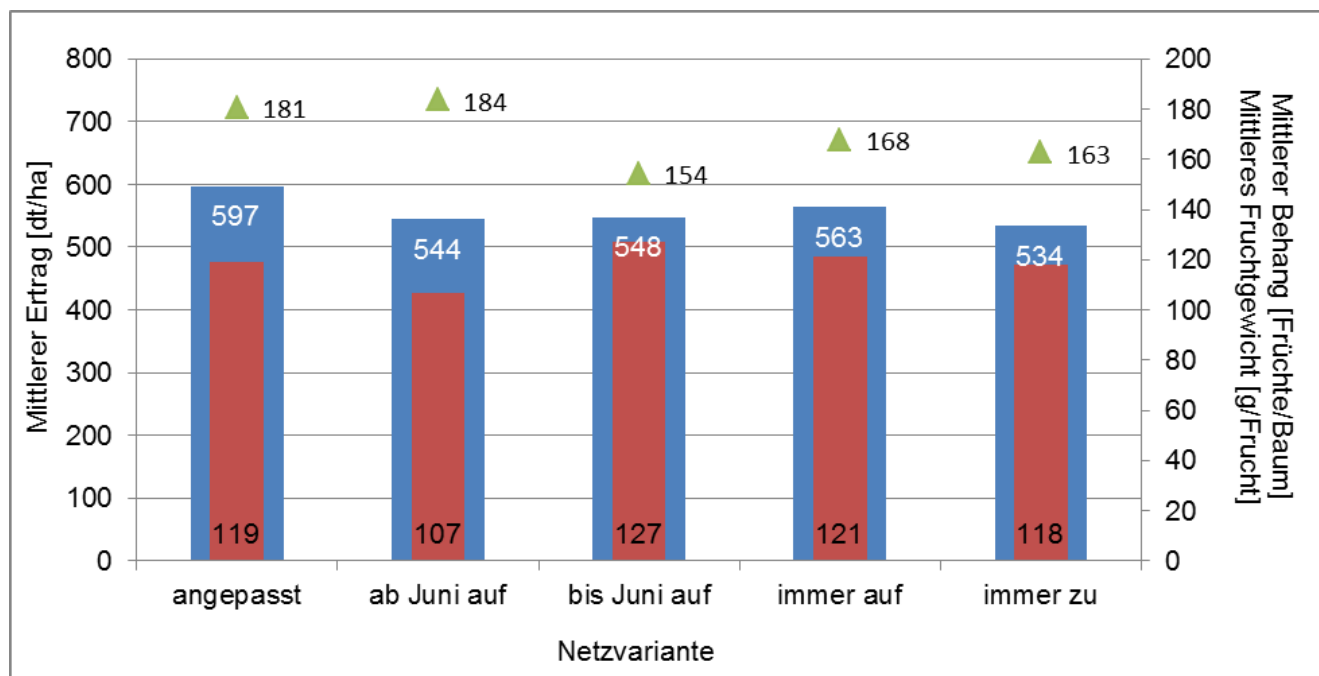
Im Vergleich zur Sorte 'Elstar' traten bei 'Pinova' bezüglich des Ertrages nur geringe Unterschiede zwischen den Varianten des Einzelreihenhagelnetzes auf (Abbildung 8).

Ein vergleichsweise niedriger Behang, wie beispielhaft 107 Früchte/Baum in der Variante mit geöffnetem Netz ab Juni, führte unweigerlich zu einer Steigerung des mittleren Fruchtgewichtes, im genannten Beispiel auf 184 g/Frucht. Alle anderen Varianten waren bezüglich des Behangs relativ homogen und gut vergleichbar (Abbildung 8). Trotz der einheitlichen Voraussetzungen fielen die mittleren Fruchtgewichte in den Varianten mit immer geöffneten oder geschlossenen Netzen, verglichen mit der angepassten Strategie, geringer aus. Eine Erklärung hierfür liefern die in Tabelle 6 dargestellten Stammdurchmesser der Untersuchungsbäume. Diese lagen mit Ø 5,3 cm in der angepassten bzw. 5,1 cm in der von der Blüte bis zum Junifruchtfall geschlossenen Variante um

rund einen Zentimeter höher als in den übrigen Varianten (Tabelle 6). Somit können Unterschiede in der Nähr- und Reservestoffversorgung zwischen den Varianten nicht ausgeschlossen werden, was wiederum Einfluss auf den Ertrag nehmen kann.

Tabelle 6: Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Pinova'

Varianten	Stammdurchmesser [cm]				Zuwachs [cm]		
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
angepasst	5,1	5,4	5,8	6,0	0,2	0,4	0,3
ab Juni auf	5,1	5,4	5,8	6,0	0,3	0,3	0,3
bis Juni auf	4,3	4,5	4,9	5,2	0,3	0,4	0,2
immer auf	4,1	4,4	4,7	5,0	0,3	0,3	0,3
immer zu	4,2	4,5	4,7	4,9	0,3	0,2	0,2

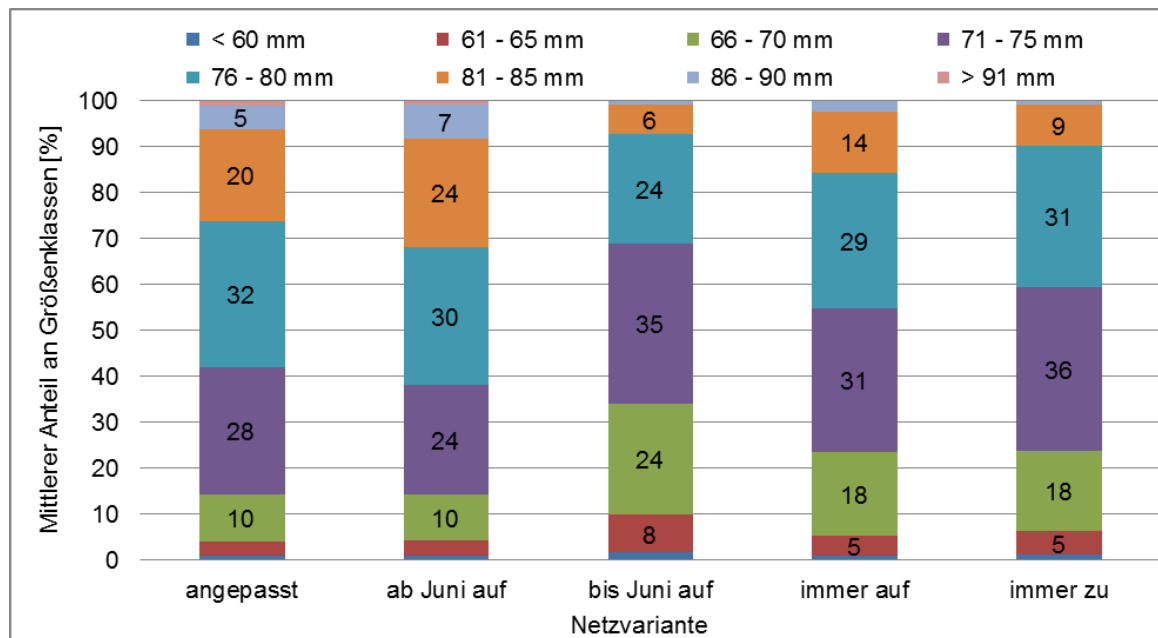


■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha
 ■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum
 ▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht.

Abbildung 8: Ertragsparameter der Sorte 'Pinova' in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.3.2 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgrößenverteilung

Der Zusammenhang des Stammdurchmessers auf das Fruchtgewicht spiegelt sich in ähnlicher Weise auch in der Fruchtgrößenverteilung wider (Abbildung 9). Vor allem die ersten beiden Varianten lieferten einen deutlich größeren Anteil an Früchten mit einem Frucht Durchmesser von mehr als 75 mm.



Zahlenwerte unter 4 % werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 9: Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Pinova' in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.3.3 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung

Für eine aussagekräftige Auswertung der erhaltenen Ergebnisse bezüglich der Ausfärbung sind die Varianten „immer zu“ und „immer auf“ am geeignetsten für einen Vergleich heranzuziehen, da diese beiden Varianten einen ähnlichen durchschnittlichen Behang von 121 bzw. 118 Früchten je Baum und einen vergleichbaren Stammdurchmesser und -zuwachs aufwiesen (Tabelle 6). In der Variante ohne Netz hatten 66 % der Früchte mehr als 40 % Deckfarbe. Die übrigen Varianten lagen mit 46 bis 51 % der Früchte mit mehr als 40 % Deckfarbe auf einem deutlich niedrigerem Niveau. Ein Einfluss des Behangs auf die Deckfarbe, vor allem in den Varianten „ab Juni auf“ (107 Früchte/Baum) und „bis Juni auf“ (127 Früchte je Baum) ist nicht auszuschließen (Abbildung 10).

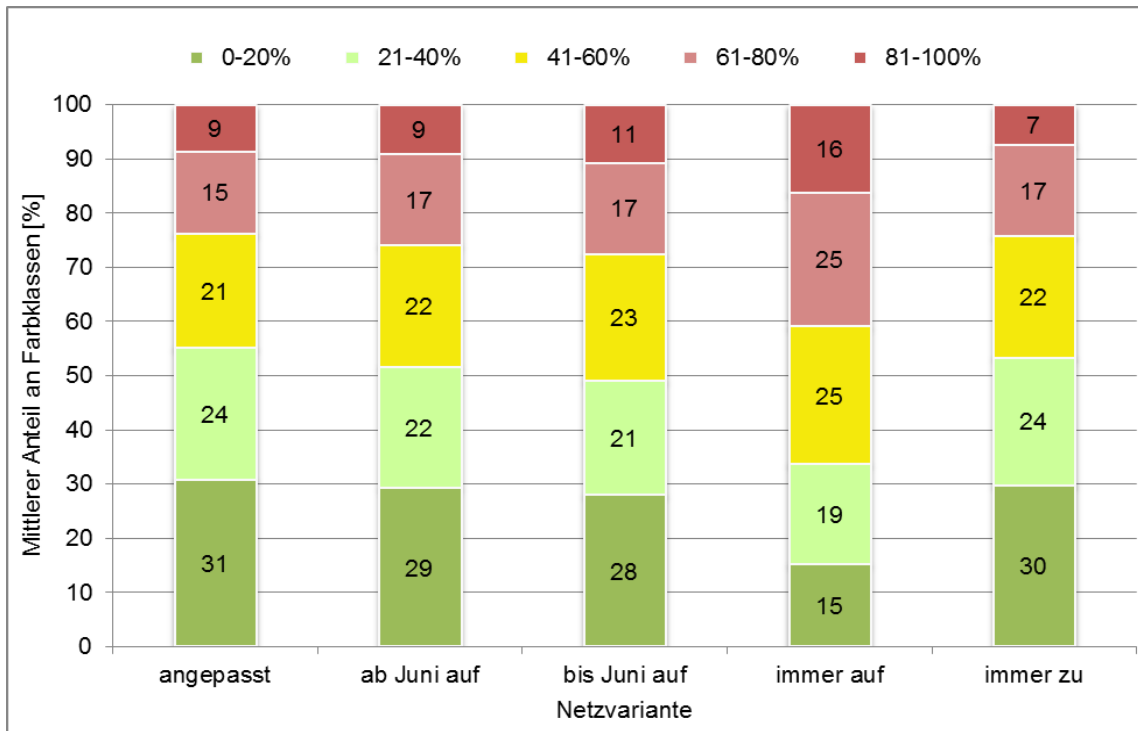


Abbildung 10: Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Pinova'

3.3.4 Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit

In der immer geöffneten und bei der angepassten Variante gelang es, im Untersuchungszeitraum, mit über 60.000 €/ha, die höchsten Erlöse zu erzielen. Unter dem stets geschlossenen Netz hingegen lag die Marktleistung mit knapp 55.000 €/ha deutlich darunter. Auch das Schließen der Netze zu Vegetationsbeginn (bis Juni) oder nach dem Junifruchtfall (ab Juni) hatte eine Reduktion des möglichen Erlöses zur Folge (Abbildung 11).

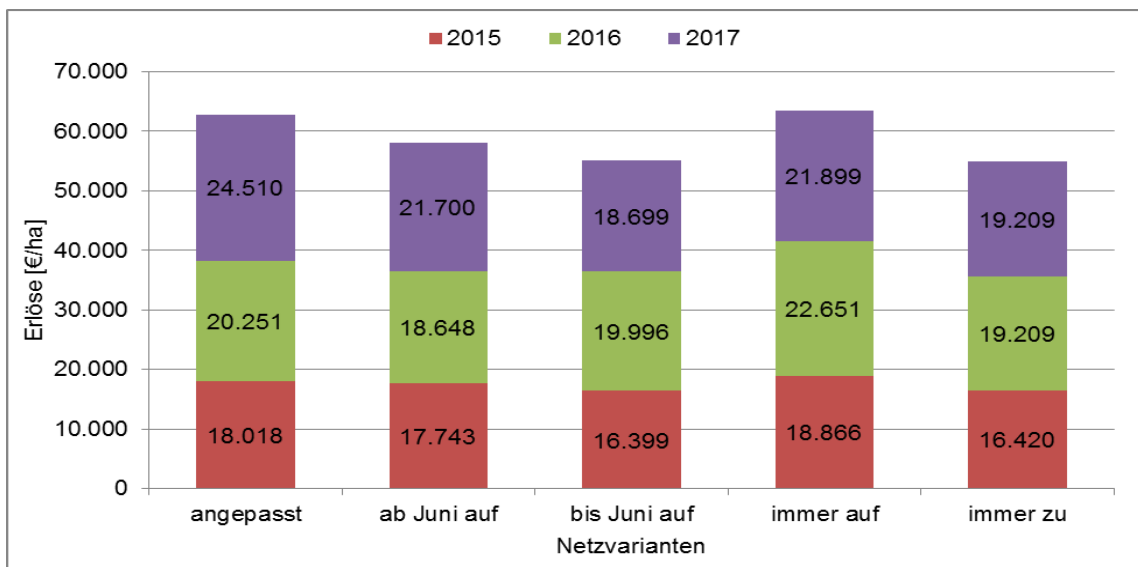


Abbildung 11: Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante, Sorte 'Pinova'

Tabelle 7: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	20.926 €	19.363 €	18.365 €	21.139 €	18.279 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.606 €	1.445 €	1.715 €	1.634 €	1.593 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.337 €	3.900 €	4.629 €	4.410 €	4.301 €
Variable Kosten ges.	11.902 €	11.011 €	12.010 €	11.048 €	11.560 €
Deckungsbeitrag	9.024 €	8.352 €	6.355 €	10.091 €	6.719 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Bei einem Hagelereignis vor der Ernte sind die Früchte oft nur noch als Mostobst vermarktbar. Vor allem bei späten Hagelereignissen sind die variablen Kosten vergleichbar mit denen regulärer Jahre, da die Ausdünnung schon durchgeführt wurde. Werden die Früchte geerntet, um diese zu verarbeiten, sind die Kosten bei der Handernte oft so hoch wie der zu erwartende Erlös (Tabelle 8). Aus pflanzenphysiologischer Sicht lohnt sich eine Ernte ebenfalls, um den Baum zu entlasten und die Differenzierung der Blütenknospen zu begünstigen. In Tabelle 7 ist die Kalkulation des jeweiligen Deckungsbeitrages der Varianten ohne Hagelereignis dargestellt. Die Variante „ohne Einnetzung“ stellt sich als am wirtschaftlichsten heraus. Die Variante „bis Juni auf“ und die „dauerhafte Einnetzung“ hingegen weisen mit 6.355 bzw. 6.719 €/ha die geringsten Deckungsbeiträge auf.

Tabelle 8: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	20.926 €	19.363 €	18.365 €	4.504 €	18.279 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.606 €	1.445 €	1.715 €	1.634 €	1.593 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.337 €	3.900 €	4.629 €	4.410 €	4.301 €
Variable Kosten ges.	11.902 €	11.011 €	12.010 €	11.048 €	11.560 €
Deckungsbeitrag	9.024 €	8.352 €	6.355 €	-6.544 €	6.719 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

⁴Erlös bei 100 % Hagelschaden und 8 €/dt Mostobst

Tritt nun der Fall eines Hagelschlags ein und werden die Früchte zudem geerntet und als Mostobst abgesetzt, ergibt sich für die Variante ohne Netz ein negativer Deckungsbeitrag von -6.544 €/ha. Die angepasste Strategie hingegen bleibt mit 9.024 €/ha auf einem hohen Niveau.

Tabelle 9: Summe der Deckungsbeiträge der Hagelnetzvarianten mit Anwendungsrelevanz

	angepasst	immer offen (ohne Netz)	immer geschlossen
Deckungsbeitrag Jahr 1	9.024 €	-6.544 €*	6.719 €
Deckungsbeitrag Jahr 2	18.048 €	3.547 €	13.438 €
Deckungsbeitrag Jahr 3	27.072 €	13.638 €	20.157 €
Deckungsbeitrag Jahr 4	36.096 €	23.729 €	26.876 €
Deckungsbeitrag Jahr 5	45.120 €	33.820 €	33.595 €
Deckungsbeitrag Jahr 6	54.144 €	43.911 €	40.314 €
Deckungsbeitrag Jahr 7	63.168 €	54.002 €	47.033 €
Deckungsbeitrag Jahr 8	72.192 €	64.093 €	53.752 €
Deckungsbeitrag Jahr 9	81.216 €	74.184 €	60.471 €
Deckungsbeitrag Jahr 10	90.240 €	84.275 €	67.190 €
Deckungsbeitrag Jahr 11	99.264 €	94.366 €	73.909 €
Deckungsbeitrag Jahr 12	108.288 €	104.457 €	80.628 €
Deckungsbeitrag Jahr 13	117.312 €	114.548 €	87.347 €
Deckungsbeitrag Jahr 14	126.336 €	124.639 €	94.066 €
Deckungsbeitrag Jahr 15	135.360 €	134.730 €	100.785 €
Deckungsbeitrag Jahr 16	144.384 €	144.821 €	107.504 €

*Jahr mit Hagelereignis und 100 % Mostobst und 8 €/dt

Kosten für Schnitt Ernte und Ausdünnung wurden mit denen eines Durchschnittsjahres gleichgesetzt

Nach Abzug der durchschnittlichen variablen Kosten (Tabelle 7 und Tabelle 8) und der Aufsummierung der jährlichen Deckungsbeiträge wird der finanzielle Ausfall eines Hagelschadens, verglichen mit den akkumulierten Deckungsbeiträgen bei Installation eines Hagelnetzes und angepasstem Öffnen und Schließen, erst im 16. Jahr kompensiert (Tabelle 9). Folglich lohnt sich die Installation eines solchen Hagelschutzsystems unter den geschilderten Voraussetzungen bereits bei einem einzigen Hagelereignis in 15 Jahren, einen 100 %igen Schutz der Früchte vorausgesetzt. Wird dieser Vergleich mit dem immer geschlossenen Netz vorgenommen, so wird der Ertragsausfall durch Hagel bereits im 5. Jahr kompensiert. Bei einer solchen Strategie muss für die Wirtschaftlichkeit der Installation ein Hagelereignis aller vier Jahre erfolgen.

3.4 Sorte 'RoHo 3615' Evelina®

3.4.1 Einfluss des Einzelreihen Hagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht

Trotz der nahen genetischen Verwandtschaft der Sorten 'Pinova' und 'RoHo 3615' Evelina® konnten im Fall der roten Mutante 'RoHo 3615' bereits nach dem ersten Versuchsjahr Ertrags-, Behangs- und Fruchtgrößenunterschiede dokumentiert werden (Anhang 3).

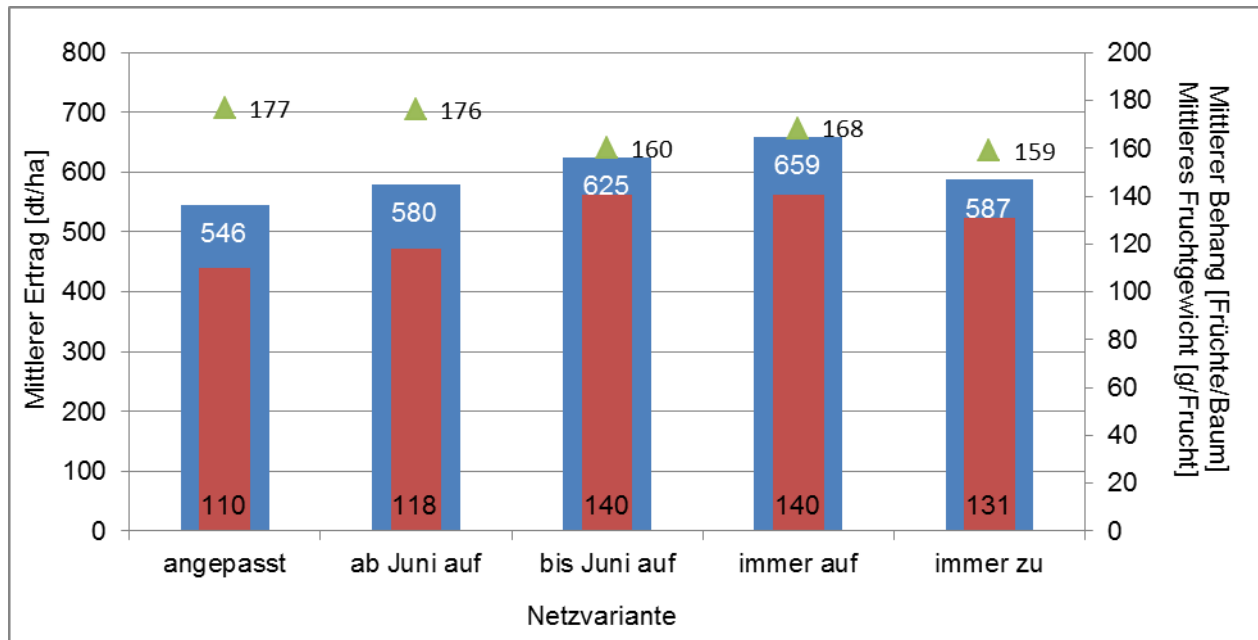
Die gemessenen Werte der Stammdurchmesser in den Versuchsgliedern wiesen bereits zu Versuchsbeginn eine relativ starke Schwankungsbreite von 4,3 bis 5,1 cm auf. Ähnliches galt für den Zuwachs im Jahr 2016 (Tabelle 10). Der Einfluss dieses Entwicklungsunterschiedes auf den Ertrag lässt sich nur schwer kalkulieren, was eine saubere Auswertung erschwert.

Die Variante mit stets geöffnetem Netz erreichte mit 659 dt/ha die höchsten Erträge. Bei einem sehr geringen Behang von 110 Früchten je Baum ergaben sich in der angepassten Variante die höchsten Fruchtgewichte. Hieraus resultierte jedoch lediglich ein Ertrag von \emptyset 546 dt/ha und Jahr. Bei geschlossenem Netz ab dem Junifruchtfall waren bei hohem Behang, vergleichbar mit dem der Variante ohne Netz, die Fruchtgewichte eher gering. Diese waren wiederum vergleichbar mit denen der nach der Blüte stets geschlossenen Variante, wobei diese einen niedrigeren Behang aufwies (Abbildung 12). Hieraus lässt sich ein möglicher Effekt der Einnetzung, vor allem in der Periode nach dem Junifruchtfall ableiten, wobei Einflüsse des Stammdurchmessers mit berücksichtigt werden müssen (Tabelle 10).

Analog hohe Fruchtgewichte zur angepassten Variante von \emptyset 176 g/Frucht konnten in der Variante „ab Juni auf“ erzielt werden. Bei diesem Versuchsglied war im Vergleich zu den bereits angesprochenen Varianten ein eher geringerer Behang von \emptyset 118 Früchten/Baum vorzufinden. Interessanterweise war der positive Effekt eines niedrigeren Behangs auf das mittlere Fruchtgewicht in der angepassten Variante nicht so stark ausgeprägt (Abbildung 12). Anzumerken bleibt an dieser Stelle auch, dass in diesem Versuchsglied gleichfalls der größte Stammdurchmesser und somit die am weitesten entwickelten Bäume dieser Sorte vorzufinden waren (Tabelle 10).

Tabelle 10: Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®.

Varianten	Stammdurchmesser [cm]				Zuwachs [cm]		
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
angepasst	5,1	5,4	5,9	6,2	0,3	0,5	0,3
ab Juni auf	4,8	5,1	5,5	5,8	0,3	0,4	0,3
bis Juni auf	4,6	4,9	5,2	5,5	0,3	0,2	0,3
immer auf	4,7	5,1	5,6	5,9	0,4	0,5	0,3
immer zu	4,3	4,6	4,8	5,1	0,3	0,2	0,3

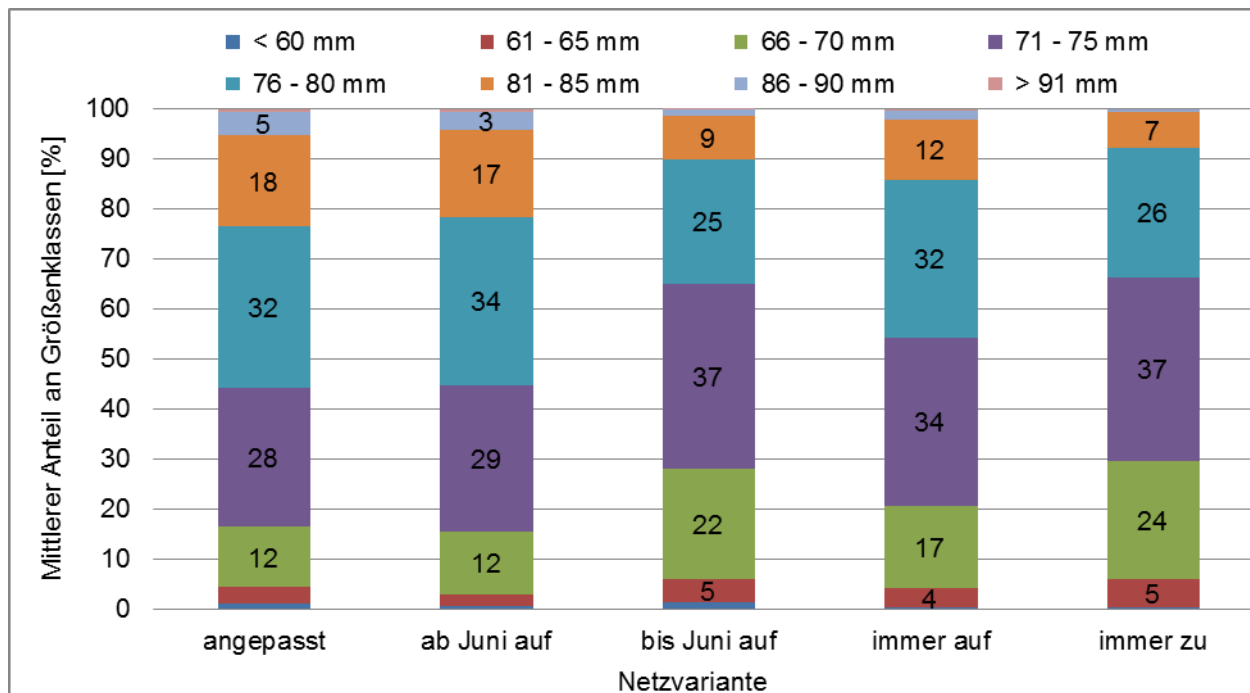


■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha
■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum
▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht.

Abbildung 12: Ertragsparameter der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.4.2 Einfluss des Einzelreihennetzes auf die Fruchtgrößenverteilung

Der in Abschnitt 3.4.1 beschriebene Effekt des niedrigen Behangs auf das Fruchtgewicht spiegelt sich in ähnlicher Weise auch in der Fruchtgrößenverteilung wider (Abbildung 13). Vor allem die ersten beiden Varianten lieferten einen deutlich größeren Anteil an Früchten mit einem Fruchtdurchmesser von mehr als 75 mm. Die immer geöffnete Variante ohne Netz reagierte jedoch gegenläufig mit einem relativ hohen Anteil an Früchten der Größenklassen über 75 mm Fruchtdurchmesser bei einem hohen Behang von 140 Früchten/Baum (Abbildung 12 und Abbildung 13). Diese Beobachtungen lassen einen direkten Rückschluss der Wirkung der Einnetzungsvarianten auf die Fruchtgröße und die Fruchtgrößenverteilung zu.



Zahlenwerte unter 4 % werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 13: Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.4.3 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung

Aufgrund der von Natur aus sehr starken Ausfärbung dieser rotschaligen Mutante (Selektion) von 'Pinova' sind deutliche Farbunterschiede bei einer Untergrenze von 40 % Deckfarbe nur schwer festzustellen und nicht von Marktrelevanz. Zum Vergleich der Netzvarianten bezüglich der Ausfärbung der Früchte wurden deshalb die in Abbildung 14 dunkel- und hellrot dargestellten Farbklassen zusammengefasst, woraus sich eine Untergrenze von 61 % für die Analyse der Deckfarbe im Fall der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® ergab. Diese Fruchtausfärbung wurde für 75 % der Äpfel der Bäume ohne Hagelnetz festgestellt. Der relativ hohe Anteil von 66 % gut gefärbten Früchten bei Öffnung des Netzes nach dem Junifruchtfall war bei näherer Betrachtung wohl auch auf den deutlich niedrigeren Behang zurückzuführen. Bei dauerhafter Einnetzung oder beim Schließen des Netzes nach dem Junifruchtfall sank der Anteil an Früchten mit der gewünschten Ausfärbung auf 62 bzw. 61 %. Die schlechteste Ausfärbung wies die angepasste Variante mit lediglich 55 % auf (Abbildung 14). Eine Interpretation dieser Ergebnisse lässt die Vermutung zu, dass in besonderer Weise die Periode nach dem Junifruchtfall eine wichtige Rolle für die Ausfärbung zu spielen scheint. In diesem Zeitraum erfolgt besonders häufig das Schließen der Netze wegen eines drohenden Gewitters mit Hagel.

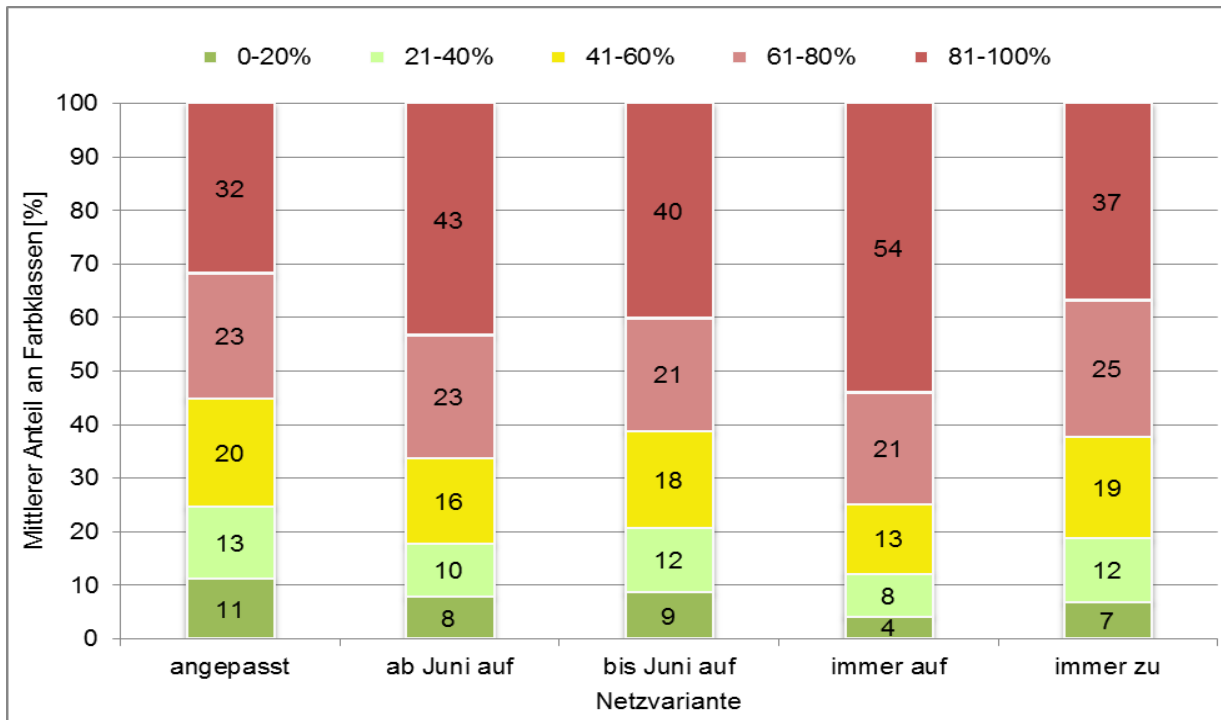


Abbildung 14: Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®

3.4.4 Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit

Die Betrachtung der Erlöse lässt deutlich den monetären Vorteil der immer geöffneten Variante erkennen, da bei über 80.000 €/ha in den drei Untersuchungsjahren 9.000 bis 16.500 €/ha mehr Erlöst werden konnte (Abbildung 15).

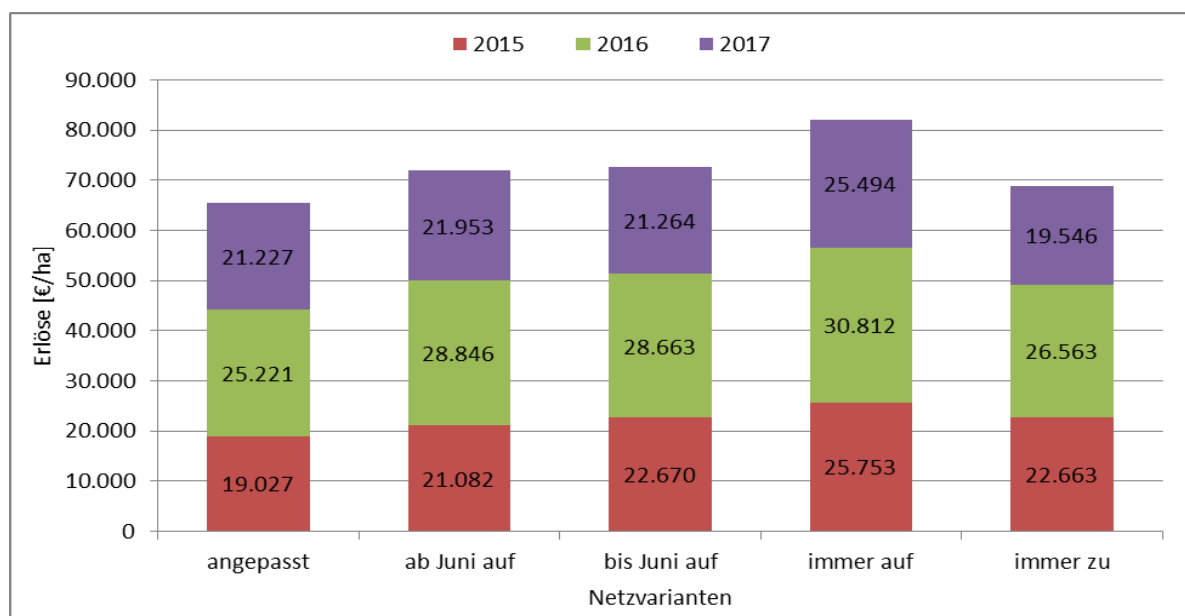


Abbildung 15: Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'RoHo 3615' Evelina®

Tabelle 11: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	21.825 €	23.960 €	24.199 €	27.353 €	22.924 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.485 €	1.593 €	1.890 €	1.890 €	1.769 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.010 €	4.301 €	5.103 €	5.103 €	4.775 €
Variable Kosten ges.	11.454 €	11.560 €	12.659 €	11.997 €	12.209 €
Deckungsbeitrag	10.372 €	12.400 €	11.540 €	15.356 €	10.715 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Bei einem Hagelereignis vor der Ernte sind die Früchte oft nur noch als Mostobst vermarktbar. Vor allem bei späten Hagelereignissen sind die variablen Kosten vergleichbar mit denen regulärer Jahre, da die Ausdünnung schon durchgeführt wurde. Werden die Früchte geerntet, um diese zu verarbeiten, sind die Kosten bei der Handernte oft höher als der zu erwartende Erlös. Dies trifft für die Sorte 'RoHo 3615' im angeführten Beispiel nicht zu (Tabelle 12). Aus pflanzenphysiologischer Sicht lohnt sich eine Ernte ebenfalls, um den Baum zu entlasten und die Differenzierung der Blütenknospen zu begünstigen. In Tabelle 11 ist die Kalkulation des jeweiligen Deckungsbeitrages der Varianten ohne Hagelereignis dargestellt. Die Variante ohne Einnetzung stellt sich als am wirtschaftlichsten heraus. Die an das Wetter angepasste Variante und die dauerhafte Einnetzung hingegen weisen mit 10.372 bzw. 10.715 €/ha die geringsten Deckungsbeiträge auf.

Tabelle 12: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	21.825 €	23.960 €	24.199 €	5.272 €	22.924 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.485 €	1.593 €	1.890 €	1.890 €	1.769 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.010 €	4.301 €	5.103 €	5.103 €	4.775 €
Variable Kosten ges.	11.454 €	11.560 €	12.659 €	11.997 €	12.209 €
Deckungsbeitrag	10.372 €	12.400 €	11.540 €	-6.725 €	10.715 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Tritt nun der Fall eines Hagelschlags ein und werden die Früchte zudem geerntet und als Mostobst abgesetzt, ergibt sich für die Variante ohne Netz ein negativer Deckungsbeitrag von -6.725 €/ha (Tabelle 13). Obwohl nun die höchsten Deckungsbeiträge in den Varianten mit periodisch geschlossenem Netz vor oder nach dem Junifruchtfall erzielt werden, ist diese Vorgehensweise nicht praxisrelevant und diente nur der Erforschung möglicher pflanzenbaulicher Vorteile. Lediglich die Variante „bis Juni auf“ wäre bedingt in der Praxis denkbar, da die wirtschaftlich interessanten Hagelereignisse vorwiegend in den Sommermonaten auftreten. Diese Vorgehensweise birgt aber ein hohes Risiko. Eine Umsetzung der Variante „ab Juni auf“ wäre lediglich in Regionen mit regelmäßigem Hagel bis Mitte Juni vorstellbar und birgt ebenfalls ein unkalkulierbares Risiko in sich.

Tabelle 13: Summe der Deckungsbeiträge ausgewählter Hagelnetzvarianten

	angepasst	immer offen	immer geschlossen	bis Juni auf
Deckungsbeitrag Jahr 1	10.372 €	*-6.725 €*	10.715 €	11.540 €
Deckungsbeitrag Jahr 2	20.744 €	8.631 €	21.430 €	23.080 €
Deckungsbeitrag Jahr 3	31.116 €	23.987 €	32.145 €	34.620 €
Deckungsbeitrag Jahr 4	41.488 €	39.343 €	42.860 €	46.160 €
Deckungsbeitrag Jahr 5	51.860 €	54.699 €	53.575 €	57.700 €
Deckungsbeitrag Jahr 6	62.232 €	70.055 €	64.290 €	69.240 €

*Jahr mit Hagelereignis und 100 % Mostobst und 8 €/dt

Kosten für Schnitt Ernte und Ausdünnung wurden mit denen eines Durchschnittsjahres gleichgesetzt

Nach Abzug der durchschnittlichen variablen Kosten (Tabelle 11 und Tabelle 12) und der Aufsummierung der jährlichen Deckungsbeiträge wird der finanzielle Ausfall eines Hagelschadens, verglichen mit den akkumulierten Deckungsbeiträgen bei Installation eines Hagelnetzes und angepassten Öffnen und Schließen, bereits im 5. Jahr kompensiert (Tabelle 13). Gleiches gilt bei stets geschlossenem Netz. Im Vergleich mit der Variante bis Juni auf geschieht dies erst im 6. Jahr. Folglich lohnt sich die Installation eines solchen Hagelschutzsystems unter den geschilderten Voraussetzungen erst bei einem Hagelereignis alle 4 bzw. 5 Jahre, einen 100 %igen Schutz der Früchte vorausgesetzt.

3.5 Sorte 'Braeburn'

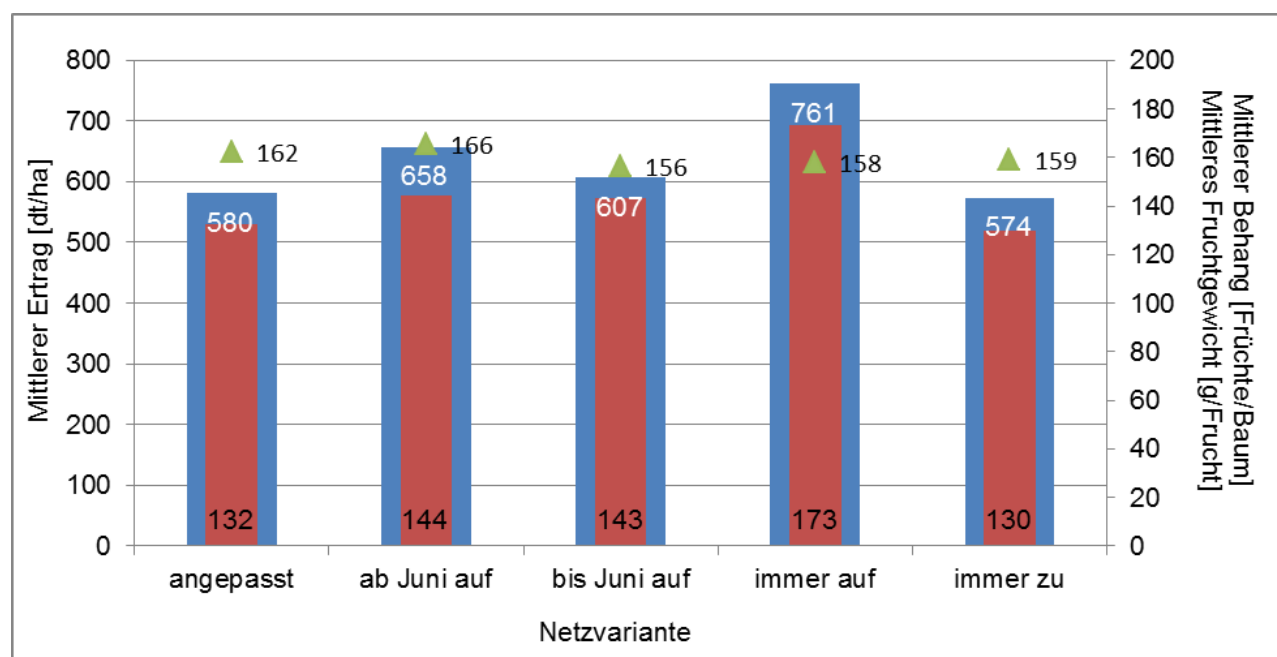
3.5.1 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht

Im Fall der untersuchten Apfelsorte 'Braeburn' Mariri Red® war der, auf Basis der Stammdurchmesser von 4,8 bis 5,1 cm, festgestellte Entwicklungsstand der Bäume relativ homogen (Tabelle 14). Lediglich Bäume der Variante ohne Einnetzung stellten mit einem Stammdurchmesser von 4,3 cm eine Ausnahme davon dar, wobei jedoch keine negative Auswirkung auf den Ertrag abzuleiten war. Im Gegenteil, im Vergleich zu den Varianten mit dauerhaft geschlossenem Netz nach der Blüte oder Einnetzung ab dem Junifruchtfall konnte bei ähnlicher Fruchtgröße ein deutlich höherer Behang realisiert werden, was einen höheren Ertrag zur Folge hatte. Dieser Effekt zieht sich in ähnlicher Weise auch durch die einzelnen Versuchsjahre und stellt somit keine Überlagerung eines Ausreiserjahres dar.

Einen Unterschied zwischen den Ertragsparametern Behang und Fruchtgröße war zwischen der angepassten und dauerhaft geschlossenen Variante nicht zu beobachten. Die Variante mit Einnetzung nach der Blüte bis zum Junifruchtfall setzte die größten Früchte, bei einem vergleichsweise hohen Behang an (Abbildung 16).

Tabelle 14: Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Braeburn' MaririRed®.

Varianten	Stammdurchmesser [cm]				Zuwachs [cm]		
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
angepasst	4,8	5,1	5,5	5,8	0,3	0,4	0,3
ab Juni auf	5,1	5,3	5,8	6,3	0,2	0,5	0,5
bis Juni auf	4,9	5,1	5,5	5,7	0,2	0,4	0,3
immer auf	4,3	4,5	5,0	5,3	0,3	0,4	0,3
immer zu	5,1	5,4	6,0	6,4	0,3	0,6	0,4

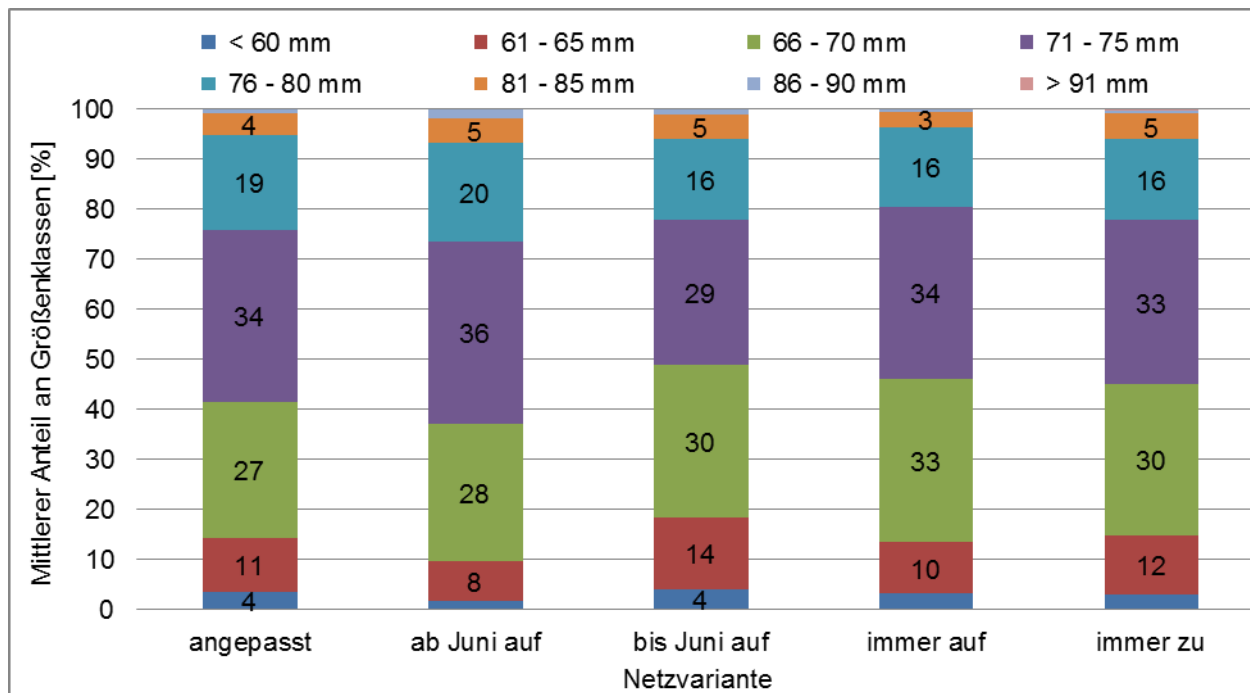


■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha
 ■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum
 ▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht.

Abbildung 16: Ertragsparameter der Sorte 'Braeburn' Mariri Red® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.5.2 Einfluss des Einzelreihennetzes auf die Fruchtgrößenverteilung

Wie in Abschnitt 3.5.1 angeklungen, hatte der sehr hohe durchschnittliche Behang in der Variante ohne Netz keinen wesentlichen negativen Einfluss auf das Fruchtgewicht und folglich auch nicht auf die Fruchtgrößenverteilung (Abbildung 17). Tendenziell konnten die höchsten Anteile an Früchten über 70 mm Fruchtgröße in der, ab dem Junifruchtfall geöffneten Variante erzielt werden (Abbildung 17). Dies deckt sich ebenfalls mit den in Abschnitt 3.5.1 getroffenen Aussagen zum mittleren Fruchtgewicht.



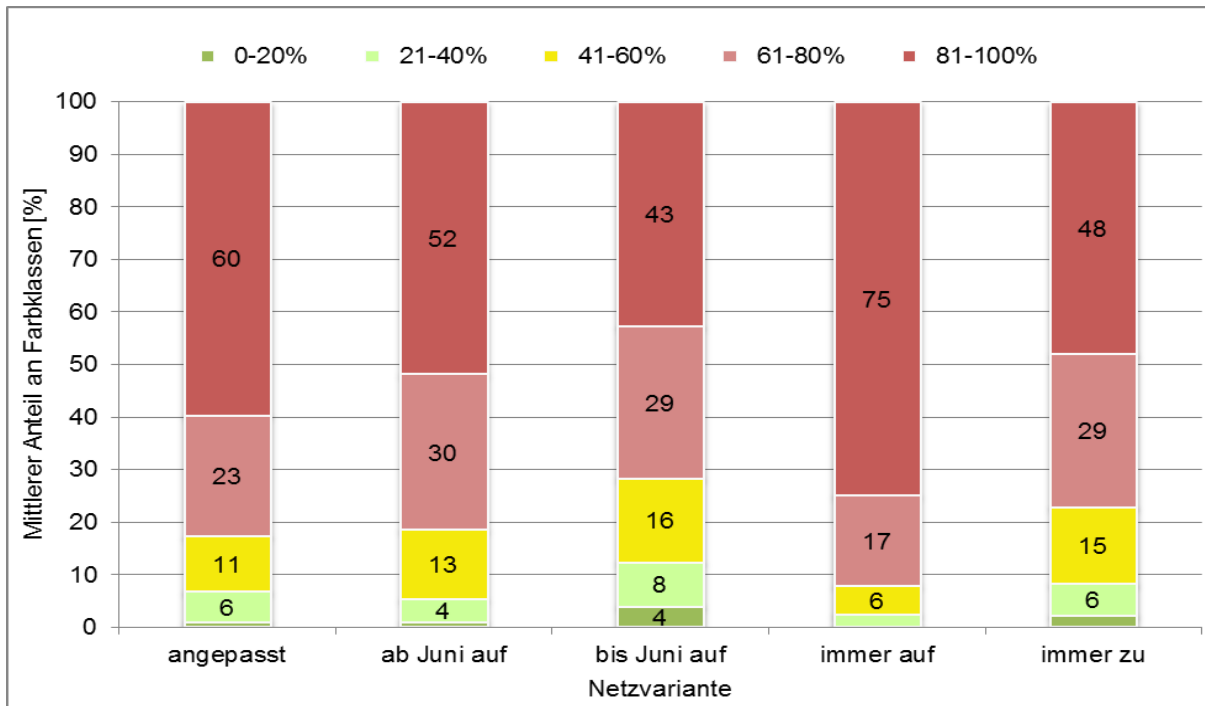
Zahlenwerte unter 4 % werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 17: Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Braeburn' Mariri Red® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.5.3 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung

Analog zur Sorte 'RoHo 3615' Evelina® handelt es sich bei 'Braeburn' Mariri Red® um eine rotschalige Selektion, in diesem Fall der Sorte 'Braeburn'. Aufgrund der starken Deckfarbenausprägung ließen sich mögliche Unterschiede zwischen den Varianten bei 40 % Deckfarbe auf der Schale gleichfalls nur sehr schlecht beurteilen. Betrachtet man Abbildung 18 genauer, so ist eine gute Unterscheidung der Versuchsglieder jedoch auch bei einer Untergrenze von 61 % Deckfarbe der Früchte nur bedingt möglich. Aufgrund dessen ist lediglich der Anteil an geernteten Früchten mit mehr als 81 % Deckfarbe (Abbildung 18; dunkelrote Farbklasse) für den Variantenvergleich berücksichtigt worden.

Das Versuchsglied ohne Einnetzung wies hierbei mit 75 % den höchsten Anteil an Äpfeln dieser Kategorie auf. Die Varianten mit dauerhaftem Hagelschutz nach der Blüte (48 %) sowie das Versuchsglied mit Einnetzung nach dem Junifruchtfall (43 %) zogen den geringsten Anteil nach sich. Die angepasste Variante sowie die Variante mit Einnetzung nach der Blüte bis zum Junifruchtfall wiesen einen Anteil an Früchten in dieser Farbklasse von 60 bzw. 52 % auf (Abbildung 18). Der Unterschied zwischen der Einnetzung vor und nach dem Junifruchtfall ist ein Indiz für die Auswirkungen des Lichtes auf die Ausfärbung, da ein Einfluss des Behangs nahezu auszuschließen ist (Abbildung 16). Hierbei ist jedoch auch auf die unterschiedliche vegetative Entwicklung der Bäume mit zu berücksichtigen (Tabelle 14). Dass die dauerhaft geschlossene Variante nicht die schlechteste Ausfärbung bedingte, kann wiederum als möglicher Behangseffekt interpretiert werden (Abbildung 16 und Abbildung 18). Nur schwer zu erklären ist die überproportional gute Ausfärbung in Kombination mit einem extrem hohen Behang und einem geringen Stammdurchmesser in der Kontrollvariante ohne Netz (Tabelle 14; Abbildung 16 und Abbildung 18). Allem Anschein nach reagiert diese Sorte sehr stark auf sich ändernde Lichtverhältnisse im Vegetationsverlauf.



Zahlenwerte unter 4 % werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Abbildung 18: Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Braeburn' Mariri Red®

3.5.4 Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit

Die Betrachtung der Erlöse lässt deutlich den monetären Vorteil der immer geöffneten Variante mit 91.260 €/ha erkennen. Im Vergleich zur geschlossenen oder angepassten Variante konnten rund 22.000 €/ha in den drei Untersuchungs Jahren mehr erlöst werden (Abbildung 19).

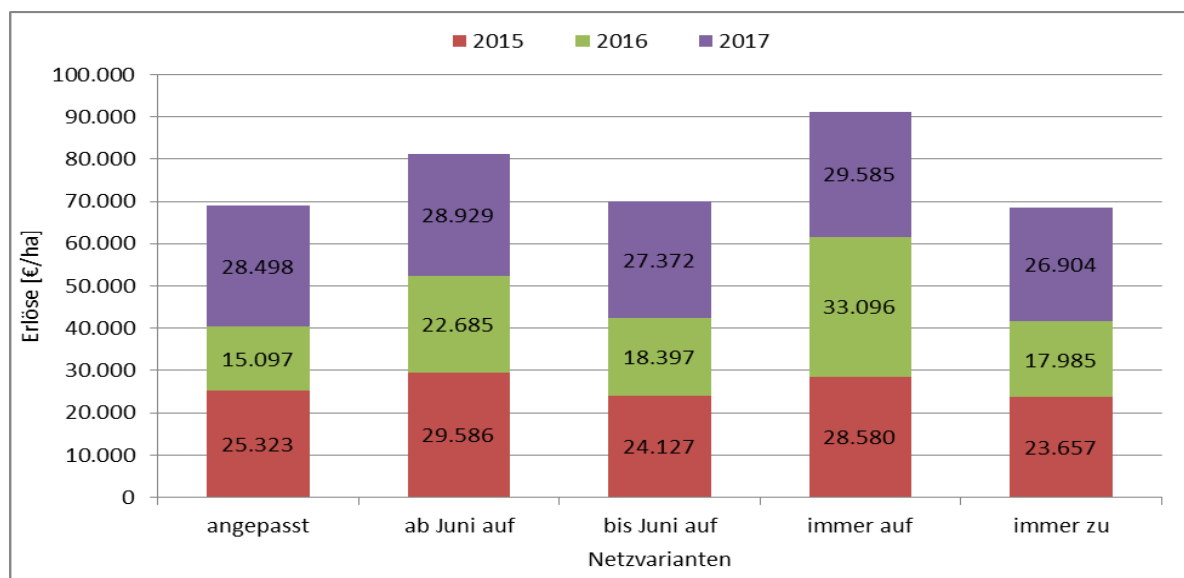


Abbildung 19: Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Braeburn' Mariri Red®

Tabelle 15: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten ohne Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	22.973 €	27.067 €	23.299 €	30.420 €	22.849 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.782 €	1.944 €	1.931 €	2.336 €	1.755 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.811 €	5.249 €	5.212 €	6.306 €	4.739 €
Variable Kosten ges.	12.552 €	12.859 €	12.809 €	13.645 €	12.160 €
Deckungsbeitrag	10.420 €	14.208 €	10.490 €	16.775 €	10.689 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Bei einem Hagelereignis vor der Ernte sind die Früchte oft nur noch als Mostobst vermarktbar. Vor allem bei späten Hagelereignissen sind die variablen Kosten vergleichbar mit denen regulärer Jahre, da die Ausdünnung schon durchgeführt wurde. Werden die Früchte geerntet, um diese zu verarbeiten, sind die Kosten bei der Handernte oft ähnlich hoch wie der zu erwartende Erlös (Tabelle 16). Aus pflanzenphysiologischer Sicht lohnt sich eine Ernte ebenfalls, um den Baum zu entlasten und die Differenzierung der Blütenknospen zu begünstigen. In Tabelle 15 ist die Kalkulation des jeweiligen Deckungsbeitrages der Varianten ohne Hagelereignis dargestellt. Die Variante ohne Schutznetz stellt sich als am wirtschaftlichsten heraus. Die an das Wetter angepasste Variante und die dauerhafte Einnetzung hingegen weisen mit 10.420 bzw. 10.689 €/ha die geringsten Deckungsbeiträge auf. Insbesondere die Periode nach dem Junifruchtfall scheint bei dieser Sorte einen großen Einfluss auf den Erlös zu haben. Die ausschließlich zu dieser Zeit eingenetzten Bäume (bis Juni auf) fallen in Ertrag und Qualität der Früchte und somit in Ihrer Marktleistung deutlich ab. Das Schließen der Hagelnetze nach der Blüte bis zum Junifruchtfall hingegen hat lediglich relativ geringe Auswirkungen (Tabelle 15).

Tabelle 16: Deckungsbeiträge der einzelnen Netzvarianten mit Hagelereignis (verändert nach BÜCHELE 2017; DIETIKER und HANHART 2017)

	angepasst	ab Juni auf	bis Juni auf	immer auf	immer zu
Marktleistung (Erlös)	22.973 €	27.067 €	23.299 €	6.088 €	22.849 €
Düngung und Pflanzenschutz	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €	1.700 €
Stammarbeitskräfte	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €	1.260 €
Sonstiges	400 €	400 €	400 €	400 €	400 €
Zinsansatz (2 %; 9 Monate)	50 €	50 €	50 €	50 €	50 €
Variable Maschinenkosten allg.	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Jährliche Abschreibung Hagelnetz	613 €	613 €	613 €	0 €	613 €
Stammarbeitskräfte Netz (4,5 Akh)	342 €	49 €	49 €	0 €	49 €
Saisonarbeitskräfte Ausdünnung ¹	1.782 €	1.944 €	1.931 €	2.336 €	1.755 €
Saisonarbeitskräfte Schnitt ²	594 €	594 €	594 €	594 €	594 €
Saisonarbeitskräfte Ernte ³	4.811 €	5.249 €	5.212 €	6.306 €	4.739 €
Variable Kosten ges.	12.552 €	12.859 €	12.809 €	13.645 €	12.160 €
Deckungsbeitrag	10.420 €	14.208 €	10.490 €	-7.557 €	10.689 €

¹Grundlage sind 120 h/ha bei 80 Früchten/Baum

²Grundlage sind 66 h/ha bei Handschnitt

³Grundlage sind 324 h/ha bei 80 Früchten/Baum

Tritt nun der Fall eines Hagelschlags ein und werden die Früchte zudem geerntet und als Mostobst abgesetzt, ergibt sich für die Variante ohne Netz ein negativer Deckungsbeitrag von -7.557 €/ha. Obwohl nun die höchsten Deckungsbeiträge in der Varianten mit periodisch geschlossenem Netz zwischen Blüte und Junifruchtfall erzielt werden, soll dies nur theoretisch für eine Bewertung herangezogen werden, da diese Vorgehensweise nicht praxis-relevant ist und nur der Erforschung möglicher pflanzenbaulicher Vorteile diene (Tabelle 17).

Tabelle 17: Summe der Deckungsbeiträge ausgewählter Hagelnetzvarianten

	angepasst	immer offen	immer geschlossen	ab Juni auf
Deckungsbeitrag Jahr 1	10.420 €	-7.557 €*	10.689 €	14.208 €
Deckungsbeitrag Jahr 2	20.840 €	9.218 €	21.378 €	28.416 €
Deckungsbeitrag Jahr 3	31.260 €	25.993 €	32.067 €	42.624 €
Deckungsbeitrag Jahr 4	41.680 €	42.768 €	42.756 €	56.832 €
Deckungsbeitrag Jahr 5	52.100 €	59.543 €	53.445 €	71.040 €
Deckungsbeitrag Jahr 6	62.520 €	76.318 €	64.134 €	85.248 €
Deckungsbeitrag Jahr 7	72.940 €	93.093 €	74.823 €	99.456 €
Deckungsbeitrag Jahr 8	83.360 €	109.868 €	85.512 €	113.664 €
Deckungsbeitrag Jahr 9	93.780 €	126.643 €	96.201 €	127.872 €
Deckungsbeitrag Jahr 10	104.200 €	143.418 €	106.890 €	142.080 €

*Jahr mit Hagelereignis und 100 % Mostobst und 8 €/dt

Kosten für Schnitt Ernte und Ausdünnung wurden mit denen eines Durchschnittsjahres gleichgesetzt

Nach einem Hagelereignis weist die Variante ohne Netz zunächst einen negativen Deckungsbeitrag auf. Werden nun die Deckungsbeiträge der nächsten Jahre aufsummiert, so schwenkt der ermittelte Wert bereits im zweiten Jahr wieder in den positiven Bereich. Im vierten Jahr ist die Summe der Deckungsbeiträge in der Variante ohne Netz größer als die der angepassten oder immer geschlossenen Prüfglieder. Somit ist für dieses Beispiel der Punkt erreicht, an dem der Hagelschlag wirtschaftlich kompensiert wurde. Tritt folglich ein Hagelereignis in kürzeren Intervallen auf, so lohnt sich die Investition in ein solches System. Wird die nicht praxisübliche Variante des offenen Netzes nach dem Junifruchtfall mit berücksichtigt, verlängert sich dieses Intervall auf 10 Jahre und die Investition wird lukrativer. Diese Vorgehensweise wäre aber aus Sicht der guten fachlichen Praxis nicht zu empfehlen und verdeutlicht lediglich die enorme Bedeutung dieses Zeitfensters während der Vegetation für das Ertragsverhalten und die Qualitätsentwicklung dieser Sorte.

3.6 Sorte 'Fresco'

3.6.1 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf Behang, Ertrag und Einzelfruchtgewicht

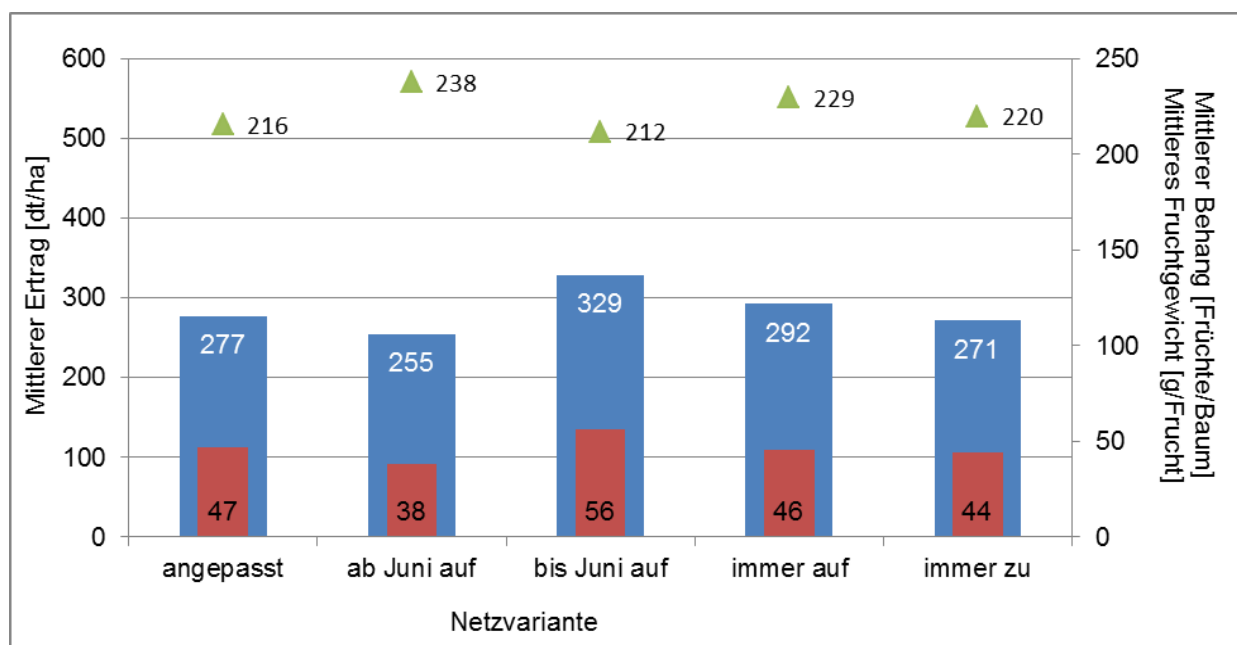
Im Vergleich zu den übrigen betrachteten Sorten war bei der Sorte 'Fresco' Wellant®, für alle Versuchsglieder mit 38 bis 56 Äpfeln pro Baum generell ein sehr niedriger Behang festzustellen. Gleiches traf auch auf die Erträge zu. Deutlich wurde dennoch, dass ein niedriger Behang in einem höheren mittleren Fruchtgewicht resultierte und somit die genetisch fixierte, maximale Fruchtgröße noch nicht erreicht ist (FRIEDRICH, 1986; Abbildung 20). Ein Einfluss der nur geringen Unterschiede in den Stammdurchmessern, welche zu Beginn der Untersuchungen zwischen 5,7 und 5,2 cm lagen, konnte nicht festgestellt werden (Tabelle 18).

Es zeigte sich, dass das an das Wetter angepasste Öffnen und Schließen des Netzes im Vergleich zur Variante „ohne Netz“ tendenziell zu niedrigeren Fruchtgewichten bei annähernd gleichem Behang führte (Abbildung 20). Ähnlich verhielten sich die Bäume mit geschlossenem Netz nach der Blüte bis zur Ernte, was sich deutlich in der

Fruchtgrößenverteilung widerspiegelte (Abbildung 21). Eine Einordnung für die Ertragsparameter der Bäume, deren Hagelnetze nach der Blüte bis zum Junifruchtfall geschlossen blieben oder ab diesem Zeitpunkt bis zur Ernte geschlossen wurden, ist aufgrund der deutlichen Unterschiede im Behang nicht möglich (Abbildung 20).

Tabelle 18: Zunahme der Stammdurchmesser unter dem Einfluss der Netzvarianten bei der Sorte 'Fresco' Wellant®

Varianten	Stammdurchmesser [cm]				Zuwachs [cm]		
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
angepasst	5,4	5,8	6,2	6,6	0,4	0,4	0,4
ab Juni auf	5,7	6,1	6,5	6,9	0,4	0,4	0,4
bis Juni auf	5,5	5,8	6,1	6,5	0,3	0,3	0,4
immer auf	5,5	5,8	6,3	6,9	0,3	0,5	0,6
immer zu	5,2	5,5	5,7	6,1	0,3	0,2	0,4



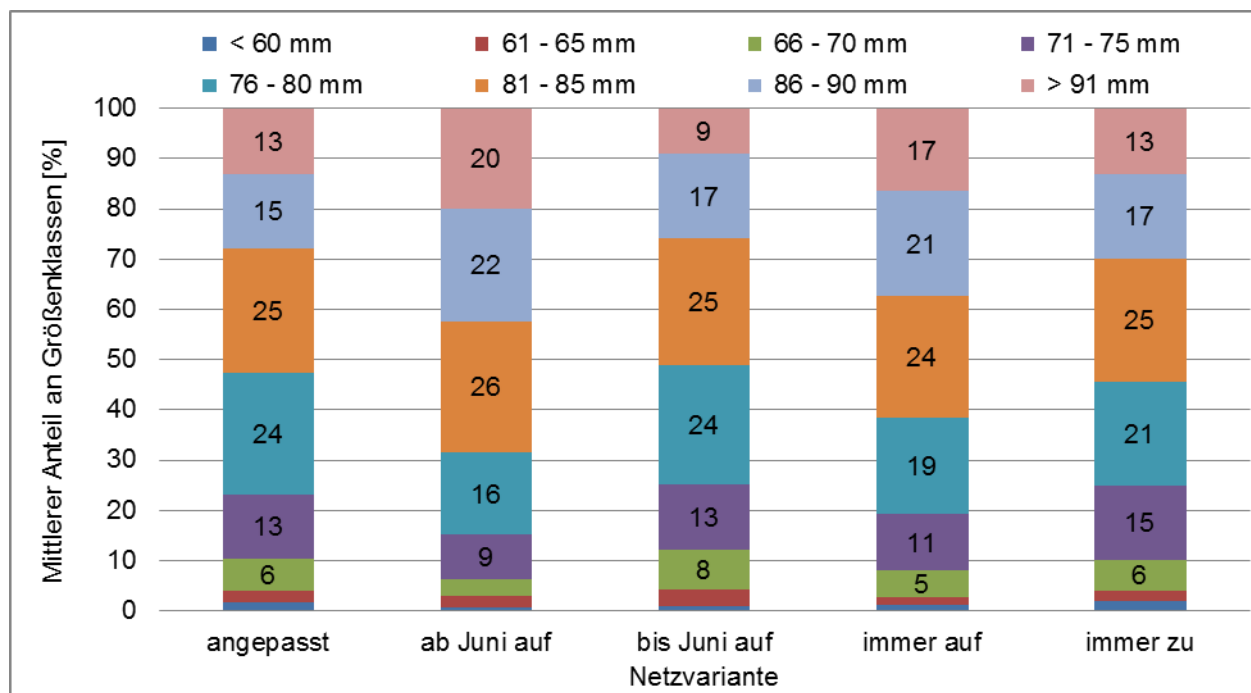
■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha
 ■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum
 ▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht.

Abbildung 20: Ertragsparameter der Sorte 'Fresco' Wellant® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.6.2 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtgröße

Ein direkter Einfluss der Hagelnetze auf die Fruchtgrößenverteilung ist bei der Sorte 'Fresco' nur andeutungsweise zu erkennen. Trotz eines doch ähnlichen Behangs von 44 bis 47 Früchten je Baum in den Varianten ohne Netz, mit geschlossenem Netz und mit angepasster Strategie sind die größten Anteile der Früchte über 81 mm in der Variante ohne Netz zu finden. Da die Anzahl der Früchte je Baum in den anderen Versuchsgliedern stärker abweicht, ist eine genaue Zuordnung nur schwer vorzunehmen.

Prinzipiell wird ersichtlich, dass der Anteil von Früchten größer 90 mm, im Vergleich zu den anderen Sorten, sehr hoch ist. Dies deutet wiederum darauf hin, dass die Sorte ein höheres Behangspotential besitzt, dieses jedoch nur sehr schwer ausgeschöpft werden kann (Abbildung 20 und Abbildung 21).



Zahlenwerte unter 4 % werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Abbildung 21: Fruchtgrößenverteilung der Sorte 'Fresco' Wellant® in Abhängigkeit von der Einnetzung

3.6.3 Einfluss des Einzelreihenhagelnetzes auf die Fruchtausfärbung

Trotz der Einnetzung konnte bei der Sorte 'Fresco' kein Unterschied in der Ausfärbung festgestellt werden. Hier ist der Effekt auf die Fruchtgrößenverteilung, bei vergleichbarem Behang wesentlich stärker ausgeprägt (Abbildung 21). Blieb das Netz über die gesamte Vegetationszeit offen, wiesen 62 % der Früchte einen Deckfarbenanteil von mindestens 41 % auf. Dieser Anteil an Äpfeln ging bei dauerhafter Einnetzung nach der Blüte („immer zu“) auf 56 % zurück. Sowohl die angepasste Variante, als auch das Schließen der Hagelnetze von der Blüte bis zum Junifruchtfall oder ab dem Junifruchtfall bis zur Ernte zeigten mit 58 bis 64 % eine Ausfärbung auf dem Niveau der Kontrollvariante ohne Netz (Abbildung 22).

Die Behangsunterschiede wirkten sich deutlich stärker auf die Fruchtgrößenverteilung aus, wobei der etwas stärkere Behang in der Variante mit geschlossenem Netz ab dem Junifruchtfall einen positiven Effekt auf die Fruchtgrößenverteilung nach sich zog und der Anteil von Früchten über 86 mm deutlich zurückging (Abbildung 21).

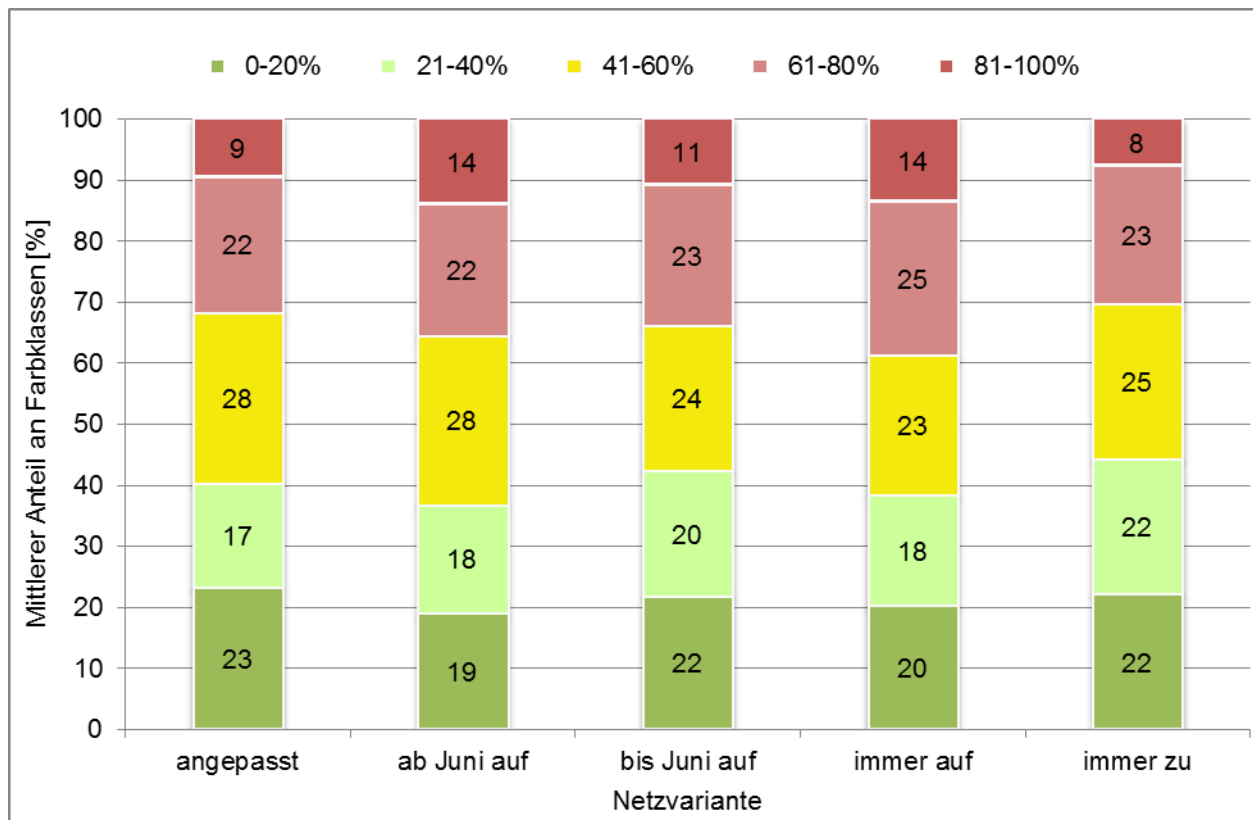


Abbildung 22: Fruchtausfärbung in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Fresco' Wellant®

3.6.4 Erlöse, Deckungsbeiträge und Wirtschaftlichkeit

Für die Sorte 'Fresco' kann keine eindeutige Aussage über den betriebswirtschaftlichen Effekt eines Einzelreihen-hagelnetzes getroffen werden. Vor allem die bis zum Junifruchtfall geöffnete Variante schneidet mit 42.046 €/ha unverhältnismäßig gut ab. Sieht man diese Variante als Maß der Dinge an, so ist ein Hagelnetz stets sinnvoll. Aufgrund der zu Beginn der Untersuchungen stark eingeschränkten Möglichkeiten im Versuchsdesign musste auf Wiederholungen und somit auch auf eine Randomisierung, der Versuchsglieder verzichtet werden.

Im Großen und Ganzen muss festgestellt werden, dass mit 38 bis 56 Früchten je Baum diese Sorte deutlich unter dem möglichen Behangspotential zurückblieb. Aufgrund dieses niedrigen Ertragsniveaus in Kombination mit dem Mangel an Wiederholungen, dürfen keinerlei Unterschiede der Varianten in dieser Sorte postuliert werden. Auf eine betriebswirtschaftliche Auswertung der Sorte 'Fresco' wird aus diesem Grund verzichtet.

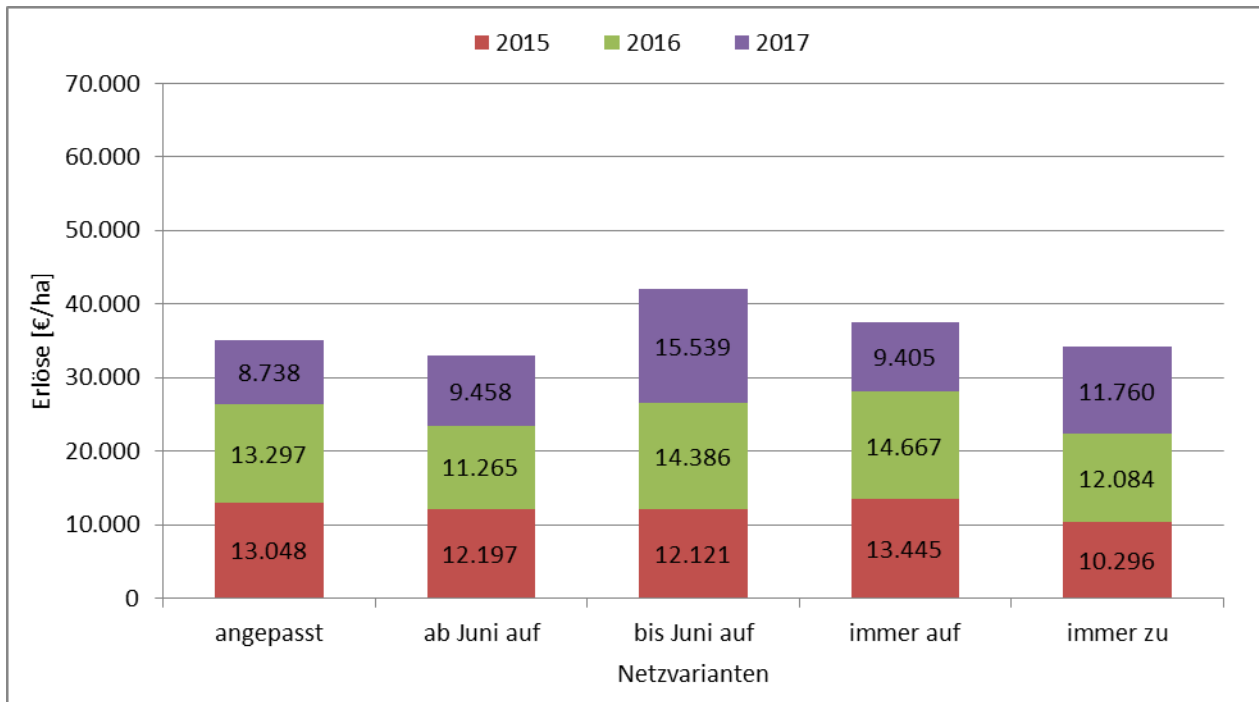


Abbildung 23: Akkumulierte Erlöse in Abhängigkeit der Netzvariante bei der Sorte 'Fresco' Wellant®

4 Zusammenfassung

Der Einfluss der Netzvarianten auf das Wuchsverhalten konnte unter den Versuchsbedingungen nicht klar ermittelt werden. Vor allem im Zuwachs der Stammdurchmesser gab es zwischen den Sorten und Varianten Unterschiede, die nicht eindeutig zugeordnet werden konnten.

Des Weiteren konnte eine Reduktion der PAR von ca. 30 % im äußeren Bereich der Kronen gemessen werden. Diese Reduktion war im Inneren der Bäume ebenfalls vorhanden, auf Grund der Beschattung durch die Blätter jedoch stark schwankend und somit nicht exakt messbar.

Mit Ausnahme von 'Fresco', konnte für alle Sorten bereits im ersten Versuchsjahr klar gezeigt werden, dass die Abdeckung mit einem Einzelreihenhagelnetz zu einer verschlechterten Ausfärbung führt. Am größten ist dieser negative Ausfärbungseffekt bei einer dauerhaften Einnetzung. Einen abgeschwächten Effekt hat in der Regel ein ab dem Junifruchtfall geöffnetes Netz. Durch diese Maßnahme kann der Verlust an Deckfarbe teilweise kompensiert werden. Das Beschatten der Früchte ab dem Junifruchtfall zieht einen Deckfarbenanteil nach sich, der mit der dauerhaft geschützten Variante vergleichbar ist.

Aufgrund der doch relativ langen Zeiten ohne Netzabdeckung überraschte die angepasste Variante, da in diesem Fall nur teilweise und stark sortenabhängig ein positiver Effekt auf die Ausfärbung erzielt werden konnte. Mit Ausnahme der Sorte 'Elstar' Elshof® und 'Braeburn' Mariri Red® war der Deckfarbenanteil der Früchte vergleichbar mit denen der dauerhaft eingenetzten Bäume. Die Ursache dafür ist derzeit jedoch noch unklar.

Die Effekte auf Ertrag, Behang und das mittlere Fruchtgewicht lassen sich nur eingeschränkt beurteilen. Für eine belastbare Gesamtbeurteilung sollte nach Möglichkeit einer dieser drei Faktoren über alle Varianten gleich sein, was jedoch in der durchgeführten Untersuchung nicht immer gegeben war. Die anhand der Stammdurchmesser festgestellten unterschiedlichen Entwicklungszustände der Bäume erschwerten zusätzlich die Interpretation der erzielten Ergebnisse.

Im Ergebnis der Auswertung der erhobenen Daten konnten dennoch Tendenzen abgeleitet werden. So zeigte sich, dass bei gleichem Behang der Varianten mit offenem und geschlossenem Netz an Bäumen der offenen Netzvariante tendenziell größere Früchte vorzufinden waren, was wiederum auch mit einem höheren Ertrag einherging.

Eine Öffnung der Hagelnetze nach dem Junifruchtfall scheint die Fruchtgröße maßgeblich zu beeinflussen. In der Regel konnten, bei ab diesem Zeitpunkt geöffneten Netzen (ab Juni auf), höhere mittlere Fruchtgewichte bei vergleichbarem oder teilweise sogar höherem Behang erzielt werden, jedoch nicht im Vergleich zur immer geöffneten Variante. Die an das Wetter angepasste Variante blieb im Hinblick auf die Fruchtgröße oftmals hinter der ab dem Junifruchtfall geöffneten Variante zurück. Eine mögliche Ursache hierfür könnte eine stärkere Ethylenproduktion, hervorgerufen durch die erhöhte mechanische Belastung während des Auf- und Abrollens der Netze, sein. Dies hätte folglich einen verstärkten Fruchtfall oder häufigere Fruchtfallereignisse zur Folge. Auch das Beschädigen oder Abreißen von großen gut ausgefärbten Früchten in der Peripherie des Baumes, ebenfalls hervorgerufen durch häufiges Auf- und Abrollen der Netze, könnte eine Rolle spielen.

Monetär betrachtet werden in der Variante ohne Hagelnetz, bei ausbleibendem Hagel, die höchsten Deckungsbeiträge erzielt. Tritt ein Hagelereignis ein, so weist das Versuchsglied ohne Schutznetz, sortenunabhängig, einen negative Deckungsbeitrag zwischen -6.000 und -7.600 €/ha auf. Die Dauer der Refinanzierung dieser Verluste,

verglichen mit der Verwendung eines Einzelreihenhagelnetzes, beträgt jedoch, stark von der Sorte bestimmt, zwischen 4 und 16 Jahren.

Folgende Regeln können abgeleitet werden:

- Das Einzelreihenhagelsystem ist nur zu empfehlen, wenn es in Anpassung an das Wetter geöffnet und geschlossen werden kann.
- Werden Qualität und Ertrag durch den Hagelnetzeinsatz dauerhaft negativ beeinflusst, sind die wirtschaftlichen Verluste größer als die, die im Vergleich zum Anbau ohne Netz bei einem einmaligen Hagelschlag entstehen würden.
- Werden Qualität und Ertrag durch den Hagelnetzeinsatz nur leicht beeinflusst, lohnt die Investition in ein solches Schutzsystem bereits bei einem bis zwei Hagelereignissen in der Standzeit des Schutzsystems.

Tabelle 19: Wirtschaftlichkeit eines Einzelreihenhagelnetzes in Bezug zur Häufigkeit von Hagelereignissen

Sorte	Netzvariante angepasst	Netzvariante immer zu
'Elstar'	1,25 Hagelereignisse in 15 Jahren	7,5 Hagelereignisse in 15 Jahren
'Pinova'	1 Hagelereignis in 15 Jahren	3,75 Hagelereignisse in 15 Jahren
'RoHo 3615'	3,75 Hagelereignisse in 15 Jahren	3,75 Hagelereignisse in 15 Jahren
'Braeburn'	5 Hagelereignisse in 15 Jahren	5 Hagelereignisse in 15 Jahren

Angaben basieren auf den Annahmen des 100 %igen Schutzes des Erntegutes, der vollständigen Vermarktung der geschädigten Früchte ohne Einnetzung, der Entstehung der gesamten Produktionskosten; Folgeschäden der Bäume werden nicht berücksichtigt; Abschreibungsdauer 15 Jahre

Literaturverzeichnis

BÜCHELE, M. (2017): Lucas' Anleitung zum Obstbau. 33., erweiterte Auflage, Ulmer.

DIETIKER D. und HANHART J. (2017): Arbeiten im Obstbau. Schweizerische Zeitung für Obst- und Weinbau 11, S. 9-13.

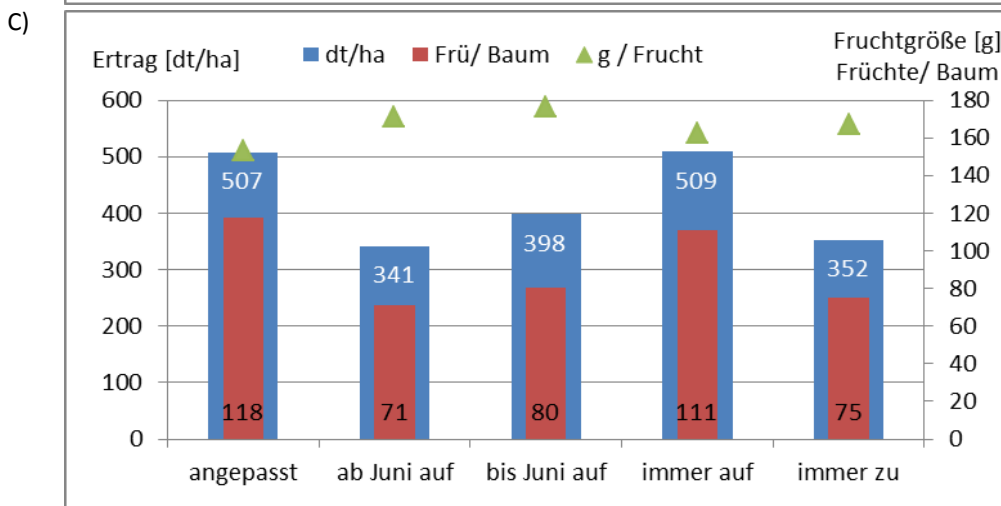
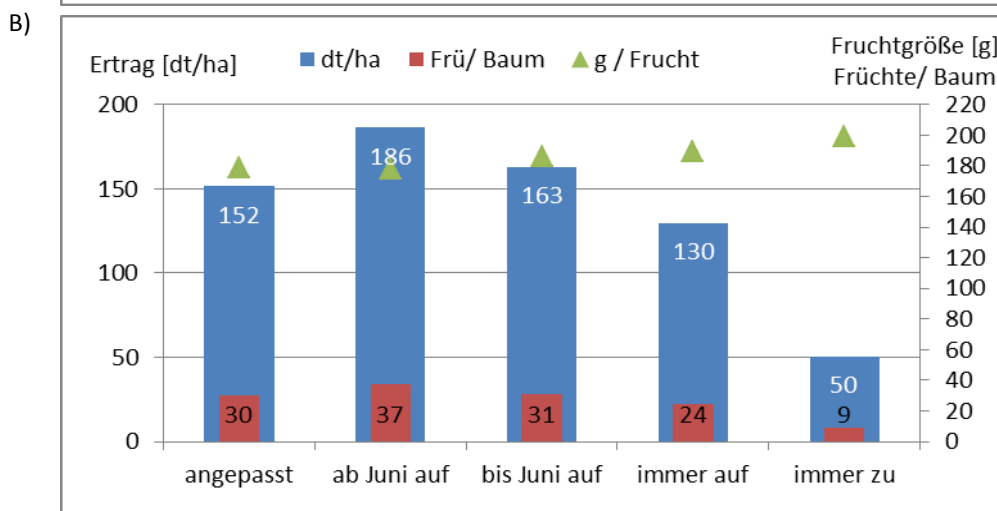
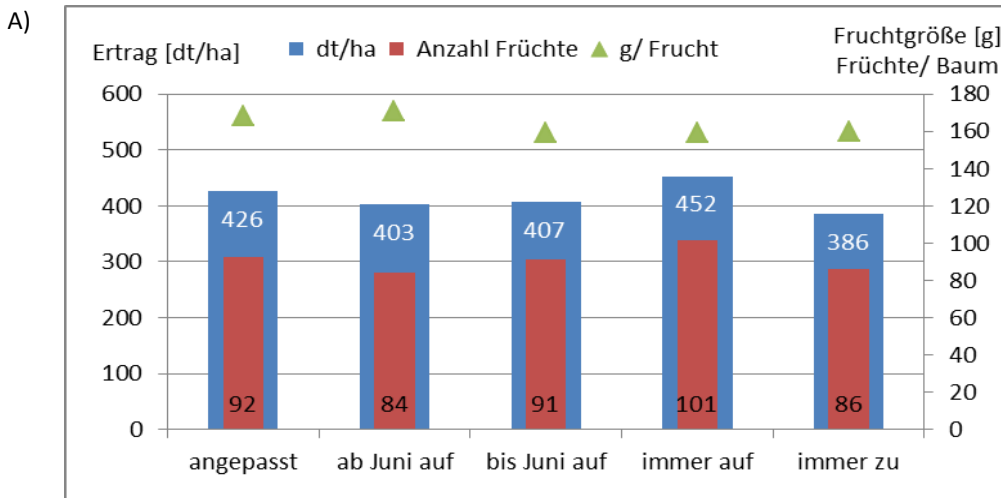
DIEREND und BIER-KAMOTZKE (2008): Einfluss schwach wachsender Apfelunterlagen auf Wachstum, Ertrag und Fruchtgröße verschiedener Sorten – Teil IV: Abschließende Bewertung. Erwerbs-Obstbau 51, S. 11-19.

FRANKE, J. (2015): Klimawandel in Sachsen – wir passen uns an. SMUL, Ref. 52 Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz.

FRIEDRICH, G. (1986): Physiologie der Obstgehölze. Akademie-Verlag Berlin.

RANK, H. (2015): Zwischenbericht (nicht veröffentlicht) – Weiterentwicklung einer Strategie zur Reduzierung bzw. Substitution des Kupfereinsatzes bei der Apfelproduktion im ökologischen Obstbau. LfULG.

Anhang



Netzvarianten (X-Achse, siehe Punkt 2.2)

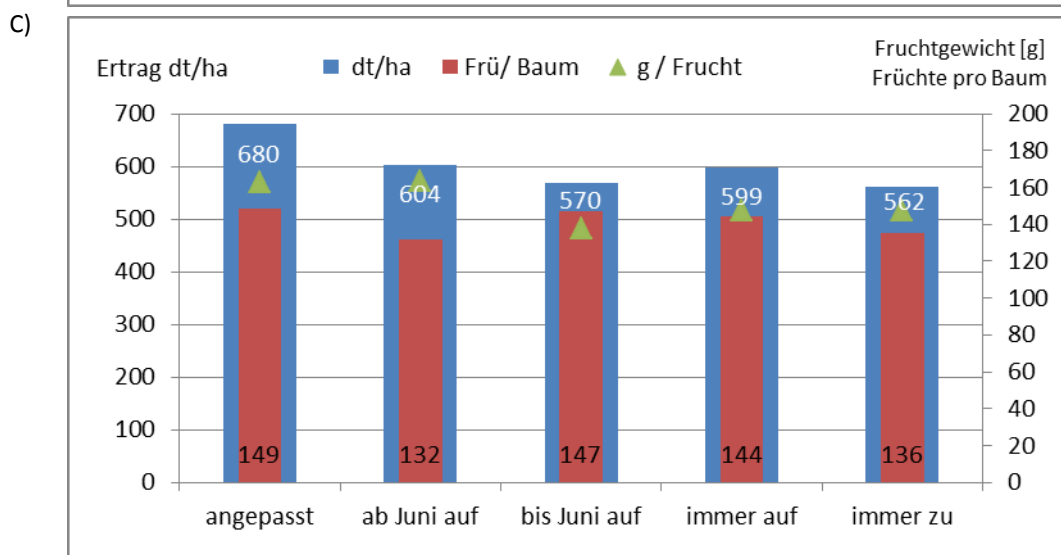
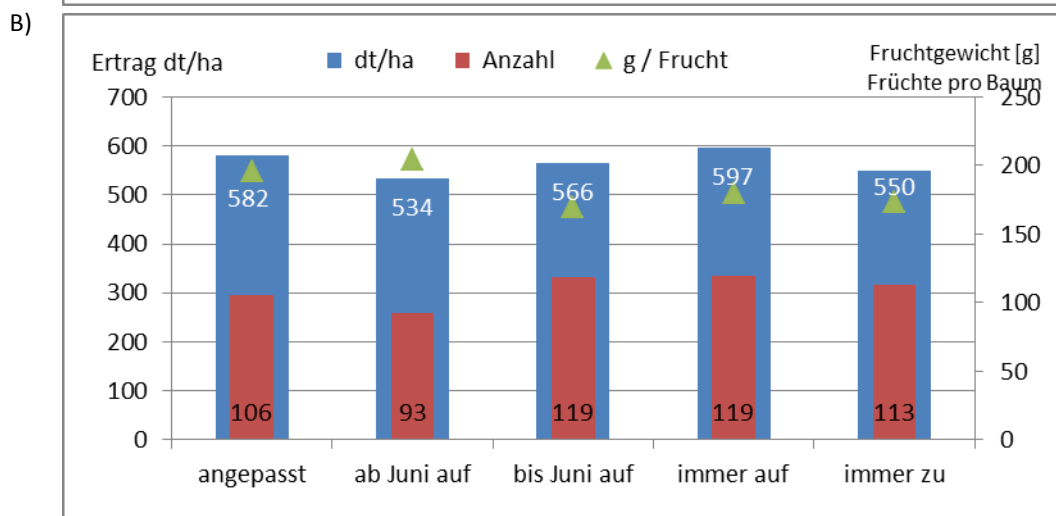
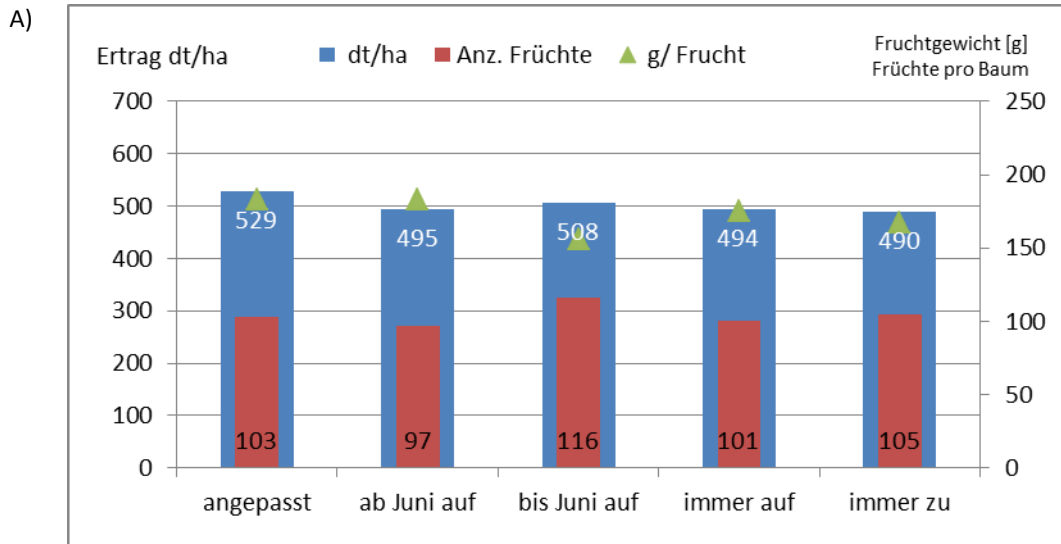
■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha

■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum

▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht

A) Untersuchungs-jahr 2015 B) Untersuchungs-jahr 2016 C) Untersuchungs-jahr 2017

Anhang 1: Ertragsparameter der Sorte 'Elstar' Elshof® in Abhängigkeit von der Einnetzung



Netzvarianten (X-Achse, siehe Punkt 2.2)

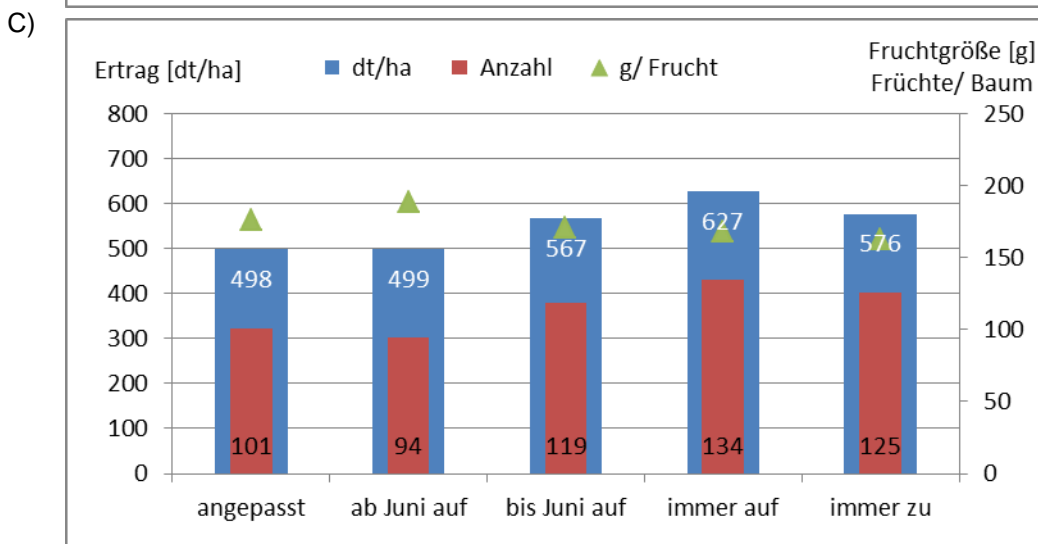
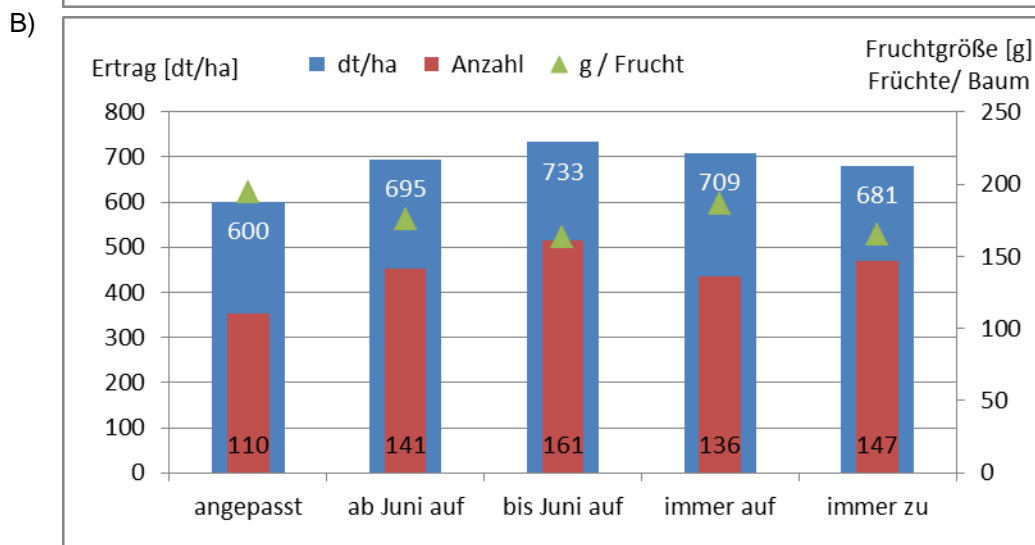
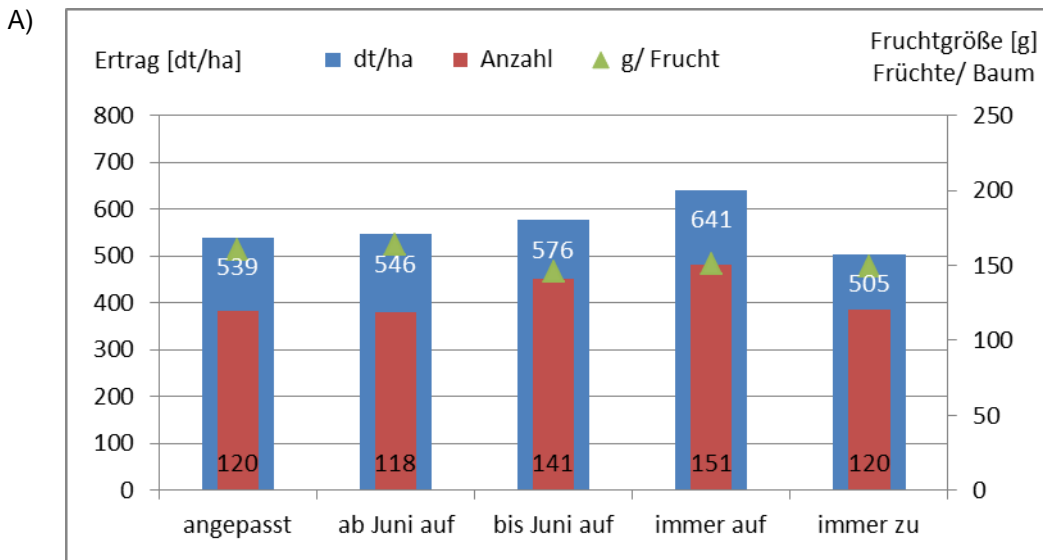
■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha

■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum

▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht

A) Untersuchungsjahr 2015 B) Untersuchungsjahr 2016 C) Untersuchungsjahr 2017

Anhang 2: Ertragsparameter der Sorte 'Pinova' in Abhängigkeit von der Einnetzung



Netzvarianten (X-Achse, siehe Punkt 2.2)

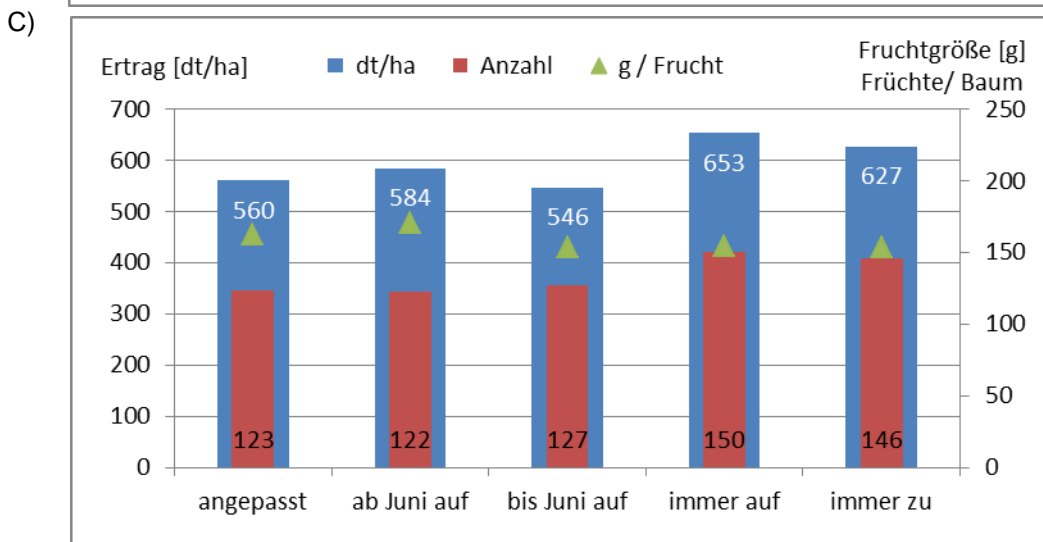
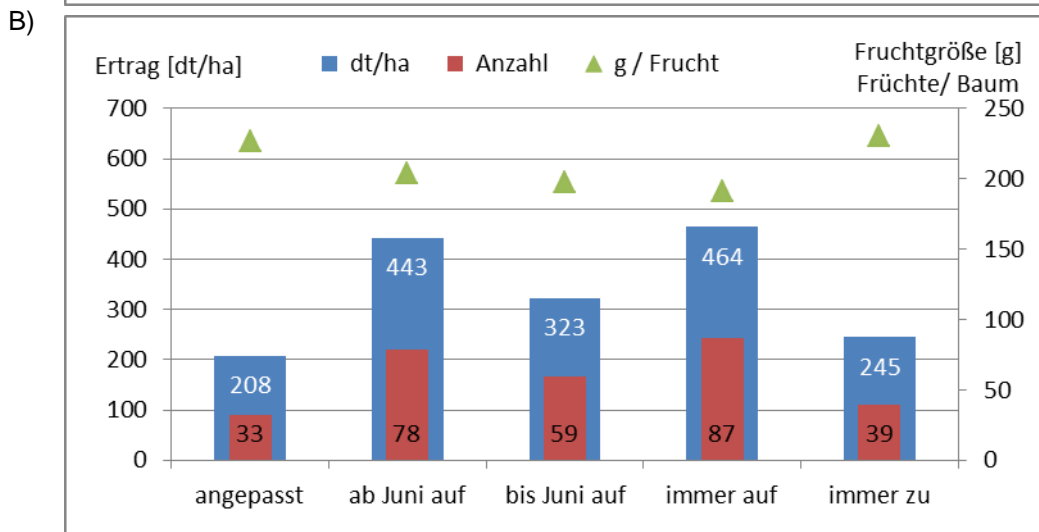
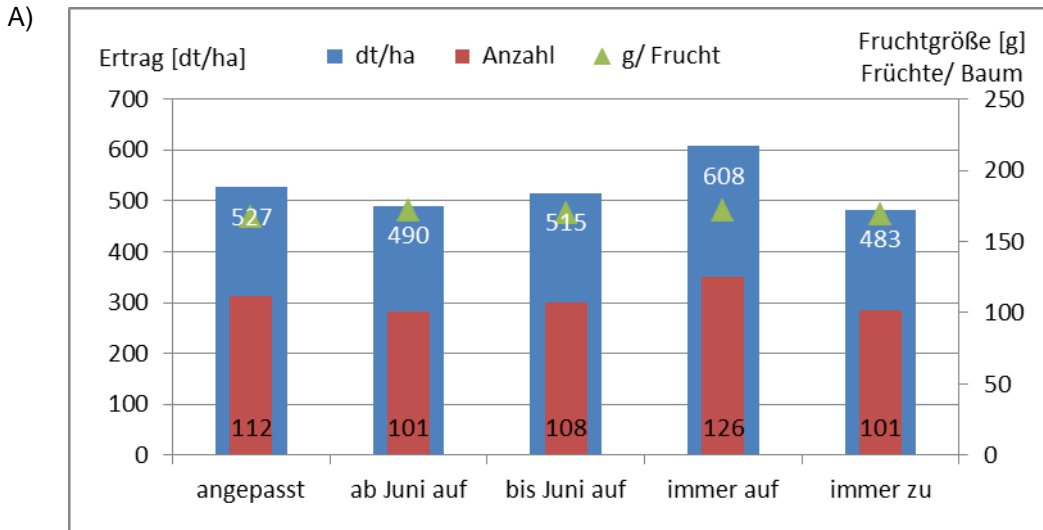
■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha

■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum

▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht

A) Untersuchungsjahr 2015 B) Untersuchungsjahr 2017

Anhang 3: Ertragsparameter der Sorte 'RoHo 3615' Evelina® in Abhängigkeit von der Einnetzung



Netzvarianten (X-Achse, siehe Punkt 2.2)

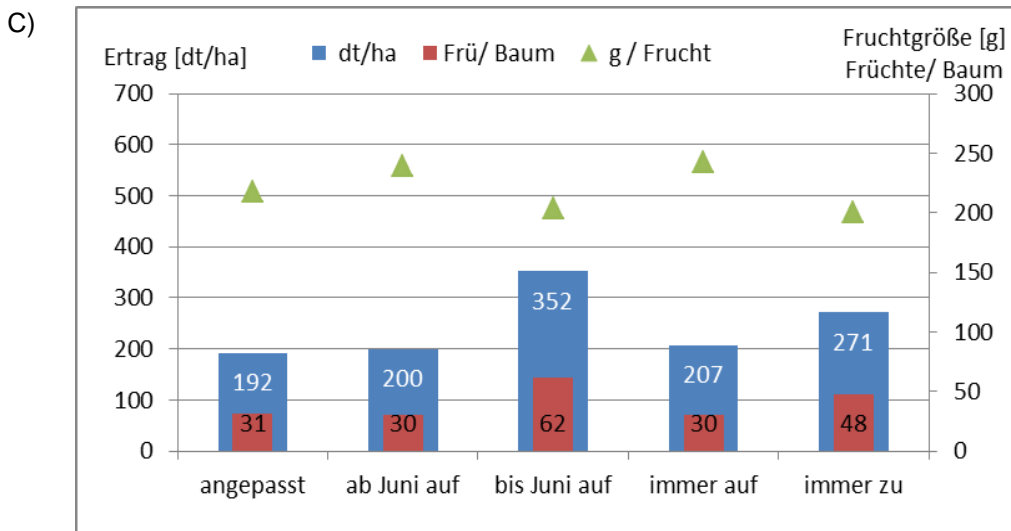
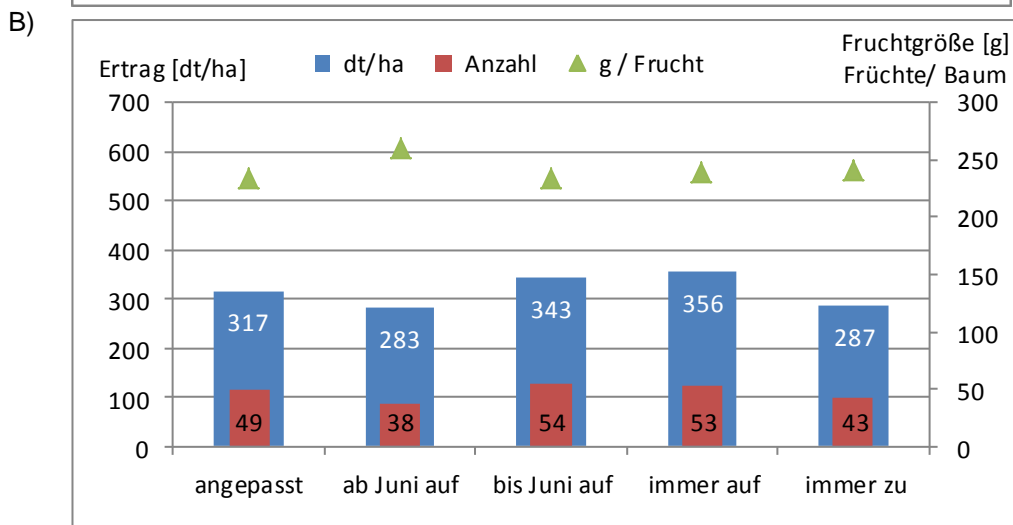
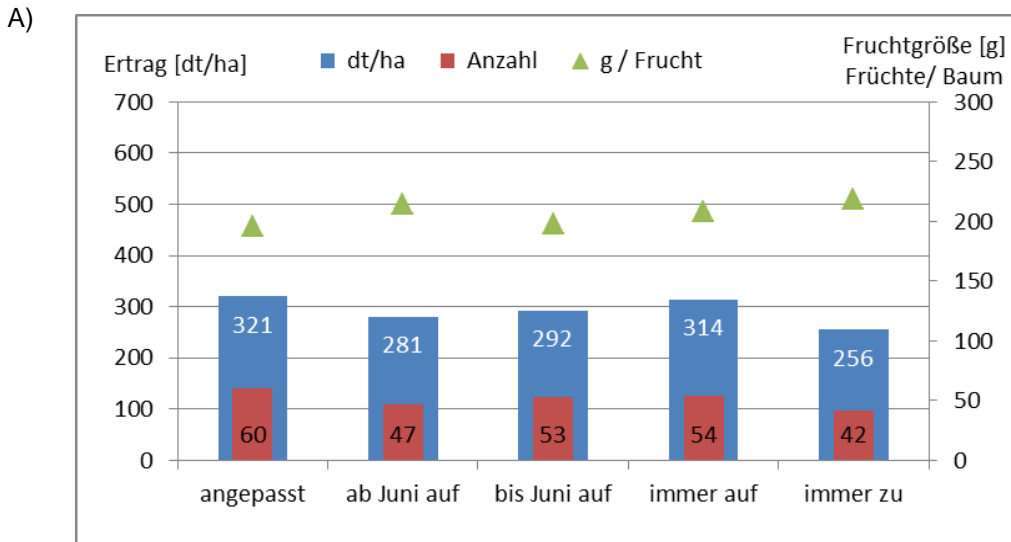
■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha

■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum

▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht

A) Untersuchungs-jahr 2015 B) Untersuchungs-jahr 2016 C) Untersuchungs-jahr 2017

Anhang 4: Ertragsparameter der Sorte 'Braeburn' Mariri Red® in Abhängigkeit der Einnetzung



Netzvarianten (X-Achse, siehe Punkt 2.2)

■ : durchschnittlicher Ertrag in dt/ha

■ : mittlerer Behang, durchschnittliche Anzahl von Früchten am Baum

▲ : mittleres Fruchtgewicht in g/Frucht

A) Untersuchungsjahr 2015 B) Untersuchungsjahr 2016 C) Untersuchungsjahr 2017

Anhang 5: Ertragsparameter der Sorte 'Fresco' Wellant® in Abhängigkeit von der Einnetzung

Herausgeber:

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

Das LfULG ist eine nachgeordnete Behörde des
Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft.

Autor:

Christian Kröling
Abteilung Gartenbau / Referat Obst-, Gemüse- und Weinbau
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-8711
Telefax: +49 351 2612-8299
E-Mail: christian.kroeling@smul.sachsen.de

Redaktion:

Christian Kröling
Abteilung Gartenbau / Referat Obst-, Gemüse- und Weinbau
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-8711
Telefax: +49 351 2612-8299
E-Mail: christian.kroeling@smul.sachsen.de

Fotos:

Christian Kröling

Redaktionsschluss:

12.07.2019

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

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

Verteilerhinweis

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

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de