

Apfelanbau unter Hagelnetz

Schriftenreihe, Heft 11/2013



Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz unter sächsischen Bedingungen

Dr. Margita Handschack

Inhalt

1	Einleitung und Problemstellung.....	8
1.1	Einleitung.....	8
1.2	Häufigkeit von Hagelereignissen in Sachsen	8
1.3	Möglichkeiten der Hagelabwehr	10
1.4	Einsatz von Hagelnetzen zur Hagelabwehr.....	10
1.5	Problemstellung für den Anbau unter Hagelnetz unter sächsischen Bedingungen	13
1.6	Anbauversuche unter Hagelnetz in Pillnitz 2000 bis 2006.....	13
1.6.1	Unterlagenvergleich.....	14
1.6.2	Einfluss der Einnetzung auf das Ertragsverhalten	15
1.7	Anpassung der Erziehung von Bäumen unter Hagelnetz	17
1.8	Zielstellung des neuen Hagelnetzversuches	19
1.9	Mitarbeit in der Arbeitsgruppe Hagelnetz	20
1.10	Versuchsbeschreibung	21
1.10.1	Hagelnetzversuch Pillnitz	21
1.10.2	Hagelnetzversuch unter grauem Hagelnetz in Ablaß	22
1.11	Datenerfassung	23
1.12	Methodik.....	24
1.13	Versuchsablauf.....	25
2	Ergebnisse	28
2.1	Einfluss von Hagelnetzen auf Belichtung und Mikroklima	28
2.1.1	Belichtung.....	28
2.1.2	Versuche mit dem Netzneigungswinkel – das Dummy-Netz	30
2.1.3	Einfluss auf das Mikroklima	32
2.1.4	Frostschutz mit Hagelnetz	32
2.2	Einfluss von Hagelnetzen auf Ertrag und Fruchtqualität.....	33
2.2.1	Wuchs	33
2.2.2	Blattfläche.....	36
2.2.3	Ertrag.....	36
2.2.4	Fruchtgröße	38
2.2.5	Ausfärbung	39
2.2.6	Betriebswirtschaftliche Abschätzung	41
2.2.7	Sorteneignung	42
2.2.8	Fruchtansatz.....	43
2.2.9	Spätes Schließen der Hagelnetze zur Verbesserung des Fruchtansatzes.....	43
2.2.10	Berostung.....	45
2.2.11	Reife.....	46
2.2.12	Refraktometerwert	47
2.2.13	Säuregehalt	48
2.2.14	Fruchtfleischfestigkeit.....	49
2.2.15	Krankheiten und Schädlinge.....	49
2.2.16	Sonnenbrand.....	50
2.2.17	Einfluss auf Lagerschäden	53
2.2.18	Einfluss von Tropfbewässerung auf den Anbau unter Hagelnetz	53
3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	55
3.1	Ergebnisse der Versuche unter sächsischen Verhältnissen.....	55
3.1.1	Licht und Mikroklima.....	55
3.1.2	Wuchs, Ertrag und Qualität	56
3.1.3	Betriebswirtschaft	56
3.1.4	Innere Fruchtqualität.....	56

3.1.5	Krankheiten in der Anlage und im Lager	56
3.1.6	Anbauversuche	56
3.2	Anbauempfehlungen	57
3.3	Schlussfolgerungen.....	58
	Literaturverzeichnis	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Junger Apfelbaum nach starkem Hagelschlag am 01.09.1993 (links).....	9
Abbildung 2:	Äpfel nach frühem Hagelschlag 2004 (rechts)	9
Abbildung 3:	Hagelkanone in Ablaß kurz vor dem Einsatz am 17.08.2011	10
Abbildung 4:	Flachnetzüberspannung und „Whailex“-Einreiheneinnetzung 2011	11
Abbildung 5:	Farbige Netze in der Versuchsstation Bavendorf; Quelle: Zoth 2008.....	12
Abbildung 6:	Vergleich des natürlichen Strahlungsangebots für Südtirol und Sachsen 2011	13
Abbildung 7:	Versuchsanlage in Dresden-Pillnitz 2003.....	14
Abbildung 8:	Kronenvolumen 2006	14
Abbildung 9:	Kumulierter Ertrag 2001 bis 2006.....	15
Abbildung 10:	Ertragsverhalten 'Elshof'/M9 im 4. bis 6. Standjahr	15
Abbildung 11:	Anlage weißes Hagelnetz 2004 (links)	16
Abbildung 12:	Anlage graues Hagelnetz 2004 (rechts).....	16
Abbildung 13:	Versuchsanlage 'Elshof' 2009 mit Ballerina-Bäumen in hoher (links) und niedriger Erziehung.....	18
Abbildung 14:	Auswirkung der hohen Erziehung auf den Ertrag 'Elshof' 2009.....	19
Abbildung 15:	Schnitt der Bäume von einer Hebebühne aus.....	19
Abbildung 16:	Versuchsanlage unter schwarzem Hagelnetz, Pillnitz 2008.....	21
Abbildung 17:	Versuchsanlage unter grauem Hagelnetz, Ablaß 2009	22
Abbildung 18:	Wetterstation in Ablaß.....	23
Abbildung 19:	'Pinova'-Bäume 2010 in Ablaß	25
Abbildung 20:	'Pinova'-Bäume 2010 in Pillnitz	25
Abbildung 21:	Witterungsbedingungen zur Blüte 2010	26
Abbildung 22:	Witterungsbedingungen 2010 nach der Blüte	27
Abbildung 23:	Aufgezoogenes Dummy-Netz im Winter 2009/2010	28
Abbildung 24:	Messeinrichtung in der Kontrolle und PAR-Sensor	28
Abbildung 25:	PAR-Messung am 12.06.2009 in Pillnitz bei hoher Einstrahlung	29
Abbildung 26:	PAR-Messung am 12.09.2009 in Pillnitz bei niedriger Einstrahlung.....	29
Abbildung 27:	UVB-Strahlung am 14.09.2009 in Pillnitz	30
Abbildung 28:	Dummy-Netz mit verschiedenen Netzwinkeln in Pillnitz.....	31
Abbildung 29:	PAR-Strahlung unter Dummy-Netz am 24.09.2010 bei hoher Strahlung	31
Abbildung 30:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Temperatur 2009 bis 2011	32
Abbildung 31:	Temperaturverlauf 16. bis 18.04.2012.....	33
Abbildung 32:	'Mariri Red'-Bäume vor und nach dem Klik-Schnitt	34
Abbildung 33:	Einfluss des Netzes auf das Kronenvolumen 2011	34
Abbildung 34:	Zuwachs an Kronenvolumen 'Elshof' 2008 bis 2011	35
Abbildung 35:	Einfluss des Netzes auf die Blattfläche	36
Abbildung 36:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Hektarertrag 2011	37
Abbildung 37:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Ertragsanstieg	38
Abbildung 38:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Fruchtgröße.....	39
Abbildung 39:	Ausfärbung 'Elshof' 2010 Ablaß mit (links) und ohne Hagelnetz (rechts)	40
Abbildung 40:	Einfluss des Netzes auf die Ausfärbung >60 %.....	40
Abbildung 41:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Ausfärbung >40 % 2011	41
Abbildung 42:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Fruchtansatz 2009 und 2010.....	43
Abbildung 43:	Geöffnetes Hagelnetz zur Blüte 28.04.2011.....	43
Abbildung 44:	Einfluss des Termins der Einnetzung auf den Fruchtansatz 2011	44
Abbildung 45:	Mehltauberostung bei 'Pinova' und Berostung bei 'Wellant'	45
Abbildung 46:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Berostung.....	46
Abbildung 47:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Reife.....	47
Abbildung 48:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Refraktometerwert.....	48
Abbildung 49:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Säuregehalt.....	48

Abbildung 50:	Einfluss des Hagelnetzes auf die Fruchtfleischfestigkeit.....	49
Abbildung 51:	Mehltaubefall (links) und Blutläuse (rechts) in der Anlage.....	50
Abbildung 52:	Einfluss des Hagelnetzes auf den Mehлтаubefall.....	50
Abbildung 53:	Boniturklassen für Sonnenbrand (von oben links 1, 3, 5, 7 bis unten rechts 9).....	51
Abbildung 54:	Ozongehalt und Temperatur im Sommer 2010	52
Abbildung 55:	Einfluss von Hagelnetzen auf den Sonnenbrandbefall.....	52
Abbildung 56:	Einfluss der Tropfbewässerung auf Ertrag und Fruchtqualität.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Hagelschaden in der Erzeugergemeinschaft Borthener Obst und am Obsthof Borthen 1991 bis 2008.....	9
Tabelle 2:	Eigenschaften der gebräuchlichsten Netzfarben	12
Tabelle 3:	Verwendete Hagelnetze.....	21
Tabelle 4:	Erfasste Merkmale	23
Tabelle 5:	Kulturführung der Anlagen	25
Tabelle 6:	Schnittaufwand	35
Tabelle 7:	Reaktion von Sorten aus dem Sortiment (SCHÖNE 2012) auf Lichtmangel 2010.....	42
Tabelle 8:	Anteil von Äpfeln mit phytosanitären Schäden am 22.02.2011	53
Tabelle 9:	Vor- und Nachteile des Anbaus unter Hagelnetz	57
Tabelle 10:	Sortenempfehlung für den Anbau unter Hagelnetz (unter Verwendung von Tabelle 7)	58

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Einleitung

Die Lage auf dem Apfelmarkt ist angespannt. Bei steigender Produktion und stagnierendem Verbrauch kommt der Qualität der Tafeläpfel zunehmende Bedeutung zu. Vom Verbraucher werden ganzjährig gut ausgefärbte, gesunde und gut schmeckende Früchte von vorgegebenen Sorten verlangt. Äpfel mit geringer Fruchtgröße, zu wenig Farbe oder Schäden nimmt der Frischmarkt nur noch zu Preisen auf, die für den Erzeuger nicht kostendeckend sind. Früchte mit Hagelschäden sind als Tafelobst nicht absetzbar. Der Anteil geschädigter Früchte verteuert zudem die Ernte und Sortierung und damit die Produktionskosten. Hinzu kommen Schäden an den Bäumen und Knospen, die über Jahre nachwirkende Probleme bringen.

Ein zweiter Aspekt ist, dass nach dem Ertragsausfall in einem Betrieb die Lieferverpflichtungen nicht mehr erfüllt werden können. Der Einzelhandel ist aber auf die kontinuierliche Belieferung mit gleichmäßig qualitativ hochwertigen Partien angewiesen. So kann es bei Ertragsausfällen in größeren Gebieten des Anbauggebietes zur Störung der Geschäftsbeziehung zwischen Anbauer, Vermarkter und Verkaufseinrichtung kommen. Für Erwerbsbetriebe mit Direktvermarktung sind die Treue der Kunden und ihr Vertrauen zur jährlichen Verfügbarkeit einer bekannten Auswahl an Sorten von existenzieller Bedeutung.

Eines der Hauptprobleme der Produktionssicherheit unter sächsischen Anbaubedingungen ist deshalb der Schutz der Anlagen vor Hagelschlag.

1.2 Häufigkeit von Hagelereignissen in Sachsen

Mit einsetzendem Klimawandel nahm und nimmt die Häufigkeit von Starkniederschlägen und Hagel auch in Mittel- und Nordeuropa zu. Einen guten Eindruck davon vermitteln die Angaben über die Hagelhäufigkeit in den Anlagen des Betriebes Obsthof Borthen im Dresdner Raum (Tabelle 1) und die Erzeugerorganisation Borthener Obst. Für die Erzeugergemeinschaft Borthener Obst wirkt sich der Hagel aber nur in vier Jahren aus, großflächige Hagelereignisse häufen sich offensichtlich auch nach 2000 nicht. Deutlich ist dagegen die Zunahme der Hagelhäufigkeit und des Hagelschadens für den Einzelbetrieb seit 2001. Die Aussagen sächsischer Obstanbauer über die Hagelhäufigkeit in ihren Betrieben zwischen 2008 und 2011 unterstützen diese Aussage. Die Hagelhäufigkeit lag zwischen 0 und 7 ertragsmindernden Hagelschlägen (0 bis 2 pro Jahr), wobei sich die Mehrzahl der Schadensereignisse auf wenige Anlagen im Betrieb konzentrierte (Persönliche Mitteilung 2012). In anderen Betrieben gab es dagegen keinen Hagelschaden. Die Notwendigkeit, die Apfelanlagen gegen Hagelschäden zu schützen, ist deshalb sehr betriebsspezifisch zu sehen und bei Direktvermarktung besonders wichtig.



Abbildung 1: Junger Apfelbaum nach starkem Hagelschlag am 01.09.1993 (links)

Abbildung 2: Äpfel nach frühem Hagelschlag 2004 (rechts)

Tabelle 1: Hagelschaden in der Erzeugergemeinschaft Borthener Obst und am Obsthof Borthen 1991 bis 2008

Jahr	Erzeugergemeinschaft % der Fläche geschädigt	Erzeugergemeinschaft % Schaden	Betrieb ha verhagelt	Betrieb Schaden T €
1991			0	0
1992			0	0
1993	15	25	103	89
1994			0	0
1995			0	0
1996	25	35	0	0
1997			0	0
1998			107	57
1999	20	20	38	23
2000			0	0
2001			179	361
2002			0	0
2003			0	0
2004	30	25	201	240
2005			69	130
2006			175	136
2007			203	514
2008			0	0

Quelle: GRIESBACH (2010)

1.3 Möglichkeiten der Hagelabwehr

Aktive Hagelabwehr zielt auf die Beeinflussung der Hagelentstehung (Einbringen von Kondensationskernen aus Silberjodid in entstehende Wolken mit Flugzeugen) oder die Zerstörung der Hagelkörner in den Wolken (Hagelkanone) ab. Der Einsatz von Hagelfliegern hat aus Kostengründen keine größere Verbreitung erlangt. Dagegen sind Hagelkanonen in der Diskussion und haben im sächsischen Anbaugebiet eine gewisse Bedeutung.

Mit der Hagelkanone werden im Intervall von fünf Sekunden energiereiche Stoßwellen in die Luft geschossen. Sie entstehen durch Mischung von Acetylen, Sauerstoff und Stickstoff. Nach Zündung der Hagelkanone erreichen die Stoßwellen die sich bis in Höhen von 15 km erstreckenden Gewitterwolken. Dort entsteht eine Störzone, die herabfallende Hagelkörner zertrümmert. Das Hagelkorn fällt als Schnee oder Regen auf die Erde. Die Wirksamkeit der Hagelkanone ist jedoch nach wie vor umstritten. Dazu kommt, dass der Abschuss mit einem Lärmpegel von 130 dB im Abstand von 10 m (Schmerzscrei) verbunden ist, noch in 1 km Entfernung gibt die Firma INOPOWER 2010 einen Lärmpegel von 61 dB an. In der Nähe von Siedlungen ergeben sich daraus Probleme mit der Akzeptanz der Hagelkanone.

Passiver Hagelschutz erfolgt durch das Überspannen einer Apfelanlage mit Hagelnetzen im Zeitraum Ende Mai bis zur Ernte. Diese Methode hat sich international durchgesetzt, weil durch eine Einnetzung die notwendige Ertragssicherheit gewährleistet wird.



Abbildung 3: Hagelkanone in Ablaß kurz vor dem Einsatz am 17.08.2011

1.4 Einsatz von Hagelnetzen zur Hagelabwehr

Der Einsatz von Hagelnetzen hat eine lange Tradition in Europa. Bereits in den 1970er-Jahren verbreitete sich der Anbau unter Hagelnetzen im besonders hagelgefährdeten Anbaugebiet der Steiermark (Österreich), derzeit stehen dort etwa 85 % der Anlagen unter Hagelnetz. Ähnliches gilt für Frankreich und Italien. Nach wiederholten schweren Hagelschlägen (zuletzt 2011 in Belgien, wo 4.000 ha Obst zerstört wurden), hat in den letzten Jahren in nördlicheren Teilen Europas das Interesse an der Einnetzung von Tafelapfelanlagen mit

Hagelnetzen stark zugenommen und wird von Versuchen in den entsprechenden Versuchsanstalten begleitet. Gegenwärtig steht die nördlichste Hagelnetzanlage in den Niederlanden in Marknesse auf der geografischen Breite von Berlin. In Sachsen sind in den letzten Jahren in einzelnen Betrieben Hagelnetze im Umfang von ca. 20 ha aufgebaut worden. Nach Aussage der Betriebe ist der ausschlaggebende Beweggrund für die Einrichtung von Hagelnetzen die Ertragssicherheit und die damit verbundene Marktpräsenz, es sind meist Betriebe mit Ab-Hof-Verkauf. Die durch die Einnetzung resultierende Beschattung der Bäume mit allen daraus folgenden Konsequenzen erweist sich jedoch als problematisch. Je nördlicher das Anbauggebiet, desto gravierender sind die Folgen.

Aktuelle Netzsysteme

Langjährige Erfahrungen zur Standfestigkeit von Netzsystemen haben zunächst zum Aufbau von Giebelsystemen geführt. Je steiler der Giebel, desto besser die Standsicherheit, aber desto höher auch der Stützaufwand. Steigende Produktionskosten von 20 % haben in den letzten Jahren zur Entwicklung von Systemen mit Flachabdeckung geführt (Abbildung 4). Die flache Abdeckung, die in letzter Zeit mit der Einsparung von Stützpfehlern verbunden ist (Mehrr Reihenüberspannung), wirft eine Reihe von zum Teil noch ungelösten Fragen auf. Zum einen ist die Standsicherheit schlechter, zu anderen wird die Auflagefläche über der Anlage größer und die Netzneigung, die bei den Giebelnetzen einen Lichtkorridor über den Bäumen bewirkt, verschwindet. Gleichzeitig wurden in den letzten Jahren die Netzkonstruktionen von anfangs 3 m auf jetzt 4,5 bis 6 m erhöht, um damit die Lichtsituation zu verbessern. Als Gerüstmaterial wird aktuell der Einsatz von Betonpfählen statt der bisher verwendeten Holzpfähle diskutiert, auch Leichtmetallstützen sind im Gespräch. Für die Betonpfähle sprechen die längere Lebensdauer und bessere Entsorgbarkeit, für die Holzpfähle die bessere Elastizität und Handhabbarkeit und der günstigere Preis. Weitere Entwicklungen gehen in die Richtung eines mobilen Hagelnetzes mit einfacherer Handhabung. Der vorläufige Endpunkt dieser Art Hagelnetze ist das Einreihensystem „Whailex“ der Fima Wagner (Abbildung 4), bei dem das Netz bei drohendem Gewitter innerhalb von 20 min/ha aufgerollt werden kann. Es ermöglicht einen sicheren Hagelschutz ohne Lichteinbuße, wenn das Netz nach dem Gewitter wieder geöffnet wird. Das System befindet sich noch in der Entwicklung.



Abbildung 4: Flachnetzüberspannung und „Whailex“-Einreiheneinnetzung 2011

Struktur und Farben der Hagelnetze

Die Menge und das Spektrum des Lichts, das durch das Hagelnetz hindurchdringt und die Bäume erreicht, werden durch die Geometrie und Farbe der Netze wesentlich bestimmt. Die Maschenweite wurde von den Firmen über die Jahre von 1,3 x 1,3 mm auf 3,0 x 8,8 mm (OVERBECK et al. 2012) vergrößert, um die Lichtausbeute zu verbessern. Damit scheinen die Grenzen erreicht, schließlich muss das Netz auch kleinere Hagelkörner sicher auffangen.

Verschiedenste Kombinationen von Netzfarben wurden in den letzten Jahren breit erprobt. Hintergrund dafür ist die Tatsache, dass das Chlorophyll in den Apfelblättern für die Fotosynthese vorrangig rotes Licht in der Wellenlänge um 667 nm benötigt. Für die Rotfärbung der Früchte ist zusätzlich Licht aus dem UVB-Bereich um 300 nm notwendig. Es wurden deshalb rote, grüne, blaue und mehrfarbige Netze getestet. Positive Erfahrungen mit der besseren Wirkung farbiger Netze liegen durchweg aus südlichen Anbaugebieten vor. In nördlicheren Regionen konnte dieser Effekt nicht beobachtet werden (BLANKE 2007). Die Anwendung in der Praxis konzentriert sich auf weiße (Crystal), schwarze und graue Netze, wobei das graue Netz durch verschiedene Strukturen in der Kombination von weißen lichtdurchlässigen und schwarzen stabilen, aber Licht mindernden Fäden gewebt wird.

In den letzten Jahren gewinnt mit zunehmender Anbaufläche von Tafeläpfeln unter Hagelnetz die Umweltakzeptanz an Bedeutung. Dabei wurden in touristisch stark frequentierten Regionen (Bodensee, Südtirol) ausschließlich schwarze Hagelnetze akzeptiert. Derartige Vorgaben existieren in den nördlicheren Anbaugebieten wie Sachsen oder Zeeland (NL) gegenwärtig nicht. Die Wahl der Netzfarbe kann deshalb nach Abwägen der Faktoren Haltbarkeit, Lichtdurchlässigkeit und Umweltakzeptanz getroffen werden (Tabelle 2). In den Niederlanden werden gegenwärtig ausschließlich weiße Hagelnetze eingesetzt, die bisher in Sachsen installierten Anlagen haben entweder weiße oder graue Netze.

Tabelle 2: Eigenschaften der gebräuchlichsten Netzfarben

Weiß	Mischgewebe (grau)	Weiß (crystal)
Lebensdauer 20 Jahre	Lebensdauer 15 Jahre	Lebensdauer 5 bis 7 Jahre
Beschattung 18 bis 25 %	Beschattung 15 bis 17 %	Beschattung 8 bis 12 %
Akzeptanz ++	Akzeptanz +	Akzeptanz --



Abbildung 5: Farbige Netze in der Versuchsstation Bavendorf; Quelle: ZOTH 2008

1.5 Problemstellung für den Anbau unter Hagelnetz unter sächsischen Bedingungen

Die geografische Lage der sächsischen Anbaugelände um 51°N lässt befürchten, dass die Beschattung durch Hagelnetze das natürlich niedrigere Strahlungsangebot weiter mindert und so Wuchs, Alternanz, Fruchtansatz, Ausfärbung, Ertrag und Inhaltsstoffe so negativ beeinflusst, dass schließlich die Wirtschaftlichkeit des Anbauverfahrens in Frage gestellt ist.

Ein Vergleich der Globalstrahlungswerte zwischen den Versuchsstationen Laimburg und Pillnitz im für die Ausfärbung wichtigen Monat August unterstreicht die Befürchtungen. Der Bestrahlungswert liegt in Sachsen bei etwa 2/3 der Werte in Südtirol.

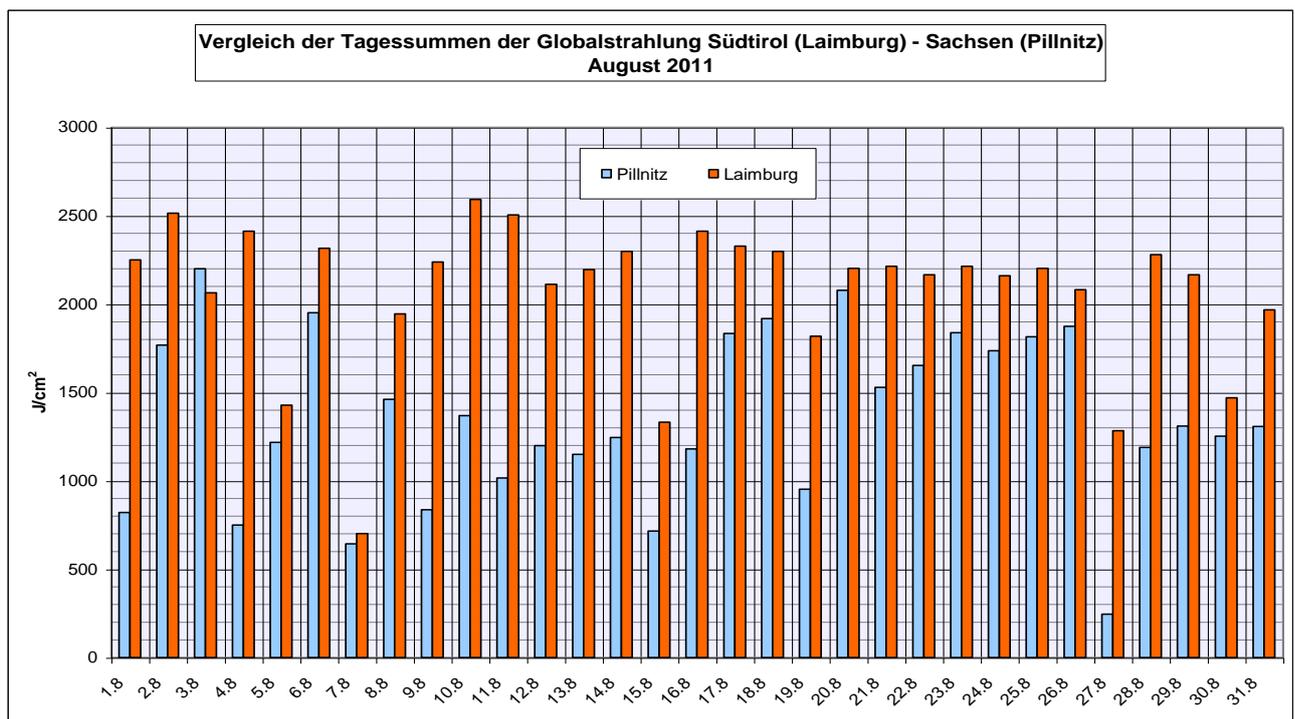


Abbildung 6: Vergleich des natürlichen Strahlungsangebots für Südtirol und Sachsen 2011

1.6 Anbauversuche unter Hagelnetz in Pillnitz 2000 bis 2006

Um die Eignung moderner wuchsbremsender Apfelunterlagen für den Anbau unter Hagelnetz zu testen, wurde im Versuchsfeld Dresden-Pillnitz im Jahr 2000 ein Versuch mit den aussichtsreichen Unterlagen P16, P22 (Polen), der Pillnitzer Züchtung Supporter 1, den Malling-Unterlagen M9, M27 und einer Mutante von M9 (Fleuren 56, Niederlande) sowie den tschechischen Unterlagen J-TE-E und J-TE-F gepflanzt. Die intensive Pflanzung mit 2.800 Bäumen/ha wurde als Spaltanlage mit einer Wiederholung konzipiert, die Sortenwahl fiel auf die bedeutenden rot ausfärbenden Mutanten von 'Elsstar' ('Elshof') und 'Jonagold' ('Jonagored'). Die Anlage wurde vom ersten Standjahr an mit grauen, schwarzen bzw. weißen Hagelnetzen im Giebelsystem mit einer Firsthöhe von 3,2 m überspannt. Die Kosten beliefen sich auf umgerechnet 14.000 €/ha.

Die Netze minderten den Lichteinfall (Globalstrahlung) gegenüber dem Freiland von 12 % (weißes Netz) bis zu 25 % (schwarzes Netz). Dieser Effekt war bis 50 cm unter dem Netz messbar. Daraus ergibt sich als erste Anbaumaßnahme, die Bäume im Hauptteil nicht höher werden zu lassen als 2,70 m und darüber einen Lichtkorridor zu belassen.



Abbildung 7: Versuchsanlage in Dresden-Pillnitz 2003

1.6.1 Unterlagenvergleich

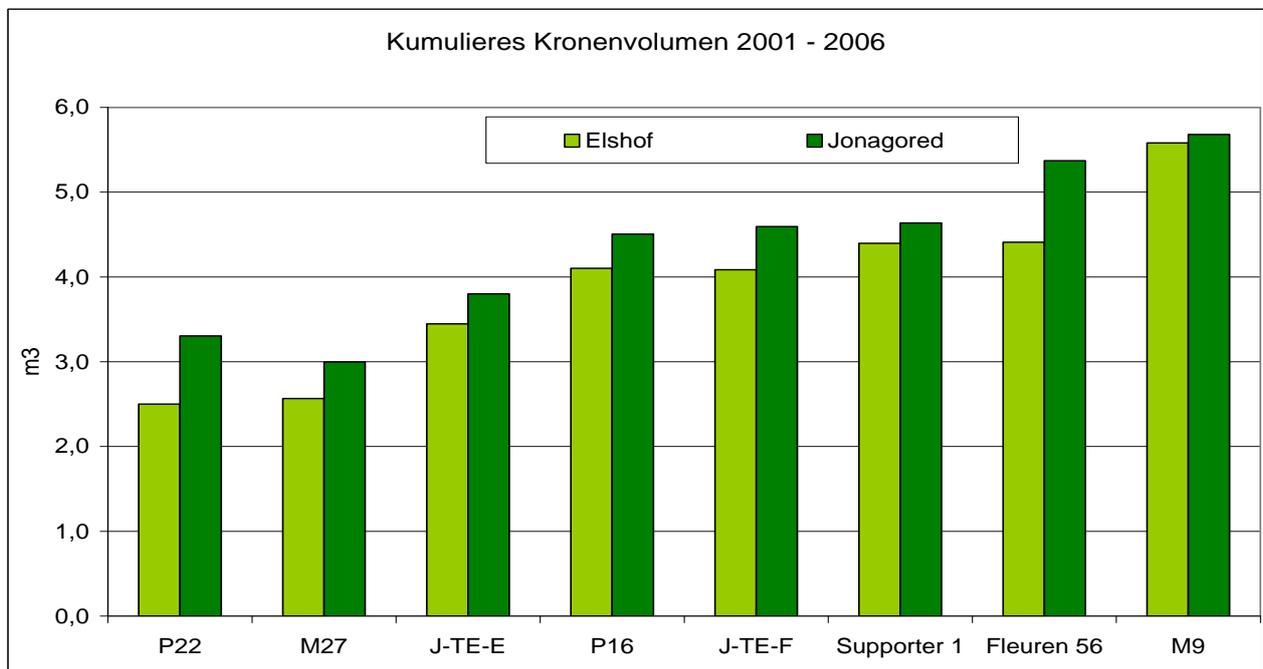


Abbildung 8: Kronenvolumen 2006

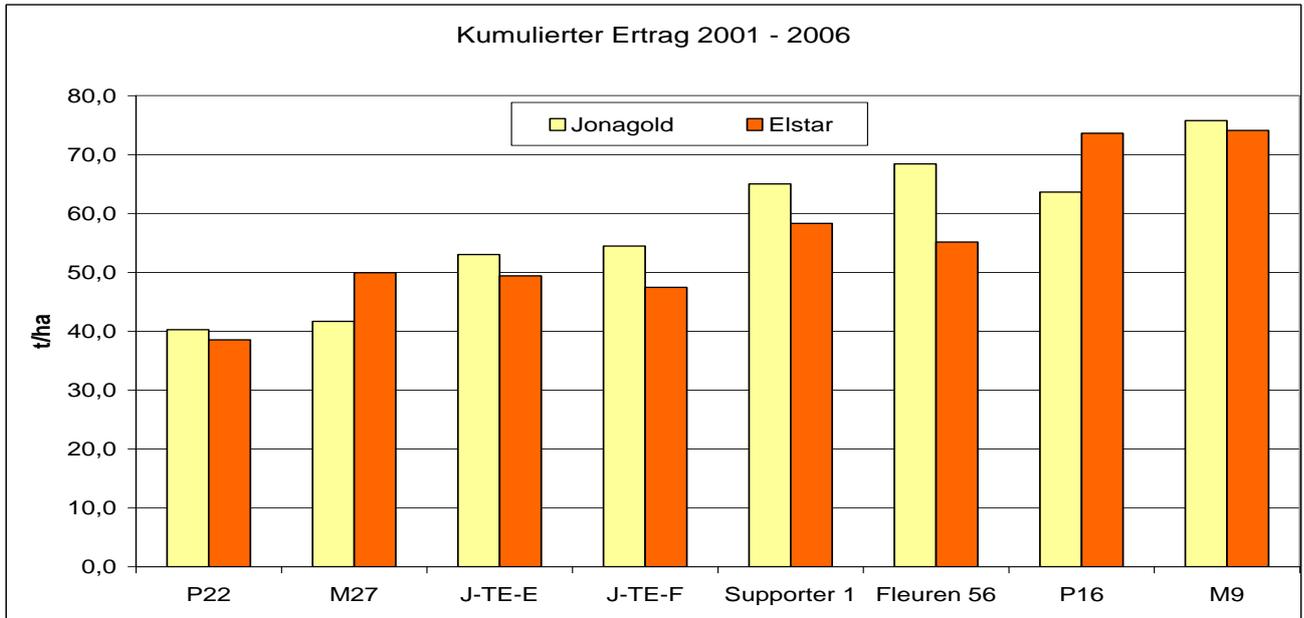


Abbildung 9: Kumulierter Ertrag 2001 bis 2006

Die Auswertung des Ertragsanstiegs und der ersten Vollertragsjahre 2004 bis 2006 ergab, dass die Standardunterlage M9 den stärksten Wuchs induzierte (Abbildung 8). Diese Unterlage führte auf der anderen Seite in der Summe beider Sorten zu den höchsten Erträgen und der besten Fruchtqualität. P 16 und Fleuren 56, möglicherweise auch Supporter 1, könnten als Alternativen für M9 interessant sein. Für die weiteren Versuche bleibt M9 die Standardunterlage.

1.6.2 Einfluss der Einnetzung auf das Ertragsverhalten

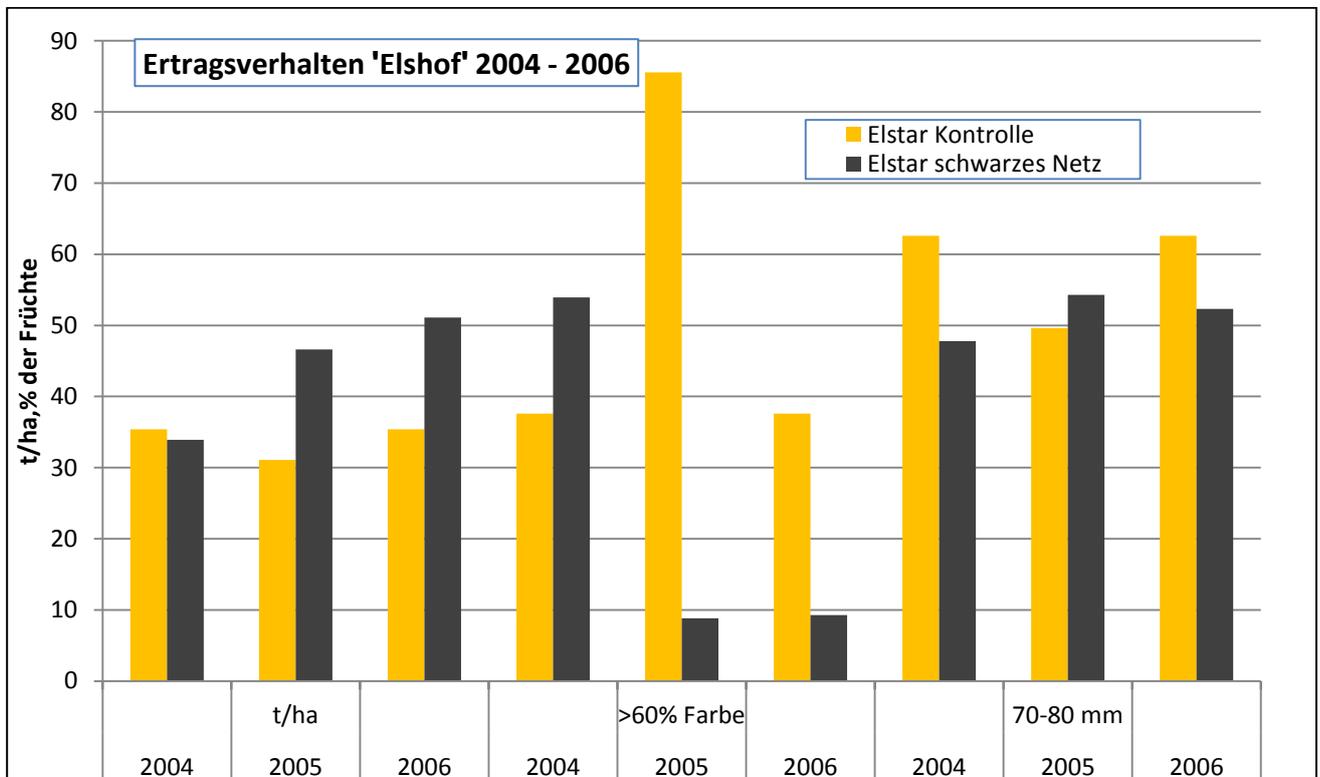


Abbildung 10: Ertragsverhalten 'Elshof'/M9 im 4. bis 6. Standjahr

Der Anbau unter Hagelnetz wirkte nicht ertragsmindernd. Der Hektarertrag stieg bei der stark alternierenden Sorte 'Elshof' unter schwarzem Hagelnetz ab dem 4. Standjahr ohne Alternanz langsam weiter an und überstieg 2006 52 t/ha (Abbildung 10). Während der gesamten Zeit lag der Ertrag über dem der Kontrolle, was seine Ursache im höheren Fruchtansatz hatte. Weil die Kontrollbäume regelmäßig unmittelbar nach der Blüte einen großen Teil der Früchte abwarfen, lag eine Störung in der Befruchtung nahe. Aber auch das Aufstellen von zwei zugekauften Hummelvölkern verbesserte die Situation 2006 nicht. Weil beide Anlagen unmittelbar nebeneinander standen, ließ sich der Effekt nicht erklären.

Ganz anders war die Lage bei der Fruchtqualität. Sowohl die unzureichende Fruchtgröße (unter 60 % Äpfel >70 mm) bei 'Elshof' als auch die ab dem 5. Standjahr katastrophale Ausfärbung mit weniger als 10 % Früchten >60 % Deckfarbe bei 'Elshof' und 'Jonagored' waren indiskutabel schlecht. Weil auch unter weißem Hagelnetz die Ausfärbung >60 % Farbe bei 'Elshof' nicht über 50 % der Früchte lag, konnte aufgrund der Ergebnisse des Versuchs der Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz in Sachsen nicht empfohlen werden (detaillierte Aussagen bei HANDSCHACK, Vortrag 2007).

Zwei Ansätze ließen sich daraus für die weitere Bearbeitung des Themas ableiten: Einmal schien der Versuch aussichtsreich, die sich überschlagenden Verbesserungen der Hagelnetzkonstruktionen von Seiten der Industrie zu nutzen, um Netzanlagen mit günstigeren Lichtverhältnissen zu testen. Viel wichtiger aber schien eine andere Folgerung aus den unbefriedigenden Versuchsergebnissen. Offensichtlich gelingt der Anbau unter Hagelnetzen gleich welcher Farbe unter den lichtarmen Bedingungen in Sachsen nicht mit der gleichen Kulturführung wie unter freiem Himmel. Hauptproblem war dabei die bis dahin gängige Erziehungsform der betonten Gerüstastspindel, die unter Hagelnetz zu unkontrollierbarem Kopfwachstum und wachsendem Lichtmangel in der Anlage führte (Abbildung 11 und Abbildung 12). Weil die Versuchspflanzung für die Testung von Unterlagen angelegt und damit für die Weiterführung der Versuche nicht geeignet war, wurde der Versuch in dieser Form 2006 beendet.



Abbildung 11: Anlage weißes Hagelnetz 2004 (links)



Abbildung 12: Anlage graues Hagelnetz 2004 (rechts)

Letztendlich konnte aus den ernüchternden, aber nicht unerwarteten Ergebnissen geschlussfolgert werden:

- Der Anbau von Tafeläpfeln unter schwarzem Hagelnetz mit einer Firsthöhe von 3,2 m ist mit der bisherigen Kulturführung nicht empfehlenswert.
- Die Eignung von weißem und grauem Netz ist weiter zu klären.
- Der Anbau unter schwarzem Hagelnetz ist unter höherem Hagelnetz zu testen, weil die Wirkung der Einnetzung 50 cm unter Firsthöhe endet.
- Das Anbauverfahren muss angepasst werden. Wichtigster Teil ist die Erziehungsform.

1.7 Anpassung der Erziehung von Bäumen unter Hagelnetz

Die Versuche zum Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz wurden 2006 zunächst mit der Entwicklung eines angepassten Erziehungssystems in einer Neupflanzung der Sorten 'Golden Delicious Reinders'/M9 und 'Els-hof'/M9 weitergeführt.

Es wurde eine Erziehungsform entwickelt, die unter dem Namen „Ballerina-Baum“ Eingang in das Anbauverfahren Apfel gefunden hat. Über drei bis vier während der gesamten Standzeit am Baum verbleibenden Gerüstästen wird eine Lichtschneise von zwei Scherenlängen eingerichtet, um die Belichtung der Gerüstäste zu gewährleisten. Darüber wird der Kopf mit nicht zu starken Fruchtästen erzogen und die Mitte bei Erreichen der Endhöhe mit Hilfe des Klik-Schnitts begrenzt. Es verbleiben 12 bis 15 Fruchtäste, die über den gesamten Baum mit Ausnahme der Lichtschneise verteilt sind und so die Belichtung der Krone gewährleisten. Der Schnitt erfolgt in Teilschritten über das ganze Jahr, der Schwerpunkt liegt im Spätsommer (Klik-Schnitt) und Nacherntebereich (Belichtungsschnitt). Im Winter werden Feinkorrekturen vorgenommen. So werden die Erziehung des Kopfes im Spätsommer, die Herausnahme zu starker Äste darunter nach der Ernte und eventuelle Korrekturen alle zwei Jahre im Winter durchgeführt. Damit sollte ein Schnittaufwand von unter 100 h/ha erreicht werden. Inzwischen wurden alle Anlagen auf dem Versuchsfeld des LfULG in Pillnitz auf diese Erziehungsform umgestellt und der Ballerina-Schnitt hat in dieser oder angepasster Form breite Anwendung in Praxisbetrieben Sachsens gefunden.

Nähere Ausführungen zum Vorgehen bei der Ballerina-Erziehung sind in einem Vortrag anlässlich der Pillnitzer Obstbautage 2009 zusammengefasst, der im Internet unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/12940.htm> abgerufen werden kann. Mit dem Ballerina-Baum war eine geeignete Form für den Anbau unter Hagelnetz gefunden.



Abbildung 13: Versuchsanlage 'Elshof' 2009 mit Ballerina-Bäumen in hoher (links) und niedriger Erziehung

Erziehung hoher Bäume

Zusätzlich wurde untersucht, ob sich die Erziehung von höheren Baumformen lohnt, wie sie im geplanten Hagelnetzversuch bei Netzhöhen von 4,5 m (First) möglich wären (Abbildung 13). Die Bäume wurden nach der Ballerina-Erziehung in einer Höhe von 3,2 m (hoch) oder 2,4 m (niedrig) abgeschlossen und die Mitte mit Klick-Schnitt stabilisiert. Die Erziehung war 2009 mit dem ersten Vollertrag abgeschlossen.

In den ersten Jahren des Vollertrags ab 2009 brachten die Anlagen 'Elshof' und 'Golden Delicious Reinders' bei einer Baumhöhe von 3,2 m im Schnitt pro Jahr einen Mehrertrag von 50 dt/ha bei vergleichbarer Fruchtgröße von über 60 % der Früchte größer als 70 mm gegenüber der Anlage von 2,4 m Baumhöhe. Gleichzeitig sank der Schnittaufwand von 320 h/ha im Jahr 2000 auf 70 Stunden im Jahr 2009. Die Bewirtschaftung einer hohen Anlage setzt aber die Anschaffung einer Hebebühne oder eines anderen erhöhten Standplatzes voraus und erfordert damit zusätzliche Investitionen (Abbildung 15). In vielen Obstbaubetrieben Sachsens sind allerdings bereits derartige Vorrichtungen zur Ernte oder zum Schnitt vorhanden.

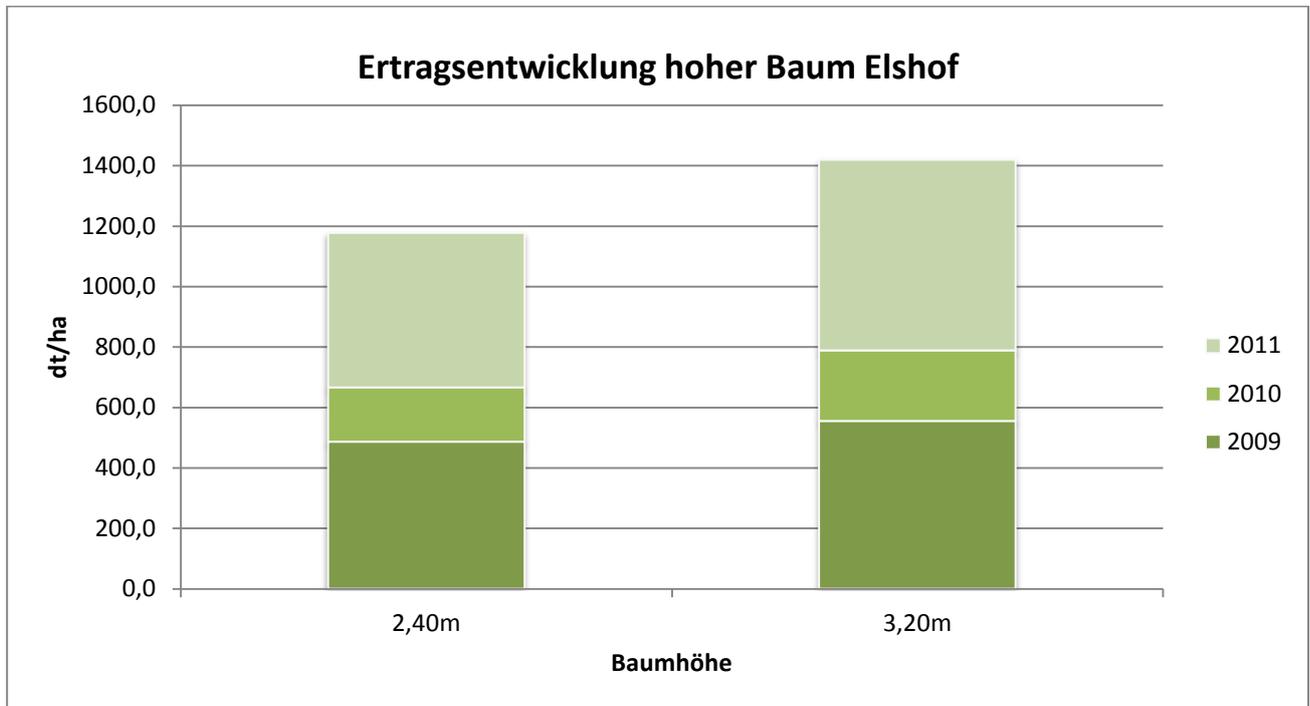


Abbildung 14: Auswirkung der hohen Erziehung auf den Ertrag 'Elshof' 2009



Abbildung 15: Schnitt der Bäume von einer Hebebühne aus

1.8 Zielstellung des neuen Hagelnetzversuches

Der vorangegangene Versuch hatte ergeben, dass der erfolgreiche Anbau von Tafeläpfeln bei einem niedrigen Hagelnetz (Firsthöhe 3,2 m) nur unter weißem, aber nicht unter schwarzem oder grauem Hagelnetz in Sachsen möglich ist. Diese Aussage ließ zwei neue Versuchsvarianten aussichtsreich erscheinen: Den Anbau unter niedrigem weißem Hagelnetz und den Anbau unter deutlich höherem schwarzem oder grauem Hagelnetz (4,2 m Firsthöhe).

Im Verlauf des Projektes sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Welche Auswirkungen haben Hagelnetze auf Licht und Mikroklima in der Apfelanlage?
- Welche negativen und positiven Auswirkungen haben Hagelnetze auf die Entwicklung der Bäume und die Ertragsentwicklung?
- Eignet sich die Ballerina-Erziehung für den Anbau?
- Welche betriebswirtschaftlichen Aussagen ergeben sich daraus?
- Geben Varianten beim Anbau (Termin der Netzbewegungen, Bewässerung, Neigung des Giebels) Möglichkeiten der Anbauoptimierung?

1.9 Mitarbeit in der Arbeitsgruppe Hagelnetz

Die an verschiedenen Standorten Europas eingerichteten Versuche koordinierte ab 2008 die internationale Arbeitsgruppe ‚Obstbau unter Hagelnetzen‘. In dieser Arbeitsgruppe wurden von Versuchsanstellern aus Kleinaltdorf (Rheinland), Bavendorf (Bodenseegebiet) und Pillnitz (Sachsen) in Deutschland sowie St. Truiden (Belgien), Wädenswil (Schweiz), Laimburg (Südtirol) und Haidegg (Steiermark) folgende Themen bearbeitet (kursiv = unter aktiver Beteiligung des LfULG):

Erstellung von Versuchsrichtlinien zur Anstellung von Hagelnetzversuchen

Lichtspektren/Lichtdurchlässigkeit

Bewertung von Netzen und Netzfarben

Verbesserung der Lichtsituation

Minimierung der Lichtverluste

Optimierung der Anbausysteme

Erziehung hoher Bäume

Verbesserung der Lichtausnutzung durch Folien

Mikroklima

Netzsysteme

Unterstützungssysteme

Farbige Netze

Sorten

Abklärung der idealen Netzfarbe für das Hauptsortiment

Ausgewählte Sorten unter verschiedenen Netzfarben

Auswirkungen der Abdeckung auf Krankheiten und Schädlinge

Diese Arbeitsteilung ermöglichte die effektive Bearbeitung der Versuche. Arbeitstreffen 2008 und 2010 bildeten die Plattform für einen regen Erfahrungsaustausch.

1.10 Versuchsbeschreibung

Für die Bearbeitung des Projektes wurden zwei Versuchsanlagen eingerichtet.

1.10.1 Hagelnetzversuch Pillnitz

Für den Vergleich von Netzfarbe und Netzhöhe wurde auf dem Versuchsfeld des LfULG in Dresden-Pillnitz im März 2008 eine Versuchsanlage gepflanzt. Sie umfasste die Sorten 'Braeburn Mariri Red' ('Eve[®]'), 'Elstar Elshof', 'CPRO 47' ('Wellant[®]') auf Zwischenveredlung 'Golden Delicious' und 'Pinova' ('Corail[®]'). M9 diente bei allen Sorten als Unterlage. Unter schwarzes, hohes Hagelnetz wurde zum Sortenvergleich mit 'Pinova' die Mutante 'Roho 3615' ('Evelina[®]') eingefügt. Die Bäume standen im Pflanzsystem 3,2 m x 1,0 m (2.813 Bäume/ha). Je Sorte standen 45 Bäume in zwei Wiederholungen zur Verfügung. Die Varianten schwarzes hohes Netz und niedriges weißes Netz wurden durch eine Kontrolle ergänzt. Die Bäume wurden im Ballerina-System erzogen.

Überspannt wurden die Anlagen im Giebelsystem mit Querverspannung über den First mit verschiedenen Hagelnetzen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Verwendete Hagelnetze

Typ	Gewebe	Gewebestruktur	Firsthöhe
Typ BayWa weiß	2-fädig weiß/kristall	Maschen: 3 x 7 mm; Schuss: 0,26 mm; Kette: 0,23 mm	3,2 m
Typ BayWa schwarz	2-fädig schwarz	Maschen: 3 x 7 mm Schuss: 0,25 mm; Kette: 0,22 mm	4,2 m
Typ BayWa grau	2-fädig weiß/kristall	Maschen: 3 x 7 mm; Schuss: 0,26 mm; Kette: 0,23 mm	3,2 m



Abbildung 16: Versuchsanlage unter schwarzem Hagelnetz, Pillnitz 2008

1.10.2 Hagelnetzversuch unter grauem Hagelnetz in Ablaß

In Ergänzung zur Hagelnetzanlage in Dresden-Pillnitz wurde zur gleichen Zeit in der Ablasser Obstgarten GmbH ein Teil einer Neupflanzung mit hohem grauem Hagelnetz (4,5 m Firsthöhe) eingenetzt. Neben der Netzfarbe gibt es zum Pillnitzer Versuch Unterschiede im Gerüst (Betonsäulen) und in den Bodenbedingungen (BWZ 85 gegenüber 65). Die gesamte Anlage umfasste einen Hektar, davon sind 0,67 ha unter Netz. Analog zum Versuch in Pillnitz wurden die Sorten 'Mariri Red' ('Eve[®]'), 'Elstar Elshof', 'CPRO 47' ('Wellant[®]') auf Zwischenveredlung 'Pinova' gepflanzt und durch 'Gala Galaxy' ergänzt. Alle Sorten standen auf M9. Der Pflanzabstand betrug 3,4 x 1,0 m (2.647 Bäume/ha).

Jeweils 120 Bäume je Variante im mittleren Anlagenbereich wurden in die Ertragsauswertung einbezogen, in die Ertragsermittlung gingen davon 50 Bäume ein. Weil die Auswirkungen der Standortunterschiede auf die Entwicklung der Bäume ausgeschlossen werden sollten, wurde auch in Ablaß eine Kontrollparzelle eingerichtet.

Die Netzfarbenvariante und die abweichenden Anbaubedingungen ließen bei sonst weitgehend abgeglichenem Versuchsaufbau neue Erkenntnisse erwarten. Besonders wertvoll war der Versuch durch die Möglichkeit, praxisrelevante betriebswirtschaftliche Daten zu gewinnen.



Abbildung 17: Versuchsanlage unter grauem Hagelnetz, Ablaß 2009

In allen Versuchsanlagen wurde Tropfbewässerung installiert, Absperrventile ermöglichen in Ablaß die Einrichtung von Versuchsvarianten mit oder ohne Bewässerung. Die Bodenfeuchtemessung zur Bewässerungssteuerung erfolgte in Ablaß über Watermark-Sensoren.



In Ablaß wurde außerhalb des Hagelnetzes eine Wetterstation der Fa. UP Umweltanalytische Produkte installiert, deren Daten über Internet abgerufen werden können. Gemessen wurden die Lufttemperatur in 2 m Höhe, Luftfeuchte in der gleichen Höhe, PAR-Strahlung, Bodenfeuchte und Niederschlag. Die Wetterstation besitzt einen Niederschlagsmesser, der nach akustischem Wirkprinzip den Hagelschlag vom Regen unterscheiden kann. Registriert werden die Einschläge pro cm² Fläche. Nach anfänglichen Schwierigkeiten lief die Wetterstation weitgehend störungsfrei.

Die beiden Hagelnetzanlagen wurden mit mobiler Messtechnik auf der Basis von Almemo-Datentechnik der Firma Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH ausgestattet. Neben Messgeräten für die Bestimmung des Mikroklimas wurden Messfühler für die Messung von PAR (Photosynthetic Active Radiation, 380 - 750 nm) und UVB (280 - 315 nm) eingesetzt.

Abbildung 18: Wetterstation in Ablaß

1.11 Datenerfassung

Die Datenerfassung erfolgte nach den Richtlinien für die Durchführung von Bundesgemeinschaftsversuchen für die Obstart Apfel (Projektgruppe 2009) und den abgestimmten Erfassungen in der internationalen Arbeitsgruppe Hagelnetz. Verwendet wurden folgende Merkmale:

Tabelle 4: Erfasste Merkmale

Bezeichnung	Richtliniennummer	Anzahl verwendeter Stufen	Bezug	Stichprobenumfang	Bemerkungen
Stammumfang	11106	Metrisch, cm	Einzelbaum	Gesamtversuch, >30	2 Messungen
Kronenvolumen	11107	Metrisch, m ³	Einzelbaum	Gesamtversuch, >30	Bienenkorbformel
Blühstärke	11202	Bonitur 1...9	Einzelbaum	Gesamtversuch, >30	
Fruchtbehang nach dem Junifall	11303	Bonitur 1...9	Einzelbaum	Gesamtversuch, >30	
Baumertrag	11305	kg	Einzelbaum	Gesamtversuch, >30	
Fruchtansatz (vor und nach dem Junifall)	Arbeitskreis	Stck	100 Infloreszenzen	Repräsentative Bäume, > 30	Zählung an markierten Ästen

Bezeichnung	Richtliniennummer	Anzahl verwendeter Stufen	Bezug	Stichprobenumfang	Bemerkungen
Samengehalt und Qualität	zusätzlich	Stck	30 Früchte/ Variante	Zufällige Entnahme, ganze Fruchtstände	Erklärung bei Ergebnissen
Befall mit Krankheiten und Schädlingen während der Vegetation	Arbeitskreis	1...9, % der Bäume mit Befallsstufe	Variante	Gesamtversuch, >30	Mehltau, Schorf, Blutlaus, Blatt- laus
Befall mit physiologischen Erkrankungen und Sonnenbrand	Arbeitskreis	1...9, % der erkrankten Früchte	alle Äpfel pro Variante	Gesamtversuch, >30	Boniturschema (11312)
Fruchtgröße	11403	Klassen <55 - >90mm in 5 mm Schritten	% der Früchte je Misch- probe, nach der Ernte	mindestens 150	Sortiermaschine
Deckfarbe	11426	1...100 % der Fruchtoberfläche, in 20 %- Schritten	% der Früchte je Misch- probe, nach der Ernte	mindestens 150	Sortier- maschine
Berostung	11434/35	0..100 der Fruchtoberfläche, in 20 %-Schritten	% der Früchte je Misch- probe, nach der Ernte	mindestens 150, ab 3. Standjahr 200 Früchten je Variante	
Reife (Stärkegehalt)	11464	Stufe 1...10	Stichprobe zur Ernte je Variante	5 Äpfel	Labor- untersuchung
Fruchtfleischfestigkeit/ Zuckergehalt/Säuregehalt	11440/11465/1146 6	N/cm ² /%lösl.TM/g- Äquivalente/Apfelsäure/l Saft	Stichprobe zur Ernte je Variante	5 Äpfel	Labor- untersuchung

Die phänologischen Phasen wurden, dem BBCH-Code folgend, bestimmt. Erfasst wurden die Stadien Mausohr (BBCH 10), Blühbeginn (BBCH 61), Vollblüte (BBCH 65), Blühende (BBCH 69), T-Stadium (BBCH 74), Junifall (BBCH 73) und Ernte (BBCH 87). Anhand dieser Daten lassen sich die wichtigsten Stadien der Fruchtentwicklung verfolgen.

1.12 Methodik

Der Versuchszeitraum umfasste das 1. bis 4. Standjahr der Bäume. Das erste Vollertragsjahr war 2011. Weil das Verhalten von Apfelbäumen im Ertragsanstieg sich vom Vollertrag unterscheidet, wurde ganz nach Versuchsfrage entweder der gesamte Verlauf der Merkmale betrachtet oder nur 2010 oder 2011 verwendet.

Der Variantenvergleich erfolgte über einfaktorielle Varianzanalysen. Die Stichproben wurden vor dem Mittelwertvergleich auf Normalverteilung und Varianzhomogenität getestet. Waren beide Annahmen verletzt, wurde der Mittelwertvergleich mit dem Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Ansonsten wurde nach dem Tuckey-Test

mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 5\%$ getestet. Nicht signifikante Gruppenmittelwerte wurden in den Abbildungen mit gleichen Buchstaben bezeichnet, ungleiche mit verschiedenen. Alle Auswertungen erfolgten mit dem Statistik-Programm SPSS.

1.13 Versuchsablauf

Kulturführung

Die Bäume wurden im Frühjahr 2008 gepflanzt. Die obstbaulichen Maßnahmen erfolgten an beiden Standorten nach dem betriebsüblichen Standard. Besonderen Einfluss auf die Baum- und Ertragsentwicklung hatte die Anwendung verschiedener Schnitt- und Erziehungsmaßnahmen an beiden Standorten (Abbildung 19 und Abbildung 20). Im Jahr 2010 wurde deshalb der Schnitt in Ablaß an den in Pillnitz angewandten Ballerina-Schnitt angeglichen. Das Projekt wurde am 31.12.2011 beendet.



Abbildung 19: 'Pinova'-Bäume 2010 in Ablaß (links)

Abbildung 20: 'Pinova'-Bäume 2010 in Pillnitz (rechts)

Tabelle 5: Kulturführung der Anlagen

Termin	2008	2009	2010	2011
Schließen Hagelnetz	12.06.	08.05.	25.05.	11.05.
Vollblüte Pillnitz	13.05.	23.04.	26.04.	02.05.
Öffnen Hagelnetz	26.09.	13.10.	06.10.	12.09.
Ernteende Pillnitz	20.10.	20.10	15.10.	07.09.
Vollblüte Ablaß	08.05.	03.05.	25.04.	04.05.
Ernteende Ablaß	17.10.	27.10	20.10.	10.10.

Witterungsverlauf

Während des Berichtszeitraumes wich nur im Jahr 2010 die Witterung versuchsrelevant von mittleren Verhältnissen ab. Generell setzte sich im Versuchszeitraum die allgemeine Erwärmung fort, besonders prägnant war das im April mit längeren warmen und trockenen Witterungsabschnitten. Einschneidend lange, heiße und trockene Bedingungen traten während der Versuche nicht auf. Während 2010 Temperaturen und Niederschlag von der generellen Tendenz nicht bedeutsam abwichen, gab es bei den für die Untersuchung zentralen Strahlungsverläufen ganz ungewöhnliche Abweichungen.

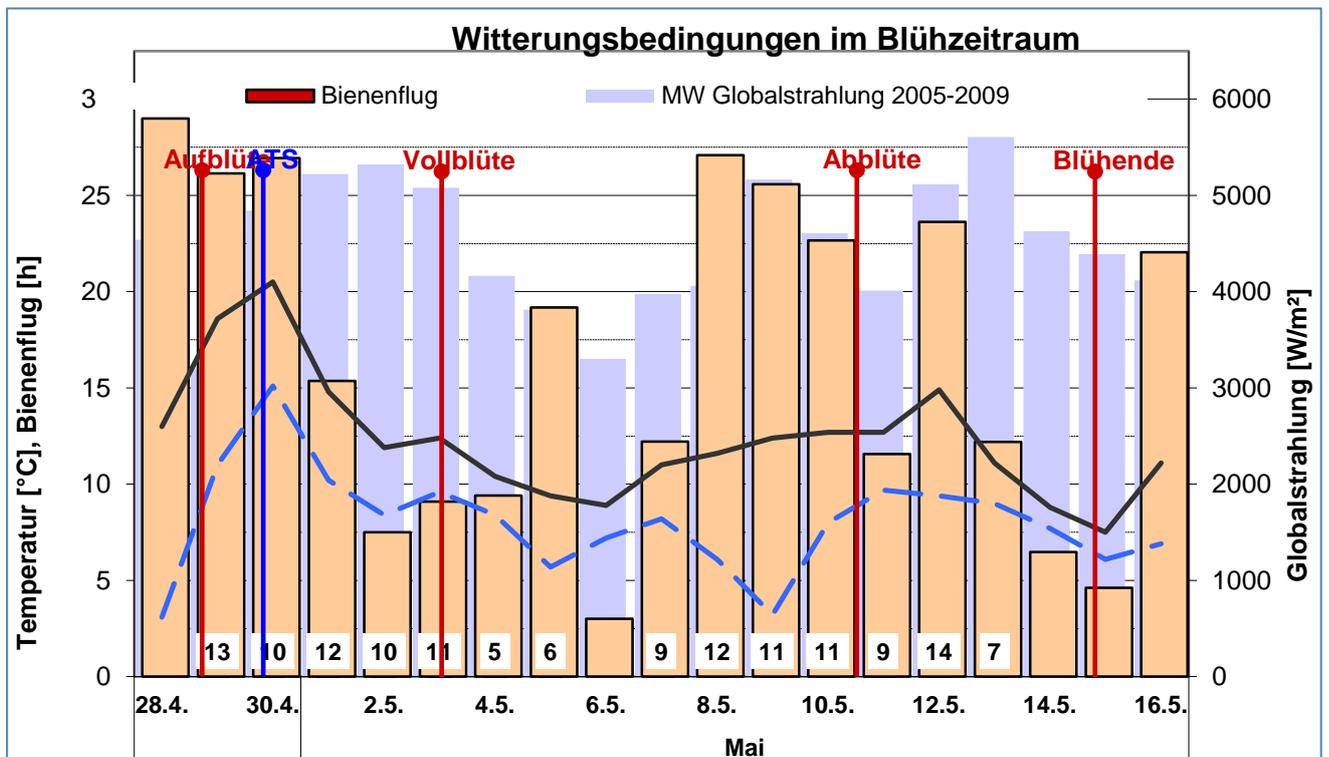


Abbildung 21: Witterungsbedingungen zur Blüte 2010

Bereits zur Blüte war die Globalstrahlung zum Teil sehr weit unter den Normalwerten, dieser Verlauf setzte sich bis nach Abschluss des Junifalls fort (Abbildung 21 und Abbildung 22). Unter diesen extremen Bedingungen waren deutliche Effekte der zusätzlichen Beschattung durch die Hagelnetze zu erwarten. Besonders viel Licht für eine hohe Fotosyntheseleistung benötigen die Herausbildung des Fruchtsatzes und die Blühinduktion Anfang Juni. Weil der Lichtmangel Anfang Juni sich deutlich abschwächte, war der Einfluss auf die Blühinduktion vermutlich gering. Die Stärke der Fruchtfälle dagegen nahm deutlich zu. Zum anderen sorgten die lichtarmen Verhältnisse für ein stärkeres vegetatives Wachstum von Trieben, Blättern und Früchten.

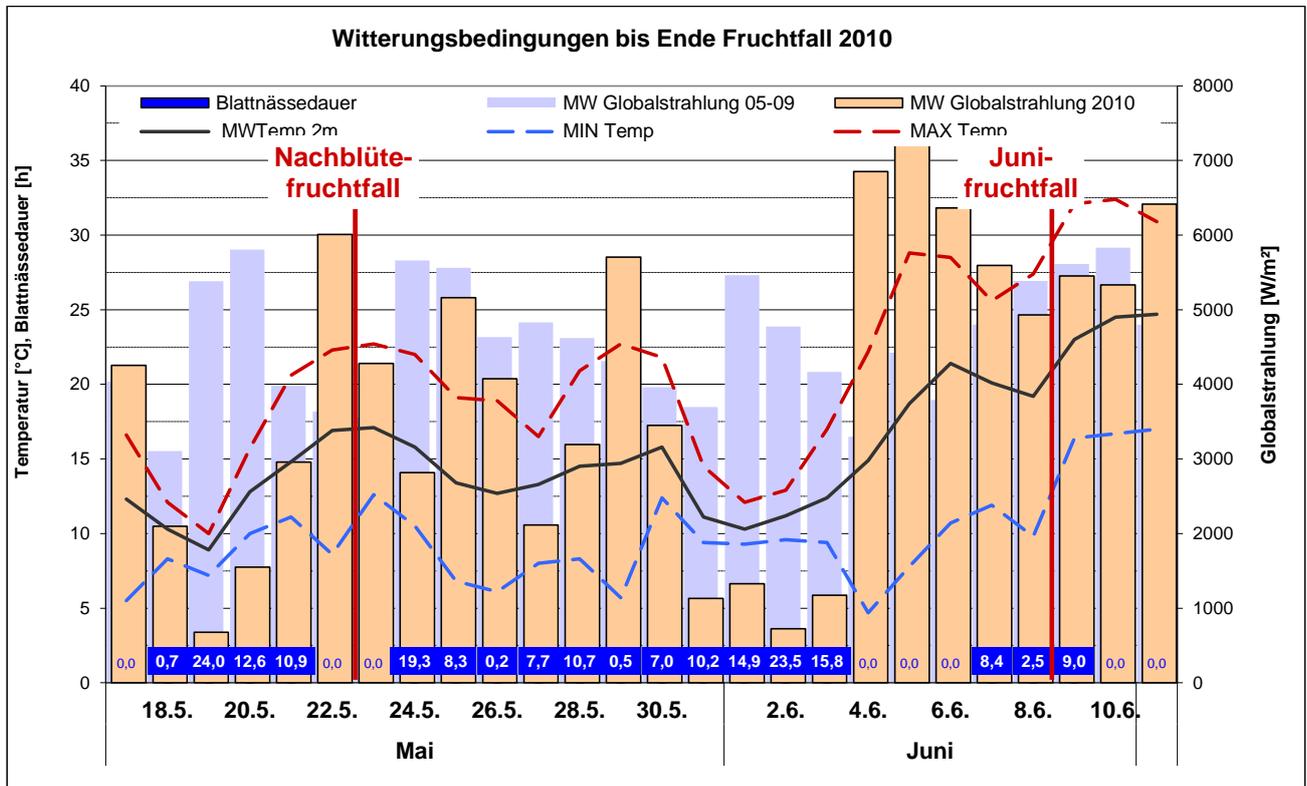


Abbildung 22: Witterungsbedingungen 2010 nach der Blüte

Hagelereignisse

Während ein schwerer Hagelschlag am 23.08.2007 nahezu die gesamte Apfelernte auf dem Versuchsfeld des LfULG in Pillnitz vernichtete, gab es an den beiden Standorten Pillnitz und Abblau während des Versuchszeitraumes 2008 bis 2011 keine relevanten Hagelereignisse. Aus diesem Grund kann über die Wirksamkeit und Haltbarkeit der gewählten Netze keine Aussage getroffen werden.

Der einzige Härtestest erfolgte in Verbindung mit dem Wintereinbruch am 15.10.2009. In kurzer Zeit bildete sich eine geschlossene, etwa 5 cm dicke Decke aus schwerem, nassem Schnee. Zu diesem Zeitpunkt waren die Hagelnetze zum Teil noch aufgespannt. Es gab jedoch keine Schäden. In einigen übernetzten Anlagen in Praxisbetrieben kam es dagegen zum Zusammenbruch der gesamten Netzkonstruktion (Persönliche Mitteilung 2012). Das betraf besonders gerade verspannte Netze ohne Giebel, die wegen der größeren Netzfläche auf der Fläche und der fehlenden Schräge des Netzes ungünstigere statische Verhältnisse aufweisen. Die Netze sind deshalb bei frühen Wintereinbrüchen unbedingt zu öffnen.

Um die Schneelast zu testen, ließen wir das Dummy-Netz im schneereichen Winter 2009/2010 zugezogen (Abbildung 23). Die Plaketten gaben überwiegend wie gewünscht nach, der Schnee fiel in die Reihenzwischenräume. Im Anlagenteil mit dem schwach geneigten Netz blieb ein Teil des Schnees liegen, bei dem Giebelsystem im Hintergrund rutschte die gesamte Schneelast ab. Es gab in keiner der Teilanlagen unter schwarzem Netz Schäden. Bei weißem Hagelnetz wäre das zu riskant.



Abbildung 23: Aufgezogenes Dummy-Netz im Winter 2009/2010

2 Ergebnisse

2.1 Einfluss von Hagelnetzen auf Belichtung und Mikroklima

2.1.1 Belichtung

Frühere Untersuchungen hatten ergeben, dass schwarzes Hagelnetz 22 %, graues 17 % und weißes 12 % der Globalstrahlung streut und damit für den Baum unwirksam macht. Im Berichtszeitraum wurden zu wichtigen Terminen der Ertragsbildung wie der Blühinduktion Anfang Juni PAR (Photosynthetic active radiation)-Messungen in 1 m Abstand unter dem First des Hagelnetzes durchgeführt und mit den Werten außerhalb des Netzes verglichen. Dieser Abstand wurde gewählt, weil in den Jahren 2010 und 2011 die obersten Kronenbereiche der Bäume in diese Höhe reichten. Die Messwerte wurden für alle drei Netzfarben kontinuierlich erfasst und als 10 min-Mittelwerte gespeichert. Für die Ausbildung der roten Deckfarbe wurde dagegen im August/September am Standort Pillnitz die Durchlässigkeit der Netze für den UVB-Anteil der Einstrahlung untersucht.



Abbildung 24: Messeinrichtung in der Kontrolle und PAR-Sensor

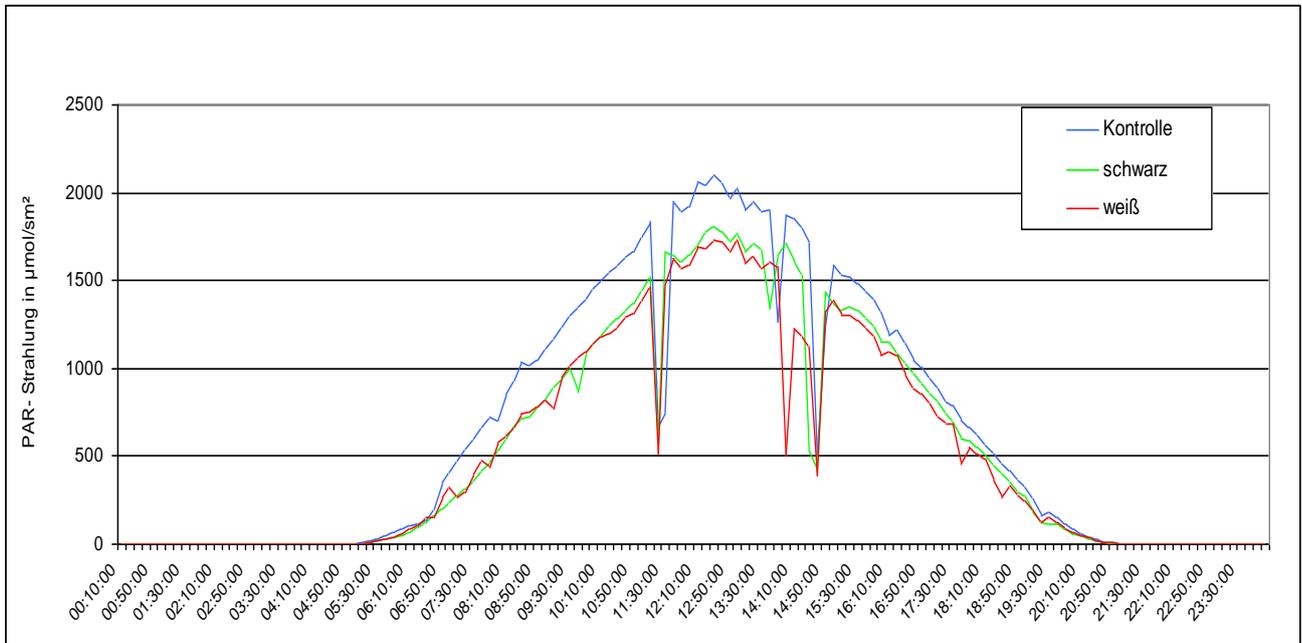


Abbildung 25: PAR-Messung am 12.06.2009 in Pillnitz bei hoher Einstrahlung

Die Messung ergab an diesem Tag mit hoher Einstrahlung einen Lichtverlust unter schwarzem Netz von 22 %, unter weißem Netz war es mit 17 % nur unwesentlich heller, wobei der Unterschied zwischen den Netzen bei niedriger werdendem Sonnenstand geringer wurde. Die Messungen aus Abfaß ergaben zum gleichen Zeitpunkt einen Lichtverlust von 15 % unter grauem Hagelnetz.

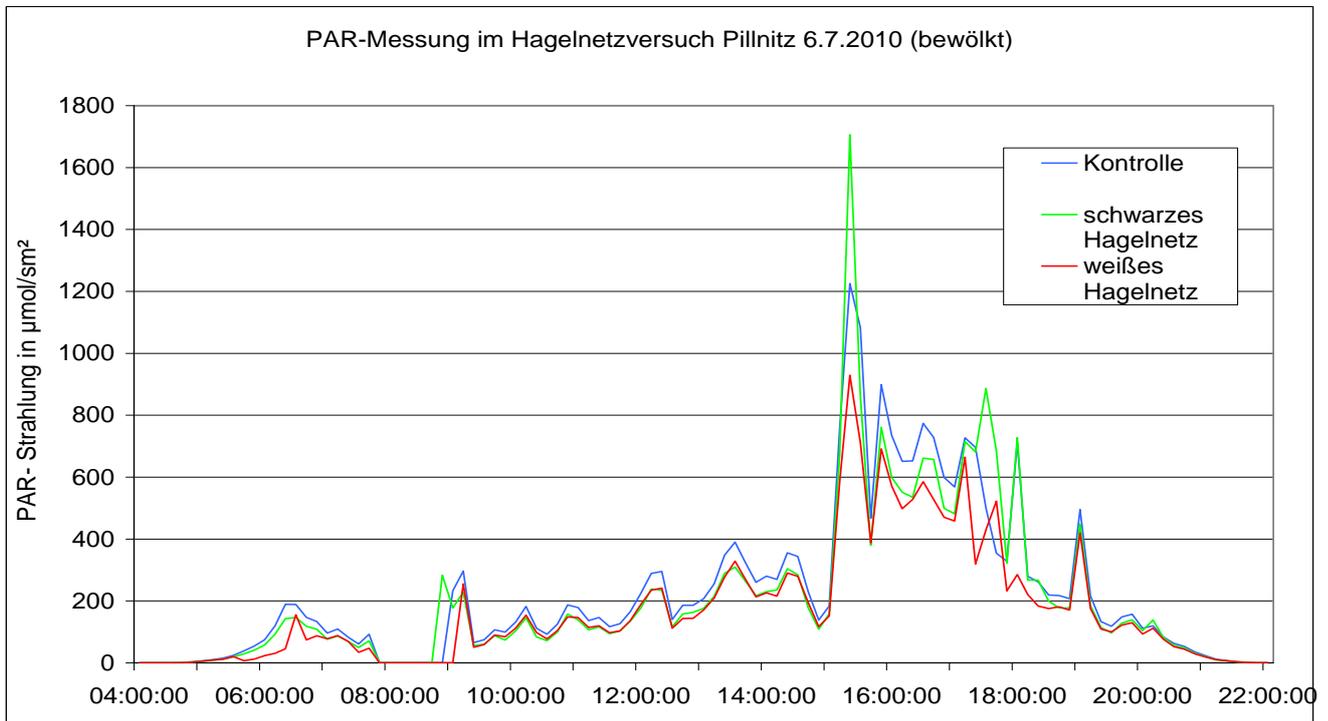


Abbildung 26: PAR-Messung am 12.09.2009 in Pillnitz bei niedriger Einstrahlung

Bei starker Bewölkung und entsprechend niedrigem Strahlungsangebot war der Unterschied zwischen den Netzen und zur Kontrolle gering.

Betrachtet man dagegen zur Zeit der Ausfärbung den entscheidenden UVB-Anteil des einfallenden Lichts, so zeigt sich ein anderes Bild:

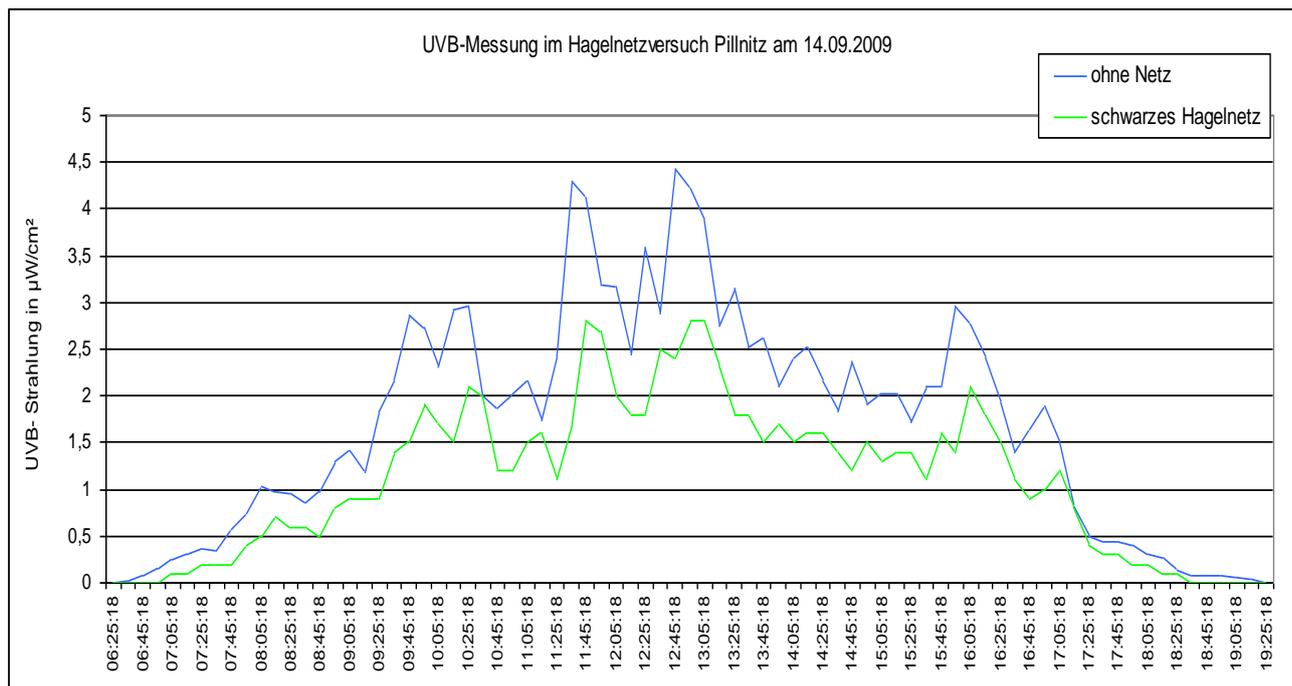


Abbildung 27: UVB-Strahlung am 14.09.2009 in Pillnitz

Die Lichtminderung durch das schwarze Hagelnetz erreichte 33 %. Dieser Wert lag erheblich über den Werten im Juni und könnte erklären, warum in den eingetzten Anlagen Ausfärbungsprobleme auftraten.

Fazit

Bei schwarzem Hagelnetz wird etwa 25 % der PAR-Strahlung geschluckt, bei weißem Hagelnetz etwa 12 % und bei grauem Netz etwa 17 %. Das entspricht den Literaturangaben. Im Ausfärbungszeitraum wurde die Strahlung im UVB-Bereich an sonnigen Tagen unter schwarzem Hagelnetz um 30 bis 35 % gemindert.

2.1.2 Versuche mit dem Netzneigungswinkel – das Dummy-Netz

Für die starke Lichtminderung im Herbst kommt das Zusammenspiel von Sonnenstand und Giebelkonstruktion als Ursache in Frage. Weil die Lichtstreuung bei senkrechtem Einfall auf das Netz am kleinsten ist, sollte die Veränderung des Neigungswinkels des schwarzen Netzes bei sinkendem Sonnenstand im Herbst eine Möglichkeit sein, die Belichtung in der Phase der Ausfärbung zu verbessern. Diese Untersuchung war von großer Praxisrelevanz, weil in den Praxisbetrieben fast ausschließlich Flachnetze aufgestellt wurden. Unter diesen Netzkonstruktionen steigt der Netzflächenindex erheblich an, die Lichtverluste nehmen bis zu 5 % zu (OLLIG 2004).



Abbildung 28: Dummy-Netz mit verschiedenen Netzwinkeln in Pillnitz (nach hinten 5°, 10°, 25° Neigung)

WIDMER (1998) hatte in umfangreichen Messungen an weißen Netzen am Versuchsstandort Wädenswil (Schweiz) festgestellt, dass erst ab einem Einfallswinkel von unter 45 ° die Lichtdurchlässigkeit der Netze sinkt. Weil dieser Effekt mit zunehmender geografischer Breite an Bedeutung für die Ausfärbung gewinnen sollte, wurde in Dresden-Pillnitz eine baumlose schwarze Netzkonstruktion (Dummy-Netz) mit variablen Neigungswinkeln zwischen 5 ° und 25 ° aufgestellt und ab 2009 mit PAR-Sensoren bestückt (Abbildung 28). Ziel war es, die Lichteinbuße bei niedrigerem Sonnenstand im Herbst zu ermitteln.

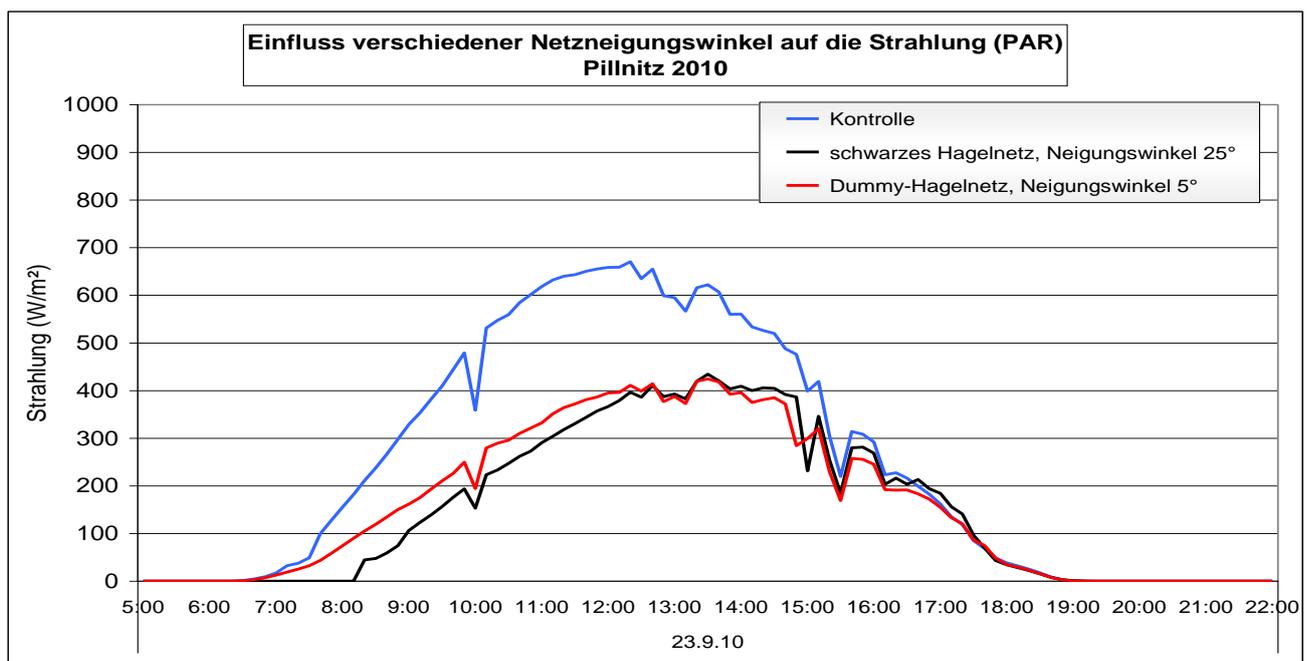


Abbildung 29: PAR-Strahlung unter Dummy-Netz am 24.09.2010 bei hoher Strahlung

Es zeigte sich, dass der Neigungswinkel der schwarzen Netze und damit die Firsthöhe der Netzkonstruktion eine untergeordnete Rolle spielte. Wenn sich überhaupt eine Tendenz andeutet, dann die eines Vorteils für ein flaches Netz in den Morgenstunden. Ein steileres Giebelnetz hat demnach keine Vorteile für die Ausfärbung für später reifende Sorten gegenüber Flachnetzen. Dieses Ergebnis mit schwarzem Hagelnetz lässt die Folgerung zu, dass die Aufstellung von Flachnetzen (weiß und grau) kein Kritikpunkt ist.

Fazit

Der Neigungswinkel der Netze hat keinen Einfluss auf die Belichtung.

2.1.3 Einfluss auf das Mikroklima

Parallel zur Messung von UVB und PAR wurden zwischen Juni und September in den Jahren 2008 bis 2011 die Luftfeuchte und Temperatur an gleicher Messstelle in 10-minütigem Messintervall ermittelt. Die Daten wurden entsprechend verdichtet und die Temperatur- und Feuchtwerte schließlich varianzanalytisch ausgewertet. Zur Auswertung erwies es sich als günstig, die mittleren Temperaturdifferenzen in 5 K-Temperaturbereichen zu verwenden. Der Einfluss der Hagelnetze unterschied sich bei niedrigen Temperaturen von dem bei höheren Temperaturen. Die Klassenmittelwerte waren durchweg mit $\alpha = 1\%$ gesichert. Unter dem Hagelnetz war es bei Temperaturen unter 5 °C bis zu 1 K wärmer, bei Temperaturen über 5 °C zwischen $0,3$ und $1,2\text{ K}$ kälter als außerhalb. Das Netz kühlte die Luft im Bereich um 15 °C mit höchstens $1,2\text{ K}$. Die Luftfeuchte unterschied sich um maximal 3% und war damit ohne Bedeutung. Ein Vergleich mit der Literatur ist schwierig, weil bislang nicht in Temperaturbereiche unterschieden wurde. Im Mittel sinkt die Temperatur unter dem Netz um $0,5\text{ K}$ (BAAB 2004), was ein Mittelungseffekt sein dürfte.

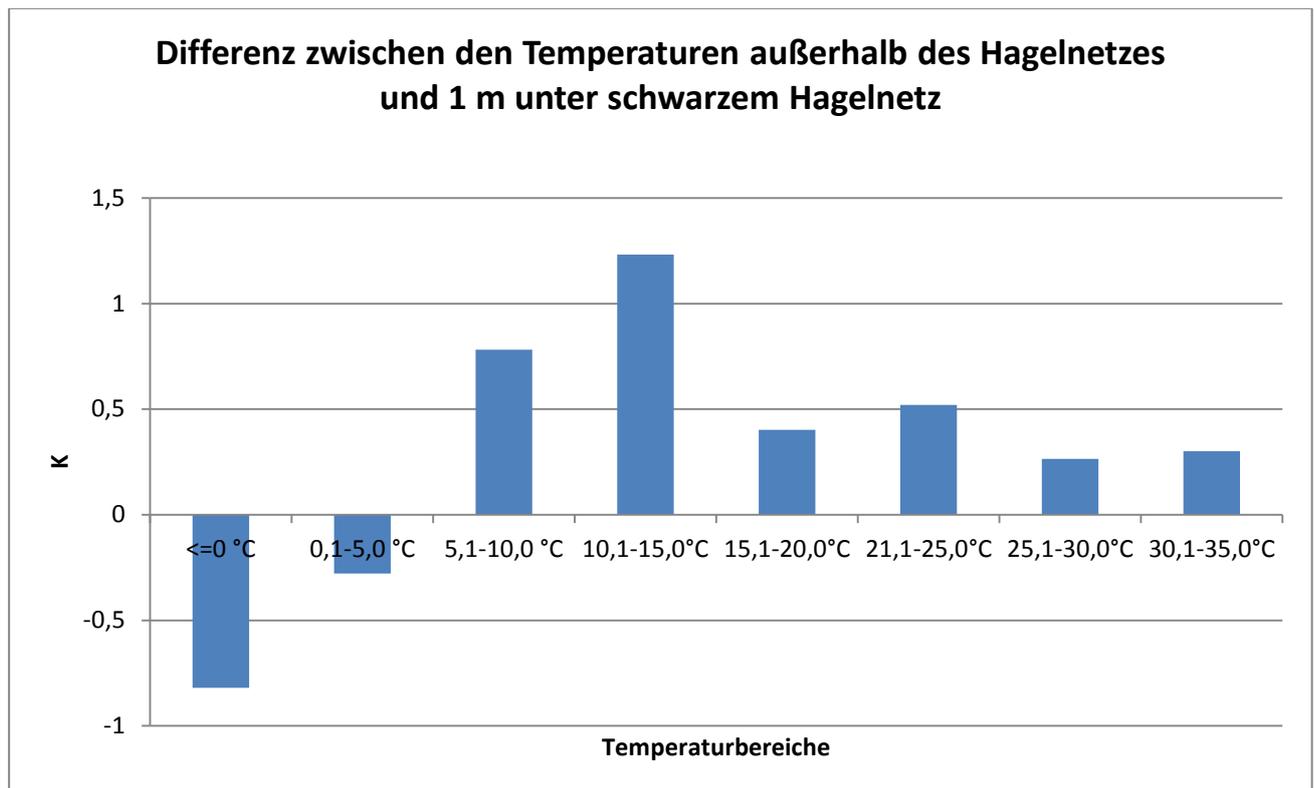


Abbildung 30: Einfluss des Hagelnetzes auf die Temperatur 2009 bis 2011

2.1.4 Frostschutz mit Hagelnetz

Besonders interessant war der Effekt der Frostminderung. Im Frühjahr 2012 bot sich die Möglichkeit, die Hagelnetze bei Frostwarnung zu schließen und so den Nutzen für die Frostschadensverhütung zu testen. Am Tag vor der Frostnacht am 16.04. wurde das schwarze, hohe Hagelnetz geschlossen. Die Lufttemperatur in 1 m Höhe sank bei klaren, windstillen Verhältnissen etwa um Mitternacht unter den Gefrierpunkt und fiel dann bis unmittelbar vor Sonnenaufgang bis auf $-3,6\text{ °C}$ ab. Damit erreichte der Frost, allerdings nur für kurze Zeit, die Schadensschwelle der Blüten im Blühstadium grüne Knospe. Tatsächlich beeinflusste die Einnetzung in der Frostnacht den Temperaturverlauf. Die Temperatur fiel knapp zwei Stunden später unter den Gefrierpunkt und blieb etwa 1 °C höher. Dieser Effekt trat jedoch nicht unter dem nur wenig über dem Baum liegenden Whailex-Netz auf. Als Ursache für die Frostminderung kommt demnach die im hohen Netz um $4,5\text{ m}$ nach oben verlagerte Ausstrahlungsfläche in Frage. Dieser Effekt bietet einen interessanten Ansatzpunkt.

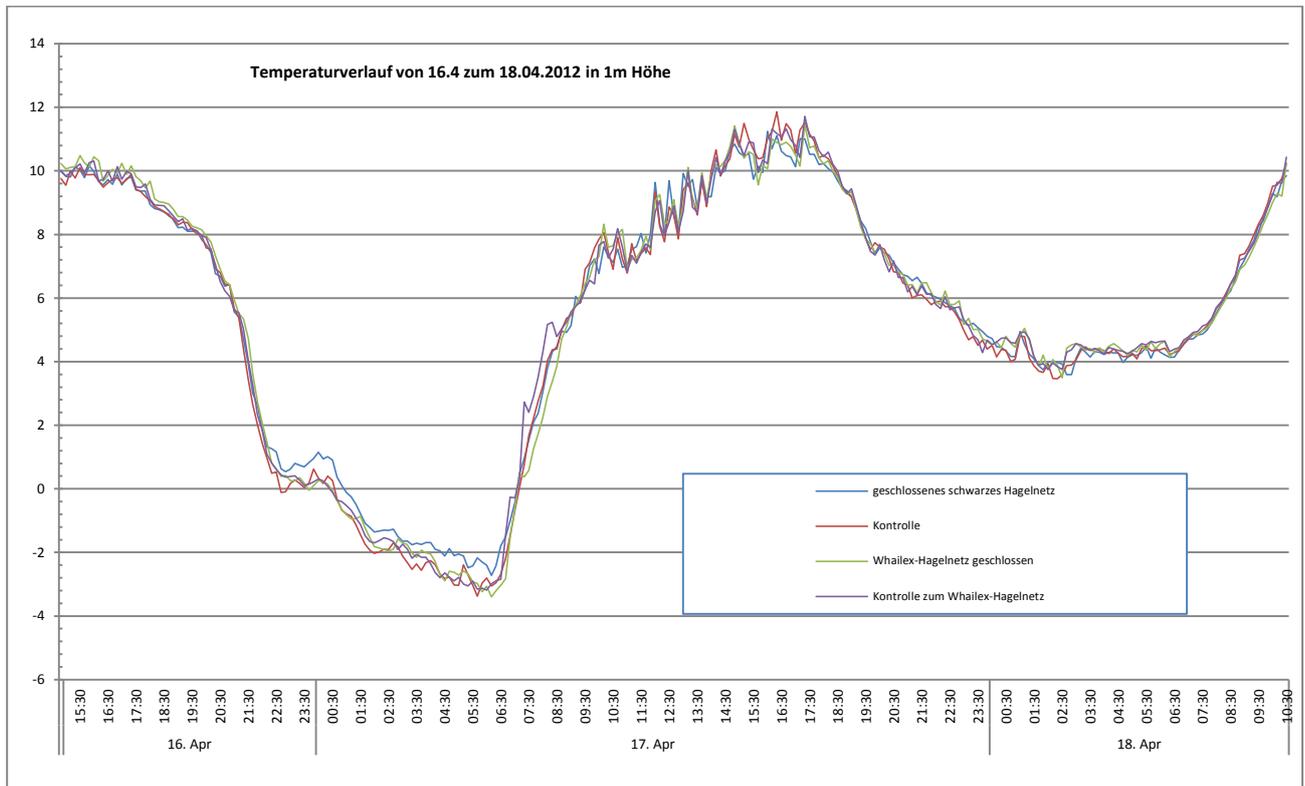


Abbildung 31: Temperaturverlauf 16. bis 18.04.2012

Fazit

Unter dem Hagelnetz war es bei Temperaturen unter 5 °C bis zu 1 K wärmer, bei Temperaturen über 5 °C zwischen 0,3 und 1,2 K kälter als außerhalb. Die Luftfeuchte war unter Hagelnetz maximal 3 % höher. Unter schwarzem Hagelnetz mit 4,2 m Firsthöhe wurde der Spätfrosteintritt 2012 um zwei Stunden verzögert und um 1,2 K abgeschwächt.

2.2 Einfluss von Hagelnetzen auf Ertrag und Fruchtqualität

2.2.1 Wuchs

Aussagen über die Wirkung von Hagelnetzen auf den Wuchs von Tafelapfelbäumen unterscheiden sich je nach Anbaugbiet sehr stark voneinander. Gibt es am Standort genügend Licht und kommt noch phasenweise Trockenheit hinzu, so wird das Wachstum unter Hagelnetz wie erwünscht stimuliert (WIDMER 2005). Auf latenten Lichtmangel dagegen reagieren Apfelbäume mit verstärktem Streckungswachstum, sie etiolieren. Unter sächsischen Standortbedingungen ist das Wachstum deshalb eher unerwünscht stark. Es wurde deshalb versucht, mit einem geeigneten lockeren Kronenaufbau und ergänzenden Maßnahmen (2012 wurden mehrere Sorten in Pillnitz einem Wurzelschnitt unterzogen) die ausreichende Belichtung der gesamten Krone zu sichern. Dazu wurde durchgängig der weiter oben beschriebene Ballerina-Schnitt angewandt. Besondere Bedeutung kam der Stabilisierung der Mitte mit dem Klik-Schnitt zu



Abbildung 32: 'Mariri Red'-Bäume vor und nach dem Klik-Schnitt

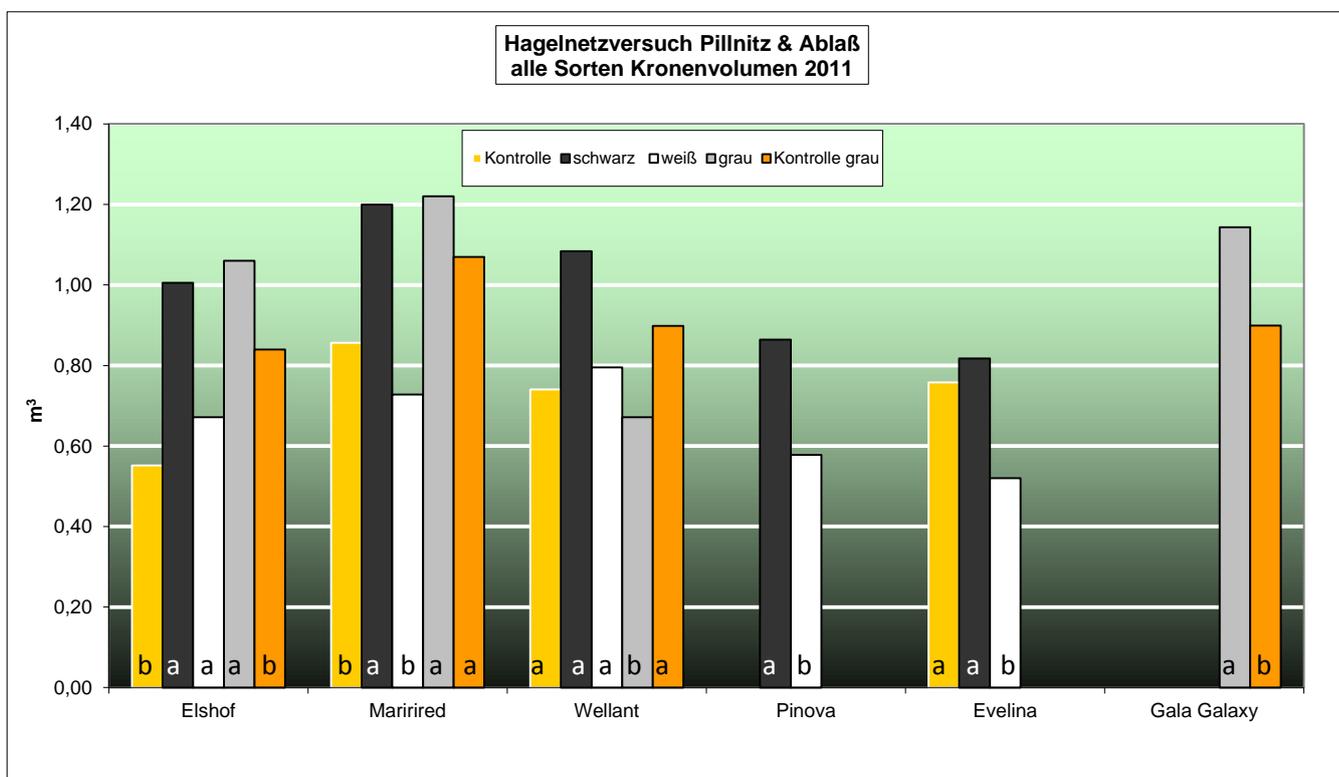


Abbildung 33: Einfluss des Netzes auf das Kronenvolumen 2011

Bei allen Sorten zeigte das Kronenvolumen im 4. Standjahr 2011 die gleichen Netzwirkungen. Während die Bäume unter schwarzem Hagelnetz zwischen 10 % ('Evelina') und 80 % ('Elshof') stärker wuchsen als unter weißem Netz oder der Kontrolle, hatte das weiße Hagelnetz keine wuchssteigernde Wirkung. Die Wirkung des grauen Hagelnetzes unterschied sich nur bei 'Wellant' vom schwarzen Netz, der Wuchs wurde bei dieser Sorte gebremst. Signifikante Unterschiede (verschiedene Buchstaben in der Abbildung) wurden bei 'Gala' und 'Elshof' beobachtet.

Betrachtet man die vegetative Entwicklung in den ersten Standjahren einzeln (Abbildung 34) für 'Elshof', so hat besonders das Jahr 2010 zu den Unterschieden beigetragen. Deutlich wird aber, dass in lichtarmen Jah-

ren der Einfluss des schwarzen Hagelnetzes im Vergleich zum weißen Netz besonders ins Gewicht fällt. Umso bedeutender ist die geeignete Erziehungsform für schwarze Hagelnetze.

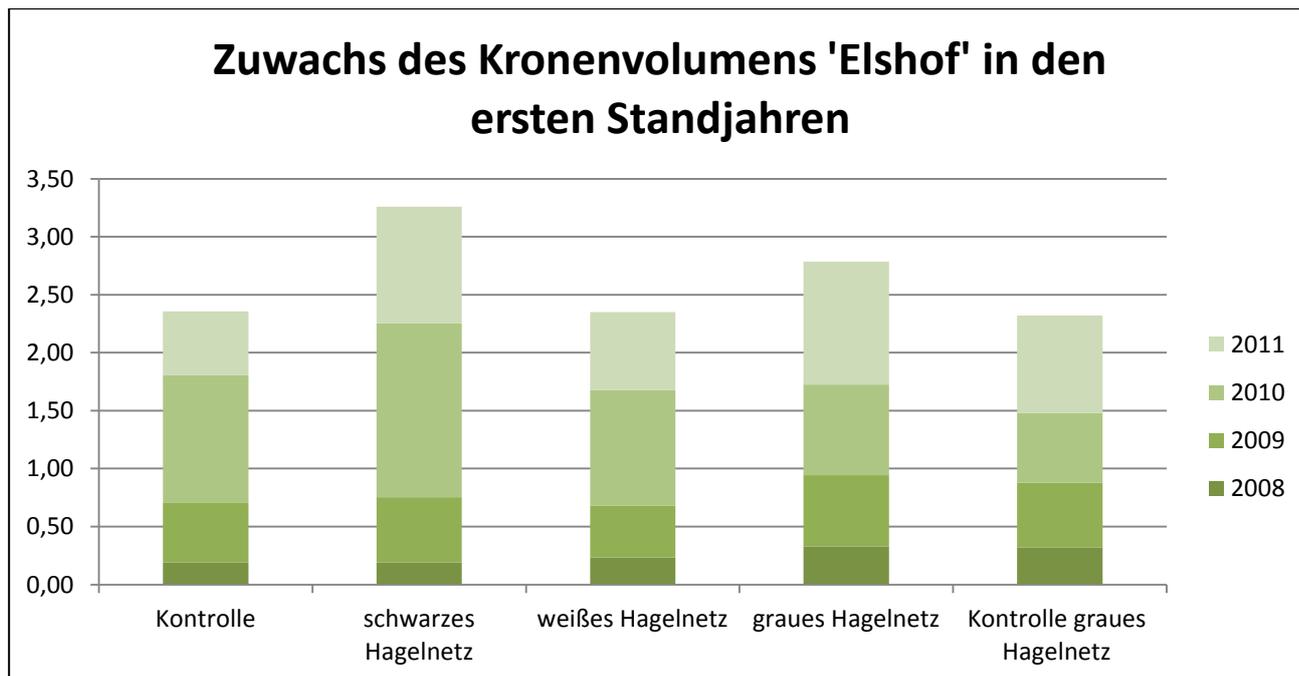


Abbildung 34: Zuwachs an Kronenvolumen 'Elshof' 2008 bis 2011

Schnittaufwand

Bei Anwendung des Ballerina-Schnittes verlagert sich der Schnittzeitpunkt schwerpunktmäßig in die Herbstmonate ab etwa August (Freistellen der Mitte, Nachernteschnitt). Der Schnittaufwand dafür lag zwischen 49 h/ha bei 'Evelina' und 86 h/ha bei 'Mariri Red' und 'Elshof' (Tabelle 6). Unter schwarzem Hagelnetz wurden etwa 5 h/ha mehr gebraucht. Insgesamt liegt der Schnittaufwand aber deutlich unter den praxisüblichen 120 bis 150 h/ha. Der Schnittaufwand ist demnach bei geeigneter Erziehungsform kein begrenzender Faktor für den Anbau unter Hagelnetzen.

Tabelle 6: Schnittaufwand

Sorte	Variante	Klik-Schnitt / Freistellen der Mitte	Nachernteschnitt	Gesamtschnittzeit bei 2813 Bäumen/ha pro Jahr
Evelina	Kontrolle	11 h/ha	38 h/ha	49 h/ha
	schwarzes Hagelnetz	16 h/ha	38 h/ha	54 h/ha
	weißes Hagelnetz	15 h/ha	34 h/ha	49 h/ha
Pinova	schwarzes Hagelnetz	16 h/ha	38 h/ha	54 h/ha
	weißes Hagelnetz	15 h/ha	34 h/ha	49 h/ha
Wellant	Kontrolle	11 h/ha	38 h/ha	49 h/ha
	schwarzes Hagelnetz	16 h/ha	38 h/ha	54 h/ha
	weißes Hagelnetz	15 h/ha	34 h/ha	49 h/ha
Mariri Red	Kontrolle	23 h/ha	56 h/ha	79 h/ha
	schwarzes Hagelnetz	23 h/ha	63 h/ha	86 h/ha
	weißes Hagelnetz	19 h/ha	52 h/ha	71 h/ha
Elshof	Kontrolle	23 h/ha	56 h/ha	79 h/ha
	schwarzes Hagelnetz	23 h/ha	63 h/ha	86 h/ha
	weißes Hagelnetz	15 h/ha	34 h/ha	49 h/ha

2.2.2 Blattfläche

Ein anderes, bedeutendes Merkmal der Leistungsfähigkeit einer Apfelanlage ist die Blattfläche. Sie bestimmt über die fotosynthetische Leistung sowohl Ertrag als auch Größe der Früchte. Etwa 20.000 m² Blattfläche/ha sind nötig, um Höchstleistung zu garantieren. Daneben hat die Blattfläche als „Calciumpumpe“ zur Blüte entscheidenden Einfluss auf die optimale Versorgung der Früchte mit Calcium und in der Folge auf eine gute Lagereignung. Von jeweils fünf Bäumen in der Kontrolle und unter schwarzem Hagelnetz wurden deshalb 2008 bis 2010 die Blätter vermessen, die kurz vor dem natürlichen Blattfall entnommen wurden. Am stärksten reagierte 'Wellant' auf die Einnetzung (Abbildung 35). Sowohl 2008 als auch 2010 lag die Blattfläche unter schwarzem Hagelnetz signifikant über der der Kontrolle. Bei allen anderen Sorten beeinflusste das Jahr zwar die Kronenvolumen, nicht aber die Blattfläche. Die Jahreswirkungen übertrafen die Netzwirkungen, wobei die heranwachsenden Bäume jährlich größere Blattfläche entwickelten. Die Blattfläche erreichte in den letzten Untersuchungen einen Wert von höchstens 11.600 m²/ha. Das deutet auf Reserven in der Leistungsfähigkeit der Anlage hin. Die aufwändigen Untersuchungen konnten 2011 nicht fortgesetzt werden.

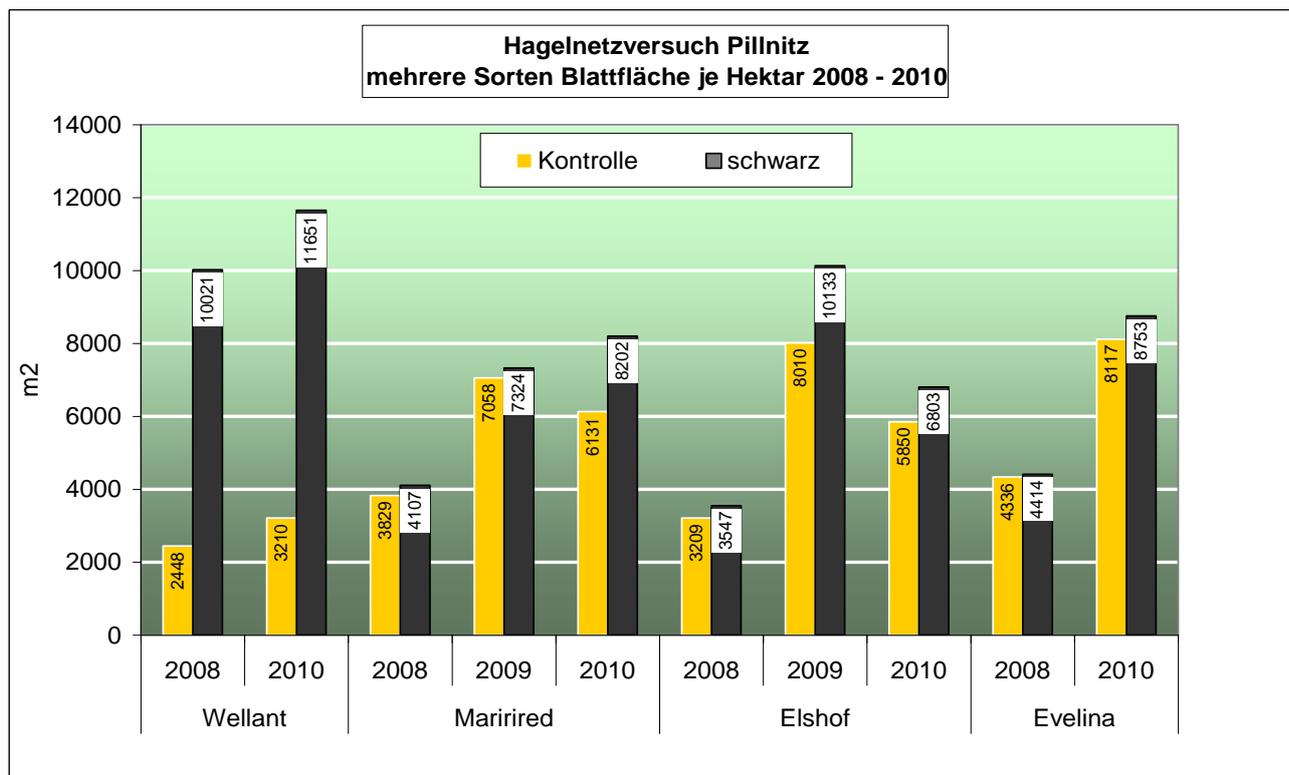


Abbildung 35: Einfluss des Netzes auf die Blattfläche

Fazit

Unter schwarzem Hagelnetz ist das Kronenvolumen mindestens 20 % höher, der Wuchs verstärkt sich. Unter weißem Hagelnetz gibt es keine Auswirkungen, bei grauem Hagelnetz war das Bild sehr sortenabhängig. Die Blattfläche der Bäume wurde vorrangig vom Jahreseinfluss bestimmt, schwarzes Hagelnetz fördert die Blattfläche. Der Schnittaufwand lag zwischen 50 und 90 h/ha (schwarzes Hagelnetz) und ist kein Argument gegen den Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz.

2.2.3 Ertrag

Von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit eines Anbauverfahrens ist der Hektarertrag an Früchten der Handelsklasse I, die den höchsten Preis am Markt erzielt. Eine Kostendeckung ist nach diesen Berechnungen in der vorliegenden Anlage bei einem Ertrag von 57 t/ha (bei 60 % HKI I) oder 49 t/ha (80 % HKI I)

zu erwarten. Für die Kalkulation wurde eine gängige Netzanlage mit einem Kostenansatz von 15.000 €/ha angesetzt. Unter diesen Voraussetzungen ergab sich ein Grenzertrag bei 44 t/ha (80 % HKL I) bzw. 51 t/ha (60 % Hkl I).

Betriebswirtschaftliche Wertung des ersten Vollertragsjahres

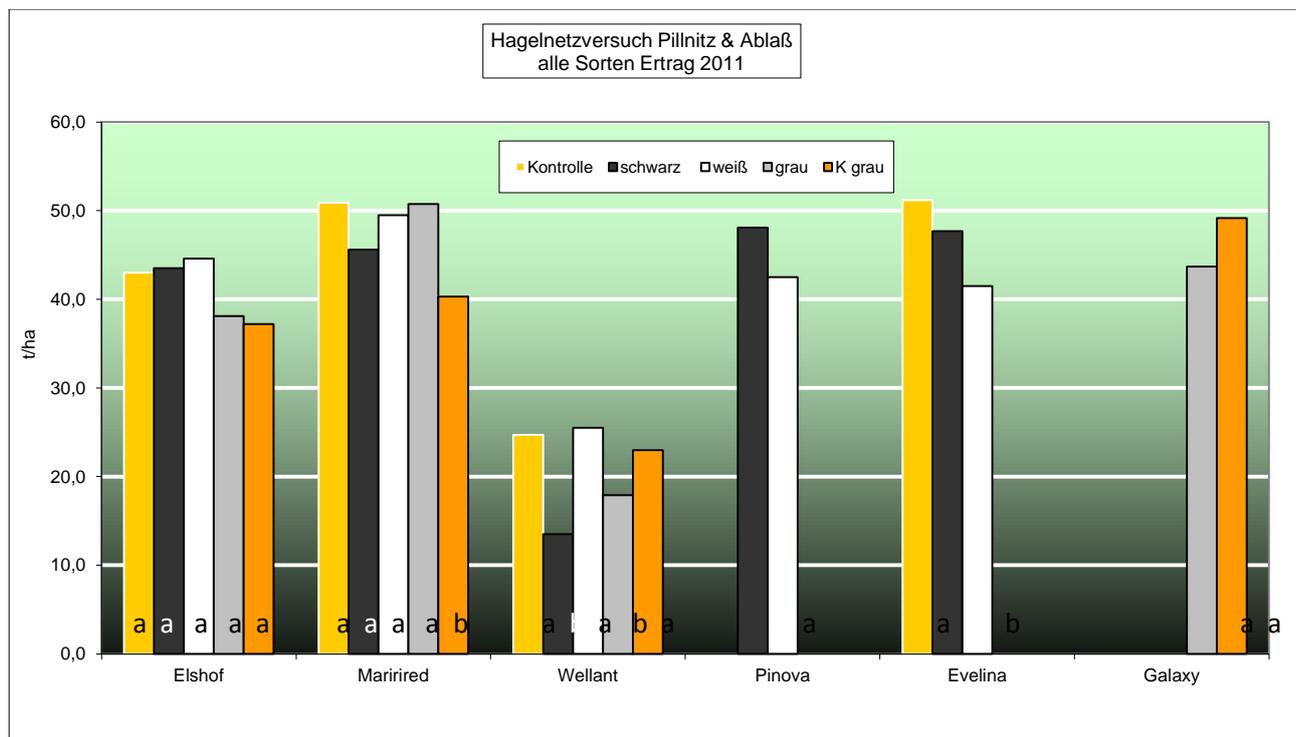


Abbildung 36: Einfluss des Hagelnetzes auf den Hektarertrag 2011

Zur Beurteilung der Vollertragsleistung der Anlagen steht lediglich das 4. Standjahr 2011 zur Verfügung. In diesem Jahr ist es auch erstmals möglich, das graue Hagelnetz am Standort Ablaß als Variante einzubeziehen, weil die Anlage bis 2009 im Ertragsanstieg deutlich zurücklag. Zunächst fällt auf, dass die Sorte 'Wellant' im Ertrag nicht mit den anderen Sorten mithalten kann. Es ist abzuwarten, ob das lediglich Ausdruck eines längeren Ertragsanstiegs ist oder ob das Ertragsniveau tatsächlich nicht höher liegt. Bei dieser Sorte ist auch ein signifikant niedrigerer Ertrag unter dem schwarzen und grauen Hagelnetz abzulesen. Weil der Effekt unter weißem Hagelnetz nicht auftritt, ist 'Wellant' als sehr lichtbedürftig einzuschätzen und möglicherweise für den Anbau unter schwarzem Hagelnetz nicht geeignet. Bei allen anderen Sorten wird ein Ertrag von 45 bis 50 t/ha und damit der betriebswirtschaftlich notwendige Ertrag knapp erreicht. Ob dieses Ertragsniveau zu Alternanz führt und damit über die Jahre nicht gehalten werden kann, ist erst nach weiteren Beobachtungsjahren einschätzbar. Die Blühstärkebonitur im Frühjahr 2012 zeigte keine Anzeichen vor Alternanz. Leider fiel der Ertrag 2012 einem sehr frühen Blütenfrost zum Opfer, sodass weitere Aussagen erst in den folgenden Jahren möglich werden. Die Frage nach der erreichten Fruchtqualität wird in den nächsten Kapiteln beantwortet. Die Ertragsminderung durch schwarzes Hagelnetz erreichte 2011 etwa 10 % und liegt damit im Bereich der Literaturangaben (LINNEMANNSTÖNS 2001). Beim weißen Hagelnetz zeigte sich bei 'Pinova' und 'Evelina' gleichermaßen eine Ertragsminderung gegenüber dem schwarzen Hagelnetz von 10 % und gegenüber der Kontrolle von 20 % ('Evelina'). Weil beide Sorten genetisch verwandt sind, ließe sich das Verhalten so erklären.

Die Einschätzung der Netzwirkung auf den Ertrag variiert in der Literatur sehr stark. Unter den Bedingungen südlich gelegener europäischer Anbauggebiete (Steiermark, Südtirol) wurde wiederholt festgestellt, dass auch unter schwarzem Hagelnetz keine ertragsbegrenzenden Effekte auftreten (STEINBAUER 2008; WIDMER 2001). Weil der Lichtverlust aber ebenfalls bei 20 % lag, muss die Wirkung kompensiert werden. Dafür wird das Auf-

treten fotorespiratorischer Effekte verantwortlich gemacht. An heißen, strahlungsreichen Tagen steigt nach Schließen der Stomata die Sauerstoffkonzentration im Blatt, bis zu 50 % der bereits gebildeten Energie geht verloren. Unter diesen Bedingungen schwächt Beschattung den Effekt ab, der Ertrag steigt.

Ertragsanstieg

Neben dem Vollertrag spielt auch die Ertragsentwicklung in den ersten Jahren eine Rolle bei der Abschätzung der Netzwirkung. Unter sächsischen Klimaverhältnissen wirkte ein schwarzes Hagelnetz auch in den ersten Standjahren bereits ertragsmindernd (Abbildung 34). Allerdings überwogen die Jahreseinflüsse so stark, dass nur bei 'Wellant' die Ertragsminderung von 40 % statistisch zu sichern war. Im Mittel waren die Erträge unter schwarzem Netz um 10 % geringer, unter weißem Hagelnetz gab es keinen derartigen Effekt. Die Aussage aus dem ersten Vollertragsjahr (Abbildung 37) bestätigt sich.

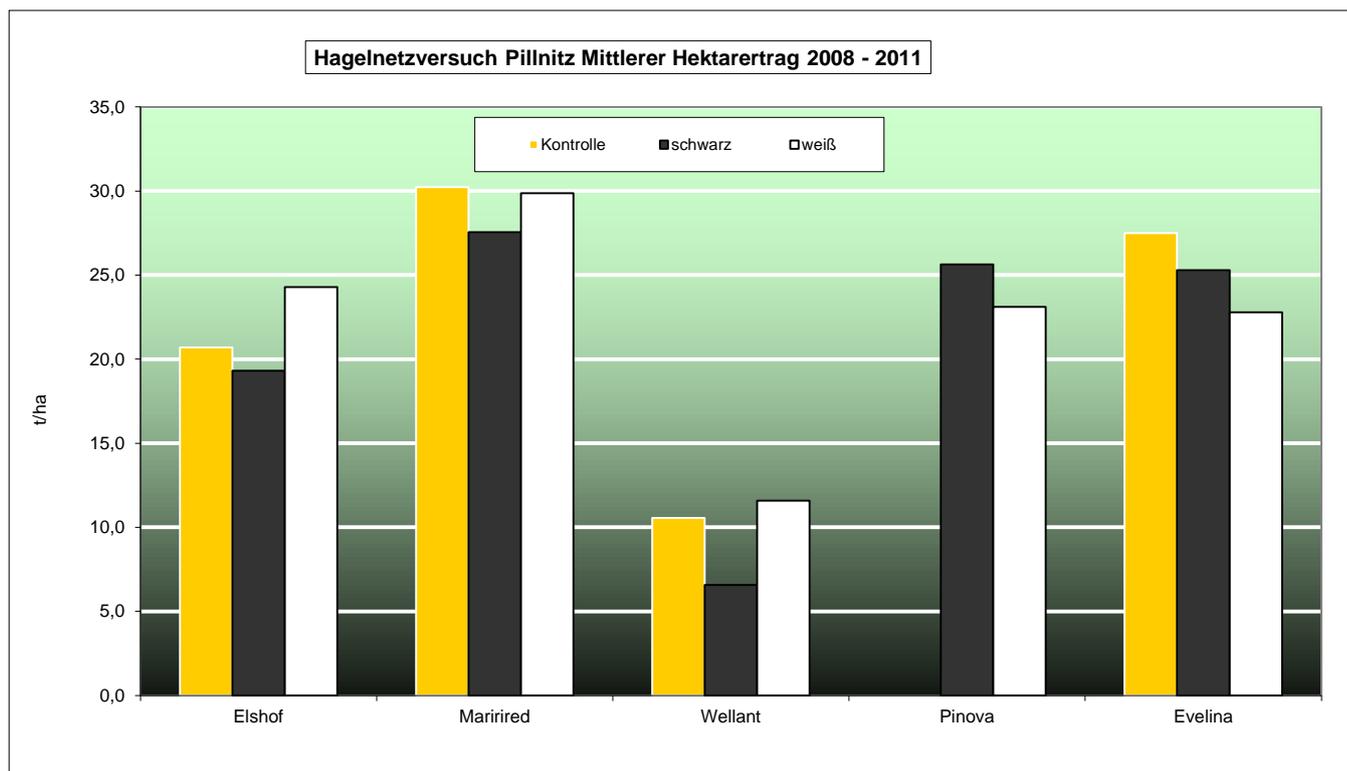


Abbildung 37: Einfluss des Hagelnetzes auf den Ertragsanstieg

Fazit

Der Ertrag erreichte bei fast allen Sorten im 4. Standjahr 45 bis 50 t/ha und damit die Grenze zu wirtschaftlichem Anbau. Das Hagelnetz minderte den Ertrag um 10 %. Beim weißen Hagelnetz trat nur bei 'Evelina'/'Pinova' ein negativer Effekt auf. Graues Hagelnetz wirkt ähnlich wie schwarzes.

2.2.4 Fruchtgröße

Das Fruchtkaliber in Form des Anteils von Früchten > 70 bis 85 mm als Qualitätsmerkmal für die Handelsklasse I hat erhebliche Bedeutung für das betriebswirtschaftliche Ergebnis. Obwohl in den ersten Standjahren gewöhnlich nur in extrem trockenen Jahren Probleme mit der Fruchtgröße auftreten, zeigte sich bereits ein günstiger Einfluss des Hagelnetzes. Es ergaben sich jedoch im Mittel der Jahre keine gesicherten Unterschiede im Anteil Früchte >70 mm. Auf einen Vergleich mit der Anlage in Ablaß wurde verzichtet, weil die großen Unterschiede nicht der Netzfarbe zugeordnet werden können. Im Hinblick auf die betriebswirtschaftliche Auswertung kann festgehalten werden: Bei 'Elshof', 'Mariri Red', 'Pinova' und 'Wellant' erreichten im Mittel der

Jahre 80 % der Früchte unter schwarzem Hagelnetz Größen über 70 mm. Bei weißen Netzen lag dieser Wert bei etwa 70 %. Das Ergebnis ist nicht überraschend, fördert doch eine Beschattung auch bei dem vegetativen Apfelfleisch den Wuchs.

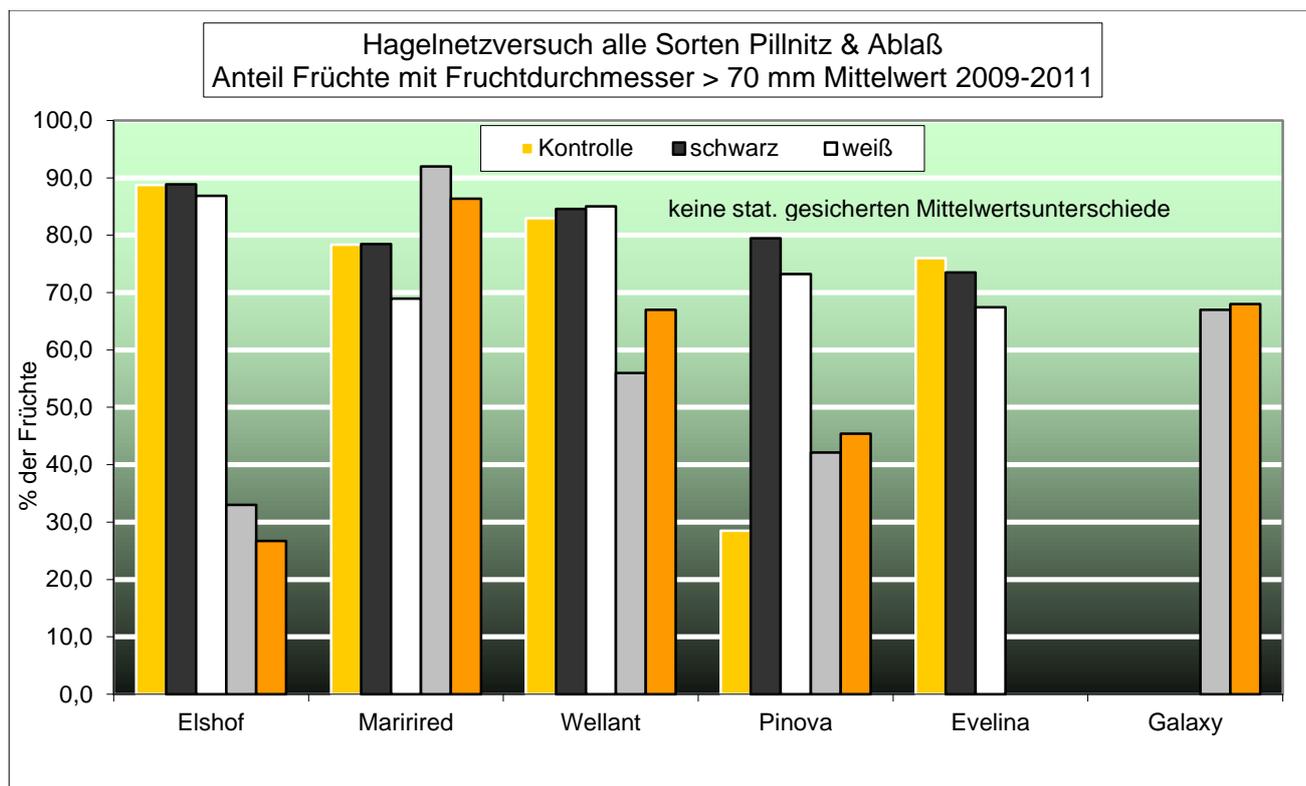


Abbildung 38: Einfluss des Hagelnetzes auf die Fruchtgröße

Eine endgültige Aussage ist allerdings erst nach mehreren Vollertragsjahren möglich, weil mehrjähriger hoher Ertrag stark auf die Fruchtgröße wirkt. In der Anlage in Ablaß erreichten nur bei 'Wellant' und 'Gala' 60 % der Früchte die Grenze von 70 mm. Die schlechteren Werte sind zum Teil die Folge nicht optimaler Ausdünnung. Zwischen Kontrolle und grauem Netz ergaben sich jedoch auch hier keine signifikanten Unterschiede.

Fazit

Bis auf 'Pinova' und 'Evelina' erreichten bei allen Sorten im Mittel der Jahre 80 % der Früchte die für Handelsklasse I geforderten 70 mm Fruchtdurchmesser. Die Fruchtgröße wird von schwarzem und weißem Hagelnetz nicht negativ beeinflusst. Der Einfluss von Kulturmaßnahmen ist der der Netzwirkung mindestens ebenbürtig.

2.2.5 Ausfärbung

Für die Ausbildung der roten Deckfarbe benötigt der Baum Assimilate. Anthocyan als wichtigster Farbstoff der roten Deckfarbe baut auf einem Zuckermolekül auf. Lichtmangel ist deshalb eine Gefahr für eine ausreichende Ausfärbung, die wie die Fruchtgröße ein wichtiges Qualitätskriterium für die Handelsklasse I darstellt. Bereits im Vorversuch hatten sich beim niedrigen schwarzen Hagelnetz Probleme mit der Ausfärbung ergeben. Auch die Minderung der UVB-Strahlung (Abbildung 27) im Ausfärbungszeitraum ließ negative Auswirkungen befürchten.



Abbildung 39: Ausfärbung 'Elshof' 2010 Ablaß mit (links) und ohne Hagelnetz (rechts)

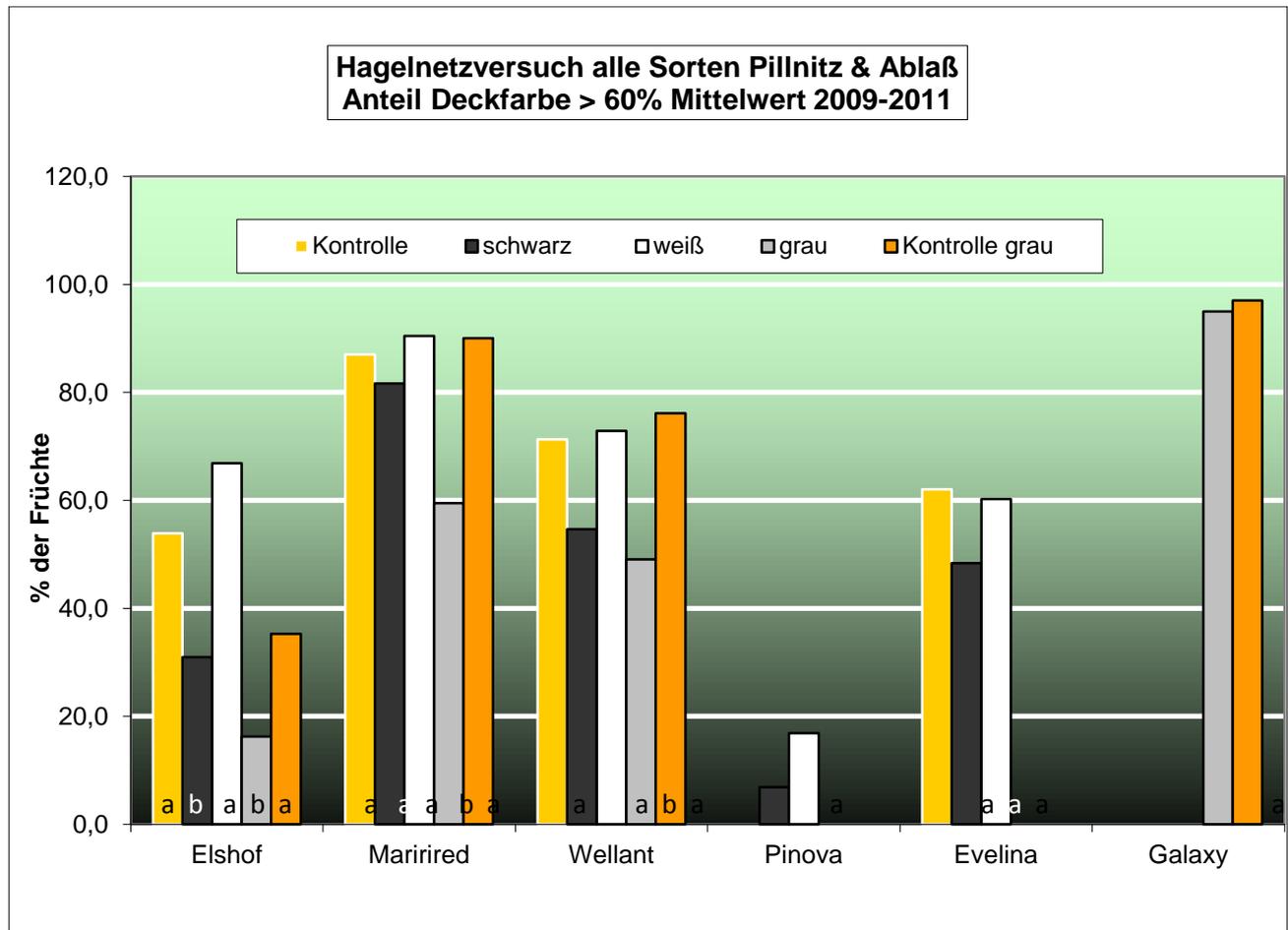


Abbildung 40: Einfluss des Netzes auf die Ausfärbung >60 %

Während bei allen Sorten mit Ausnahme von 'Pinova' unter weißem Hagelnetz keine Ausfärbungsprobleme auftraten, sank der Anteil von Äpfeln mit mehr als 60 % gefärbter Oberfläche unter schwarzem Hagelnetz um 23 % bei 'Elshof' und 5 % bei 'Mariri Red' ('Pinova' siehe nächster Abschnitt). Dieser Unterschied ließ sich statistisch sichern. Betrachtet man dagegen die Ausfärbung im Anteil der Früchte > 40 % im ersten Vollertragsjahr 2011, so verschwinden die Unterschiede bis auf 'Elshof' und die Unterschiede bei 'Pinova' und 'Evelina' schwächen sich ab.

Die Ausfärbungsprobleme spielen offensichtlich besonders im Bereich stark ausgefärbter Früchte eine Rolle. Ähnliches ermittelten THALHEIM & PAOLI (2005) für eine Anlage im 1. bis 3. Standjahr in Südtirol. Allerdings

traten hier nur leichte Ausfärbungsunterschiede in den unteren Klassen bis 20 % Ausfärbung aus. Für die betriebswirtschaftliche Wertung ist die Aussage wichtig, dass bis auf 'Evelina'/Pinova' die Sorten unter weißem Hagelnetz alle Sorten einen Anteil von 80 % von mehr als 40 % ausgefärbter Früchte aufwiesen. Unter schwarzem Hagelnetz sank bei 'Elstar' dieser Anteil auf 60 % ab.

Unterschied 'Evelina' und 'Pinova'

Seit wenigen Jahren ist mit 'Evelina' eine Farbmutante von 'Pinova' auf dem Markt, die bessere Ausfärbung unter lichtschwachen Verhältnissen verspricht. Tatsächlich ist der Anteil sehr gut gefärbter Früchte unter schwarzem Hagelnetz statistisch signifikant um 41 % höher als bei 'Pinova' (Abbildung 40). Auch unter weißem Hagelnetz schneidet 'Evelina' gegenüber 'Pinova' mit einer um 43 % höheren Ausbeute an farblich überzeugenden Früchten besser ab. Legt man aber weniger strenge Maßstäbe an und betrachtet den Anteil von Früchten mit mehr als 40 % Ausfärbung, so relativieren sich die Unterschiede. Auch 'Evelina' befriedigt nicht. Der Anbau von 'Pinova' unter Hagelnetz, gleich welcher Farbe, kann nicht empfohlen werden.

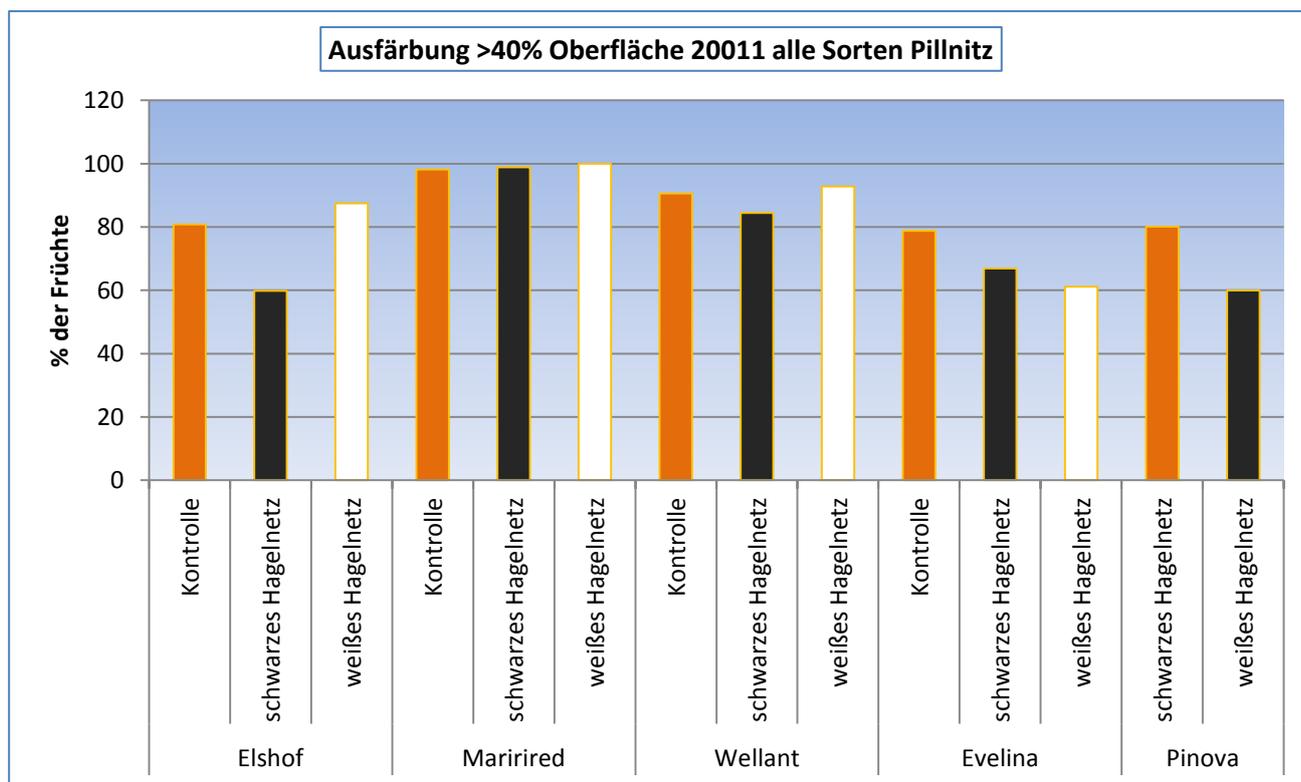


Abbildung 41: Einfluss des Hagelnetzes auf die Ausfärbung >40 % 2011

Fazit

Im ersten Vollertragsjahr schafften nur bei 'Evelina'/Pinova' und 'Elshof' unter schwarzem Hagelnetz weniger als 80 % der Früchte mehr als 40 % Ausfärbung. Unter weißem Hagelnetz traf diese Aussage nur auf 'Evelina'/Pinova' zu. Die unterschiedliche Lichtbedürftigkeit der Sorten ist vor der Pflanzung unbedingt zu berücksichtigen.

2.2.6 Betriebswirtschaftliche Abschätzung

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse über Hektarertrag, Fruchtgröße und Ausfärbung bis zum ersten Vollertragsjahr lässt sich schließen, dass der Grenzertrag von 44 t/ha (80 % HKL I) bzw. 51 t/ha (60 % HKL I) von 'Mariri Red' übertroffen wurde und bei den anderen Sorten, außer 'Evelina'/Pinova' und 'Wellant' im Grenzbe-
reich lag. Ohne Berücksichtigung der Ausfärbung erreicht auch 'Elshof' in Pillnitz diesen Wert.

Fazit

Es erscheint möglich, in Sachsen auch unter Hagelnetz betriebswirtschaftlich erfolgreich zu produzieren. Die Hektarerträge in der Handelsklasse I näherten sich den notwendigen Grenzwerten bereits im ersten Vollertragsjahr an oder überstiegen sie ('Mariri Red'). Probleme bereiteten 'Wellant' (Ertrag) und 'Pinova'/'Evelina' (Ausfärbung).

2.2.7 Sorteneignung

Die Auswertung der Versuche hatte ergeben, dass die Sorten 'Pinova', 'Evelina' und 'Elshof' auf Lichtmangel sehr stark mit nachlassender Ausfärbung reagieren. Das Jahr 2010 bot die Möglichkeit, die Reaktion des Sortiments auf den ungewöhnlich starken Lichtmangel zu testen. Als Quelle dienten die Sortierergebnisse von SCHÖNE (2012). Verwendet wurden die Angaben über den prozentualen Anteil Früchte in den zwei Ausfärbungsstufen >40 % und >60 % Ausfärbung. Zunächst wurden alle Sorten aussortiert, die 2010 einen Ertragsausfall hatten. Danach wurde von den Zahlen für 2010 der Mittelwert über mindestens vier Jahre abgezogen. Die Ergebnisse in Tabelle 7 zeigen interessante Ansätze. Besonders stark unter dem Erwartungswert liegende Sorten sind rot markiert. Von den Mutanten bekannter Sorten fallen bei Braeburn 'Braeburn Lochbui', bei Elstar 'Elstar Sonntag' und bei Gala 'Gala Mondial' negativ auf. Dagegen reagierten 'Mariri Red' und 'Gala Must' offensichtlich wenig auf Lichtmangel, wie die Ergebnisse der Hagelnetzversuche bestätigten. Auch die aussichtsreiche Sorte 'Kanzi' reagiert nur wenig auf Lichtmangel, während die interessanten Sorten 'Mairac' und 'Diwa' stark reagierten. Die sortentypischen Unterschiede lassen sich mit der mehr oder weniger starken genetischen Fixierung der Rotfärbung begründen. Deutlich wird die Bedeutung der Sortenwahl bei der Vorbereitung von Pflanzungen unter Hagelnetz.

Tabelle 7: Reaktion von Sorten aus dem Sortiment (SCHÖNE 2012) auf Lichtmangel 2010

Sorte	Ausfärbung 2010 - Mittelwert		Sorte	Ausfärbung 2010 - Mittelwert	
	>40 %	>60 %		>40 %	>60 %
Ausfärbung	>40 %	>60 %		>40 %	>60 %
Braeburn Helena	-15,8	-11,1	Gala Mondial	-50,9	-64,4
Braeburn Herr	-26,0	-27,3	Gala Must	-2,0	-7,6
Braeburn Lochbuie	-39,5	-31,5	Gala Royal	-6,2	-1,6
Braeburn M. Red	-6,8	-15,7	Jugala	-1,5	-3,1
Braeburn Schneider	-21,6	-12,9	Kanzi	-12,5	-10,3
Braeburn Schneider	-7,9	-9,1	RubINETTE rosso	-18,1	-12,7
Dalinco	-76,3	-60,7	Rucla	-3,6	-15,2
Diwa	-31,8	-30,4	Sapora	0,8	0,4
Elstar Red Elswout	-13,5	-25,5	Fuji Kiku 8	-9,3	-16,1
Elstar Roelse	-28,1	-30,1	Mairac	-30,7	-31,9
Elstar Sonntag	-46,3	-34,2	Red Falstaff	-22,9	-14,3
Evelina	-11,0	-14,0			
Gala Annaglo	-11,0	-14,0			
Gala Brookfield	-0,2	1,2			

Reflexionsfolien

Seit einigen Jahren wird in verschiedenen Versuchsstationen der Einsatz von Reflexionsfolien auf dem Baumstreifen vor der Ernte erprobt (FUNKE & BLANKE 2003). Damit soll erreicht werden, dass das einfallende, gestreute Licht in die Baumkronen zurück gestreut und so die Ausfärbung gesteigert wird. Von den erprobten Folien erreichte nur Exdanday eine Ausfärbungsverbesserung von 20 % bei 'Gala Mondial'. Die Anwendung ist jedoch sehr teuer, es entstehen Kosten, die 75 % der Verfahrenskosten erreichen. Einige Folien sind nicht UV-beständig und müssen jährlich erneuert werden. Die Versuche wurden deshalb nicht in das Projekt aufgenommen.

2.2.8 Fruchtansatz

Im ersten Versuch wurde ein geringerer Fruchtansatz besonders unter schwarzem Hagelnetz festgestellt (HANDSCHACK 2010). Dazu wurde die Anzahl Früchte je Infloreszenz vor und nach dem Junifruchtfall gezählt. Die Auszählung umfasste jeweils 50 Fruchstämme je Baum.

Wie erwartet, hatte das geringe Lichtangebot 2010 einschneidende Auswirkungen auf den Fruchtfall. Bereits vor dem Junifall wurden 2010 nur so viele Früchte angesetzt wie 2009 nach dem Junifall. Dieser Effekt ist in erster Linie dem Lichtmangel geschuldet. Nur bei 'Elshof' reduzierte sich der Fruchtansatz im Junifall noch einmal von etwa 2 auf 0,5 Früchte/Infloreszenz (Abbildung 42). Die Einnetzung brachte kein einheitliches Ergebnis, die Mittelwertunterschiede im Fruchtansatz ließen sich bei keiner Sorte statistisch sichern. Es wird aber deutlich, dass der Fruchtansatz stärker von den Jahresbedingungen und den Sorten als von der Einnetzung bestimmt wurde. Das stimmt mit Aussagen aus der Literatur überein (BAAB 2007; OLLIG 2005).

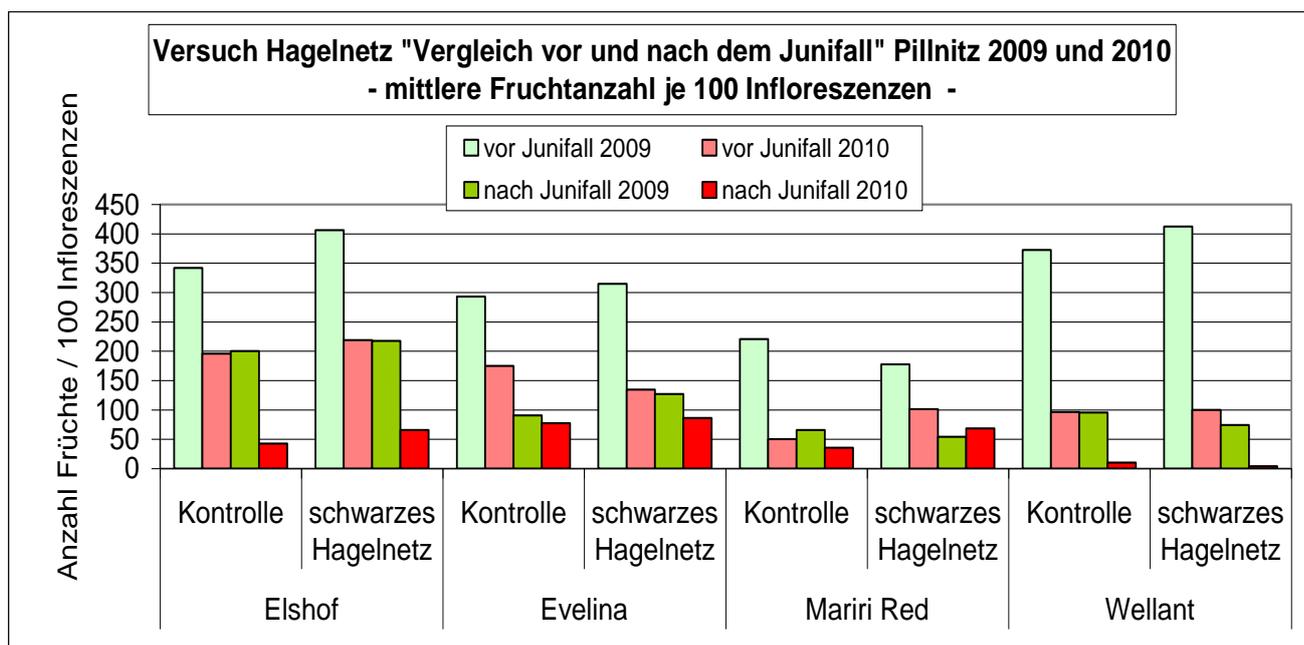


Abbildung 42: Einfluss des Hagelnetzes auf den Fruchtansatz 2009 und 2010

2.2.9 Spätes Schließen der Hagelnetze zur Verbesserung des Fruchtansatzes



Abbildung 43: Geöffnetes Hagelnetz zur Blüte 28.04.2011

In den Jahren 2010/2011 wurde versucht, den Junifruchtfall durch späteres Schließen des Netzes nach dem kritischen Zeitraum um den 17. Tag nach Vollblüte zu verringern und so den Fruchtansatz zu erhöhen. Dieser Versuch hat seine Praxisrelevanz in der Tatsache, dass in den letzten Jahren die ersten Hagelereignisse früher auftraten und bereits im Mai an das Schließen der Hagelnetze gedacht wurde.

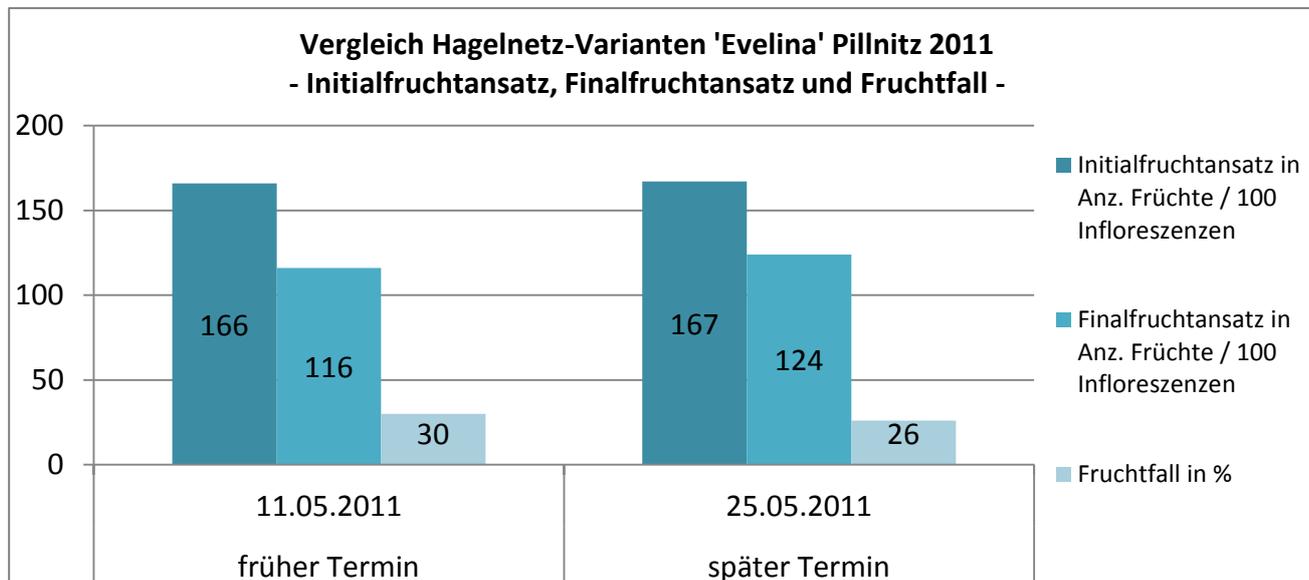


Abbildung 44: Einfluss des Termins der Einnetzung auf den Fruchtansatz 2011

Das frühere Schließen des Hagelnetzes hatte 2011 keinen Einfluss auf den Fruchtansatz und die Stärke des Junifalls. Im lichtarmen Jahr 2010 dagegen minderte das frühe Schließen des Hagelnetzes den Fruchtansatz am zweijährigen Holz tendenziell und verstärkte den Junifall um 14 % (nicht statistisch sicherbar). Weil mit zunehmend sonnenscheinreicher Witterung im Frühjahr zu rechnen ist, sollte der Termin der Einnetzung jedoch keine bedeutende Rolle spielen.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass unter Hagelnetz mit einer verstärkten Wirkung der chemischen und mechanischen Ausdünnung zu rechnen ist, weil alle zur Zeit zugelassenen Ausdünnungsverfahren die Fotosyntheserate vorübergehend senken und so den Junifall verstärken. Im Versuch wurde das berücksichtigt, indem bisher keine mechanische Ausdünnung vorgenommen wurde und die Konzentration des zur Blütenausdünnung eingesetzten Mittels ATS (Ammoniumthiosulfat) im Jahr 2011 um 1/3 gesenkt wurde. Mehrere sächsische Anbauer berichteten jedoch 2011 über eine starke Überdünnung bei der Sorte 'Mariri Red' nach Einsatz der mechanischen Ausdünnung.

Fazit

Der Fruchtansatz wurde stärker von der Jahreswitterung und der sortentypischen Fruchtungstendenz bestimmt als von der Einnetzung. Die Wirkung der mechanischen und chemischen Ausdünnung kann sich unter Hagelnetz verstärken.

2.2.10 Berostung



Abbildung 45: Mehltauberostung bei 'Pinova' und Berostung bei 'Wellant'

Die Berostung, die qualitätsmindernd wirkt, wird im Zeitraum bis sechs Wochen nach der Blüte ausgelöst. Wichtige Einflussfaktoren sind die Benetzungsdauer der Früchte mit Wassertröpfchen und die Andauer von Temperaturen unter 5 °C. Der Bewässerung in diesem Zeitraum wird eine berostungsmindernde Wirkung bescheinigt, wenn Trockenstress besteht. Berostung trat im Versuchszeitraum allein bei der genetisch zu Berostung neigenden Sorte 'Wellant' in größerem Umfang auf. Die Versuchsauswertung (Abbildung 44) ergab keinen positiven Einfluss der Bewässerung. Dagegen fällt auf, dass die Berostung in beiden Anlagen sehr stark unterschiedlich war. Die 'Wellant'-Äpfel in Ablass waren über die Versuchsjahre hinweg deutlich weniger berostet. Ob das vorrangig ein Einfluss der Netzfarben oder nur des Standortes war, lässt sich zunächst nicht plausibel abgrenzen. Von anderen Versuchsanstellern wird ebenfalls über die Verstärkung der Berostung unter schwarzem Hagelnetz berichtet (Arbeitsgruppe Hagelnetz). Ein Einfluss der Hagelnetze konnte in diesem Projekt nicht statistisch gesichert werden. Der Jahreseinfluss und der Standort überwogen in den ersten vier Standjahren.

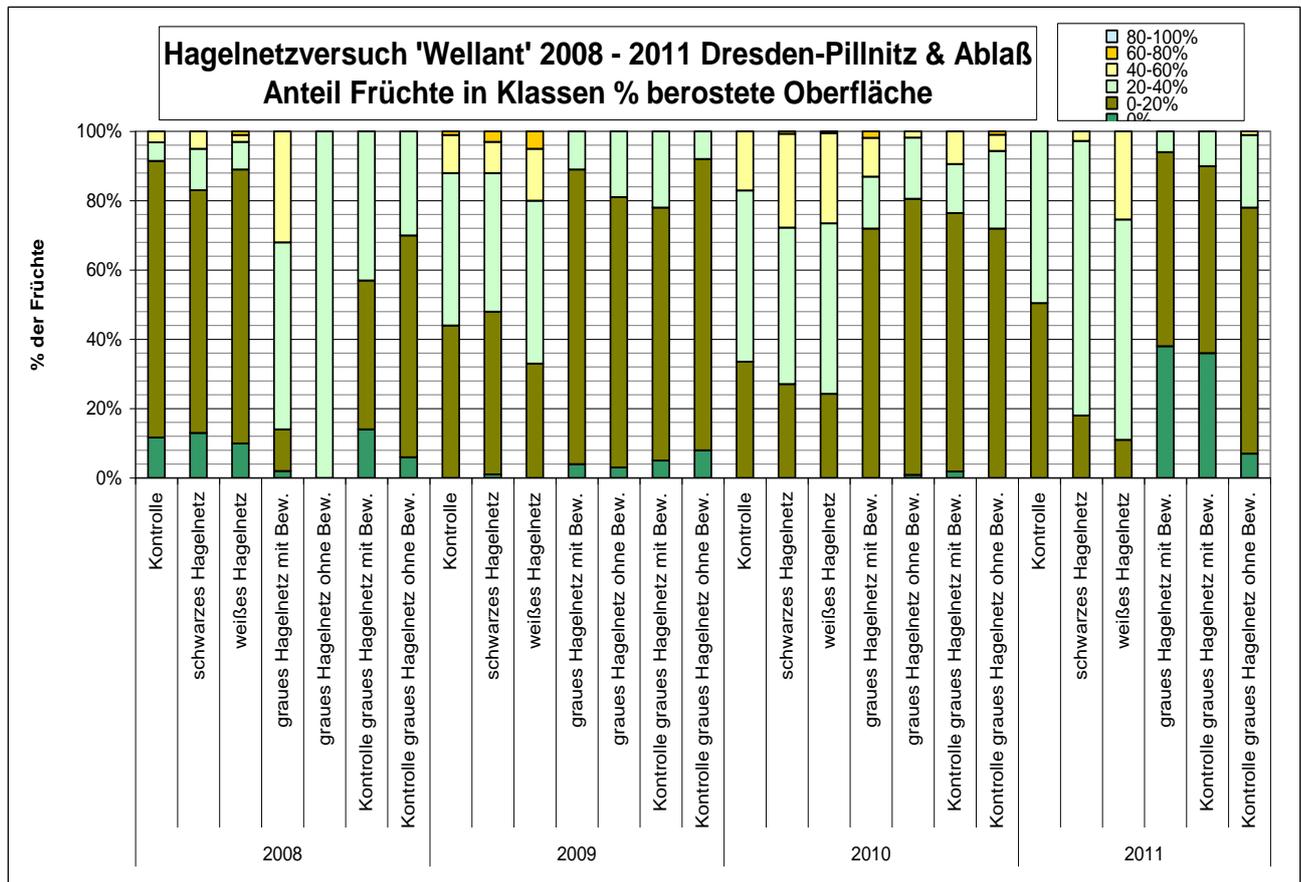


Abbildung 46: Einfluss des Hagelnetzes auf die Berostung

Fazit

Die Jahreswitterung und der Standort hatten stärkeren Einfluss auf die Berostung als die Hagelnetze.

2.2.11 Reife

Die Umwandlung von Stärke in Zucker ist Ausdruck des Reifeprozesses. Anhand des Stärkegehaltes der Frucht kann deshalb der Reifegrad abgeschätzt werden. Im Versuch wurden die gleichen fünf Früchte je Stichprobe verwendet wie für die anderen Inhaltsstoffe. Über die Sorten gemittelt zeigt sich eine Ernteverzögerung unter schwarzem Hagelnetz (Abbildung 45), wie sie für Anlagen unter schwarzem Hagelnetz wiederholt beobachtet wurde (OLLIG 2005; TOGLER 2008). Der Rückstand bei den Varianten in Ablaß ist nach Aussage des Betriebes auf eine betriebsbedingt sehr frühe Ernte der Sorten zurückzuführen. Unter grauem Hagelnetz liegt der Stärkeabbau jedoch nur 0,5, unter schwarzem dagegen um 1,2 Punkte zurück. Dieses Verhalten stimmt mit Werten aus der Literatur überein (BAAB 2007).

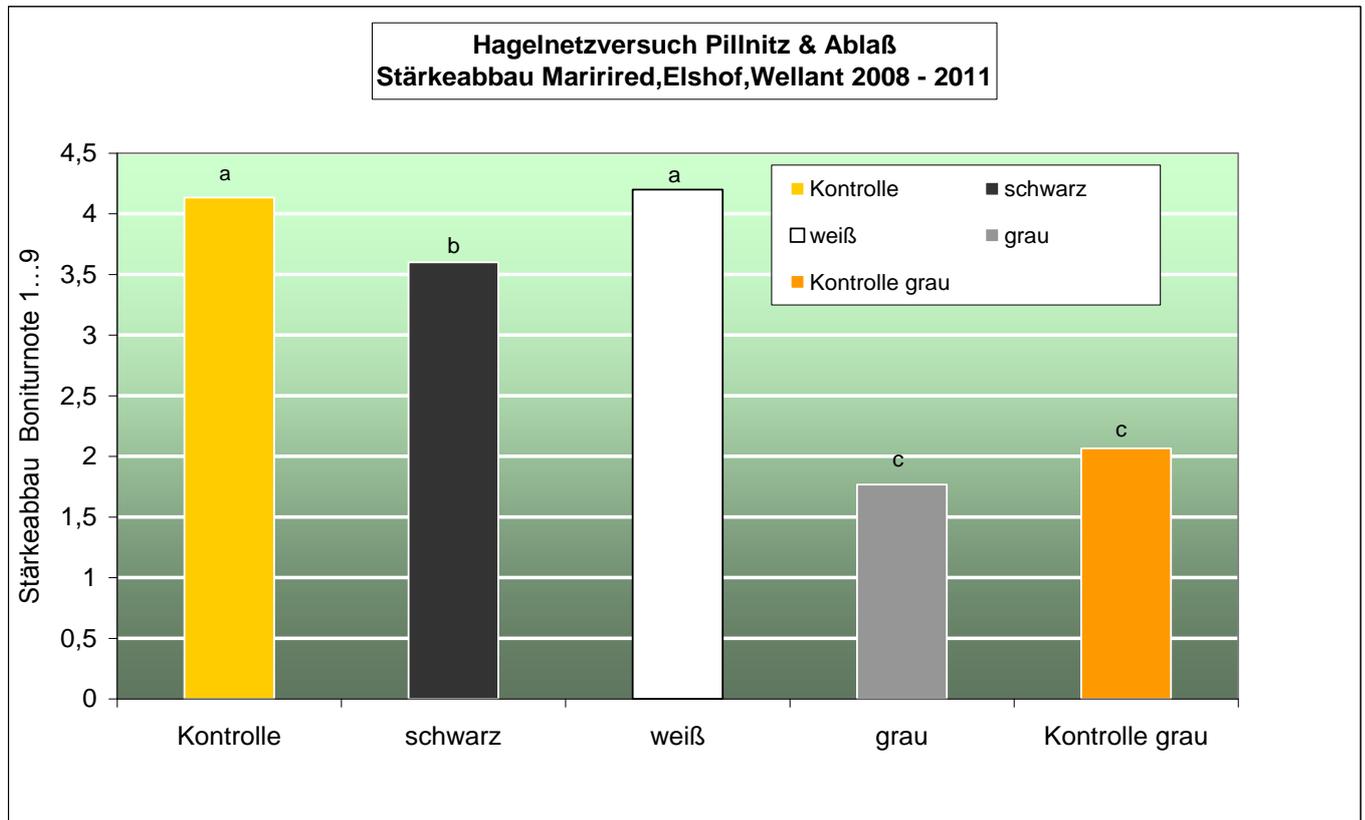


Abbildung 47: Einfluss des Hagelnetzes auf die Reife

2.2.12 Refraktometerwert

Ein wichtiger Parameter der inneren Fruchtqualität ist der Refraktometerwert, der den Zuckergehalt der Früchte beschreibt. Im Mittel der Jahre ergaben sich keine gesicherten Unterschiede (Abbildung 48). Möglicherweise ergeben sich erst in späteren Standjahren Unterschiede. Über die Sorten und Jahre hinweg erreichten die Äpfel in allen Varianten Zuckerwerte über 12, die für einen guten Geschmack zur Ernte notwendig sind. Die niedrigeren Werte in der Praxisanlage sind im Zusammenhang mit dem frühen Erntetermin zu erklären, weil die Stärke erst in Nähe der Ernte umgesetzt wird. Zwischen den Hagelnetzvarianten gab es jedoch keine Unterschiede.

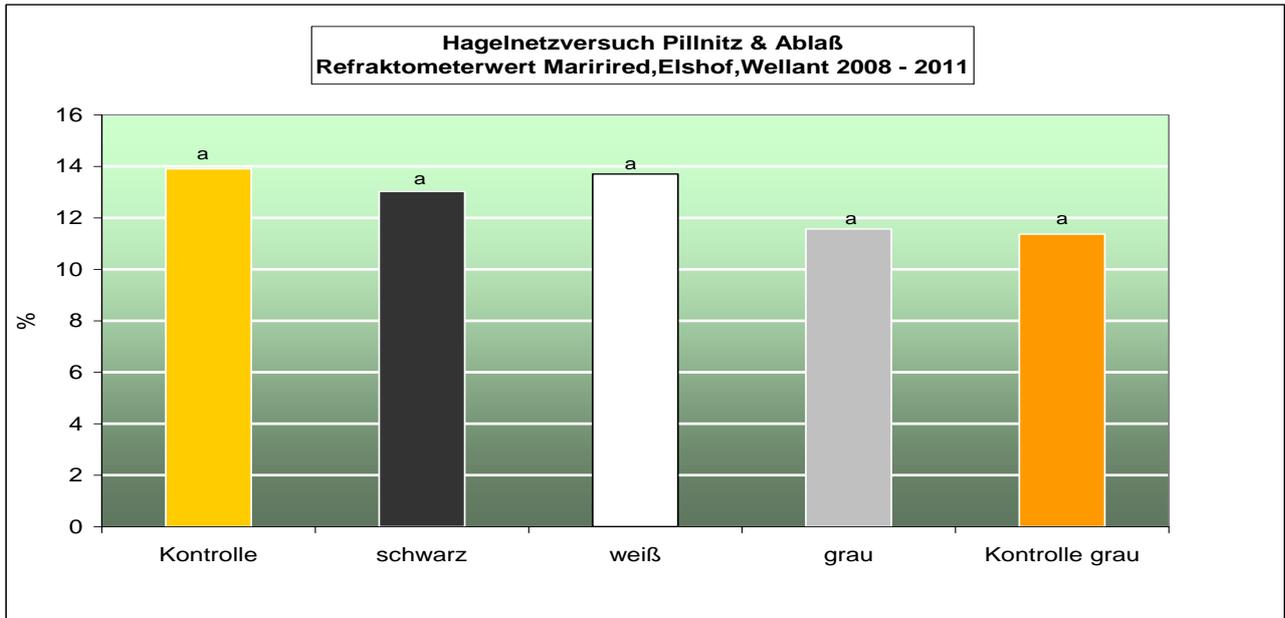


Abbildung 48: Einfluss des Hagelnetzes auf den Refraktometerwert

2.2.13 Säuregehalt

Der Säuregehalt der Äpfel ist sortentypisch und bestimmt gemeinsam mit dem Zuckergehalt den Geschmack. Für die Testung des Hagelnetzeinflusses wurde aus statistischen Gründen ein parameterfreies Verfahren der Rangordnung verwendet. Es gab keinen Unterschied im Säuregehalt. Die erheblich niedrigeren Werte in Ablaß lassen sich nicht aus der früheren Ernte erklären, weil der Säuregehalt sich mit zunehmender Reife vermindert. Der hier im Mittelpunkt stehende Vergleich der Hagelnetze ergab keinen Einfluss des grauen Netzes.

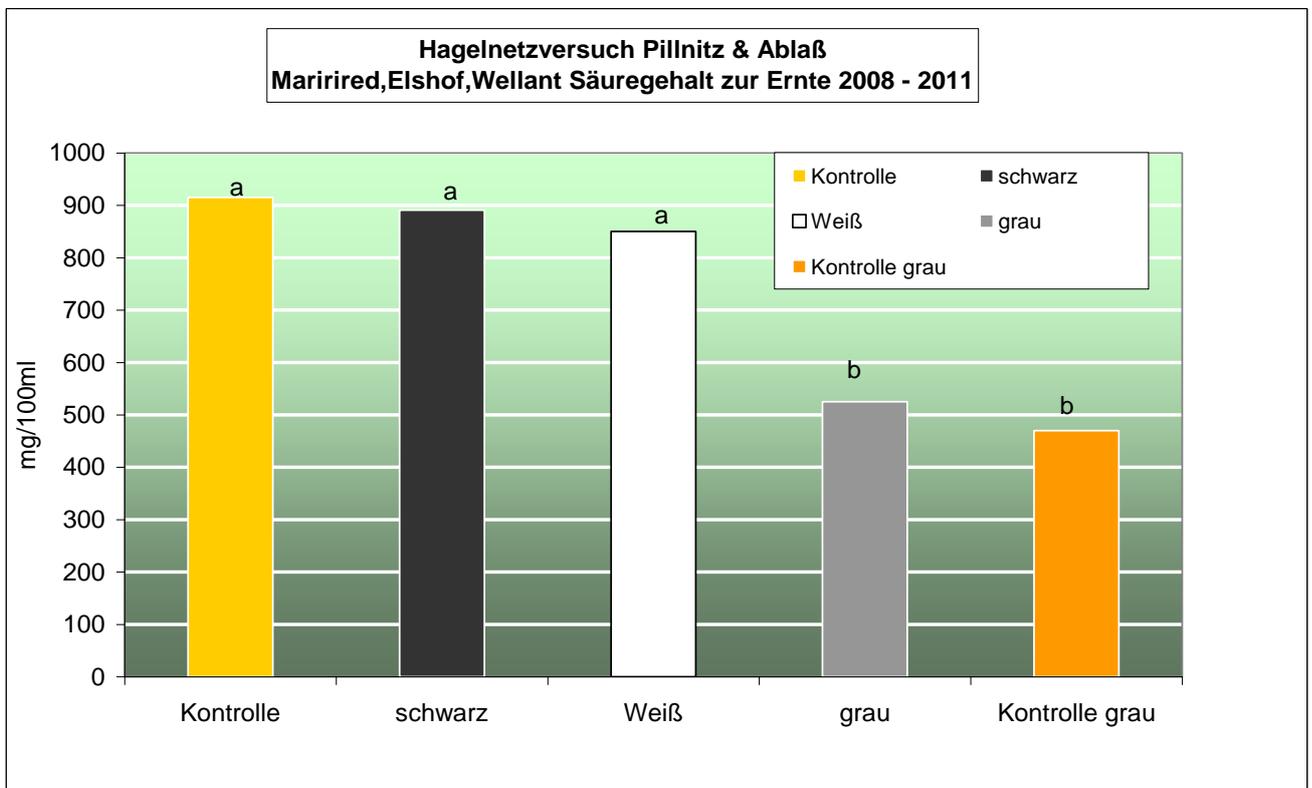


Abbildung 49: Einfluss des Hagelnetzes auf den Säuregehalt

Der Säuregehalt unterschied sich bei den Hagelnetzfarben nicht. Die Anlage in Abblau wies in Kontrolle und Behandlung signifikant geringere Werte auf, was seine Ursache in der generell schlechteren Entwicklung der Bäume in den ersten drei Standjahren haben könnte.

2.2.14 Fruchtfleischfestigkeit

Die Fruchtfleischfestigkeit ist ein zunehmend wichtiger Parameter der inneren Fruchtqualität. Der Handel verlangt Äpfel mit Festigkeitsgrenzwerten, die nicht unterschritten werden dürfen. Um die geforderten $4,5 \text{ kg/cm}^2$ zu erreichen, ist zur Ernte ein Wert von etwa 7 kg/cm^2 (SCHÖNE 2012) notwendig. Über alle Sorten hinweg erreichen die Früchte in der Kontrolle und unter schwarzem Hagelnetz diesen Wert (Abbildung 50). Unter weißem Hagelnetz dagegen lag der Wert nur bei 6,7 und signifikant niedriger als in den anderen Varianten. Aus der Literatur ist bekannt, dass unter schwarzem Hagelnetz die Fruchtfleischfestigkeit etwas niedriger liegt (BAAB 2007). Es bleibt auch hier abzuwarten, wie sich die Anlagen weiter verhalten.

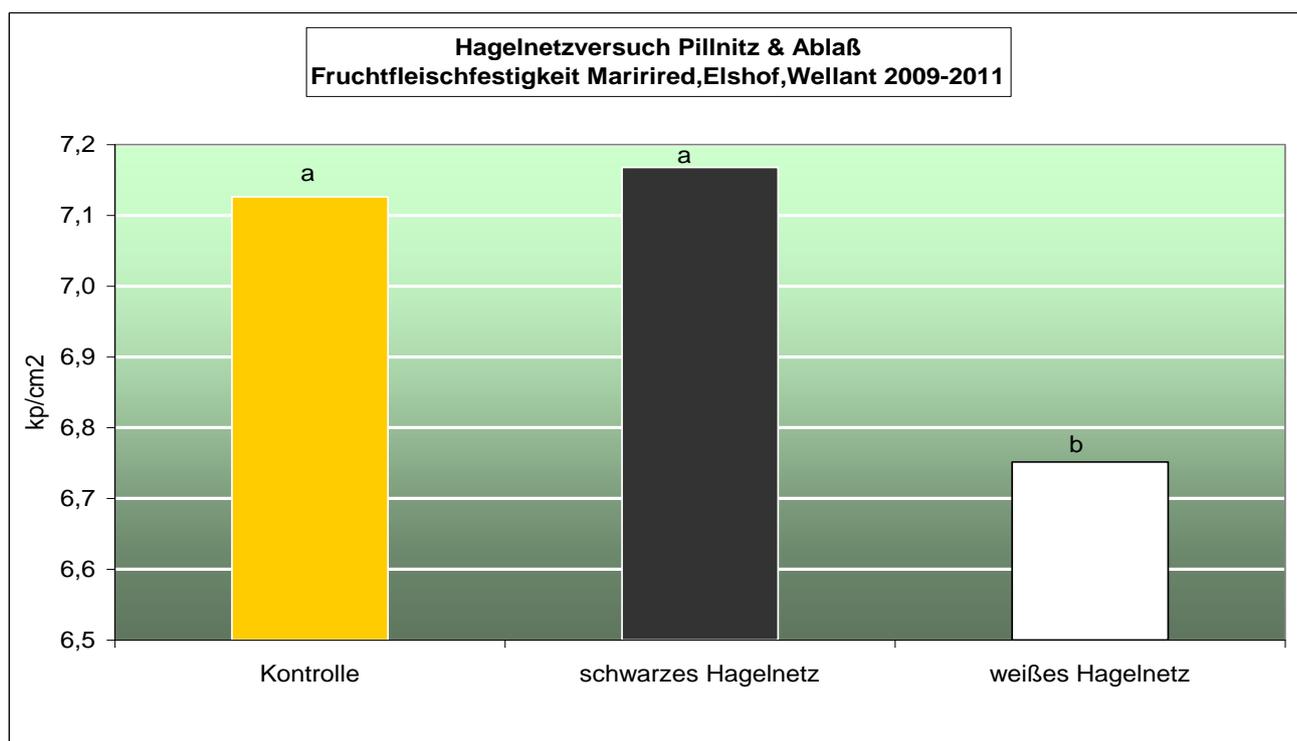


Abbildung 50: Einfluss des Hagelnetzes auf die Fruchtfleischfestigkeit

Über die Versuchsjahre hinweg ergab sich ein signifikant niedrigerer Wert für die Fruchtfleischfestigkeit unter weißem Hagelnetz. Diese Aussage wird von anderen Autoren gestützt (WIDMER 2009).

Fazit

Unter schwarzem Hagelnetz reiften die Äpfel später. Zucker und Säure wurden von der Einnetzung nicht beeinflusst. Unter weißem Hagelnetz waren die Äpfel weicher.

2.2.15 Krankheiten und Schädlinge

Während der gesamten Vegetationsperiode in allen Versuchsjahren wurde am Standort Pillnitz das Auftreten von Schädlingen und Krankheiten in den Boniturstufen 1 ... 9 (starker Befall) bonitiert. Eine klare Aussage ergab sich lediglich für den Mehltaubefall. Mehltau trat auswertbar nur 2009 und 2010 in den Monaten Juni und Juli auf. Je Netzvariante wurde die Gesamtzahl der entfernten Mehltauspitzen erfasst und im Mittel der Jahre ausgewertet. Die Unterschiede konnten wegen der starken Jahresunterschiede und des geringen Da-

tenumfangs von drei Jahren nicht statistisch gesichert werden. Dennoch zeigt sich eine deutliche Tendenz. Das Hagelnetz verstärkt den Mehлтаubefall, besonders die Variante schwarzes Hagelnetz. Unter weißem Hagelnetz ist die Wirkung differenziert, wobei die starke Wirkung bei 'Elshof' durch den Standort in der Randreihe beeinflusst ist. Die Sortenunterschiede und die Jahreseinflüsse überdecken die Netzwirkung. Überdies ist die Fläche des Versuches von 0,23 ha für eine Aussage über den Schädlingseinfluss grenzwertig klein.



Abbildung 51: Mehлтаubefall (links) und Blutläuse (rechts) in der Anlage

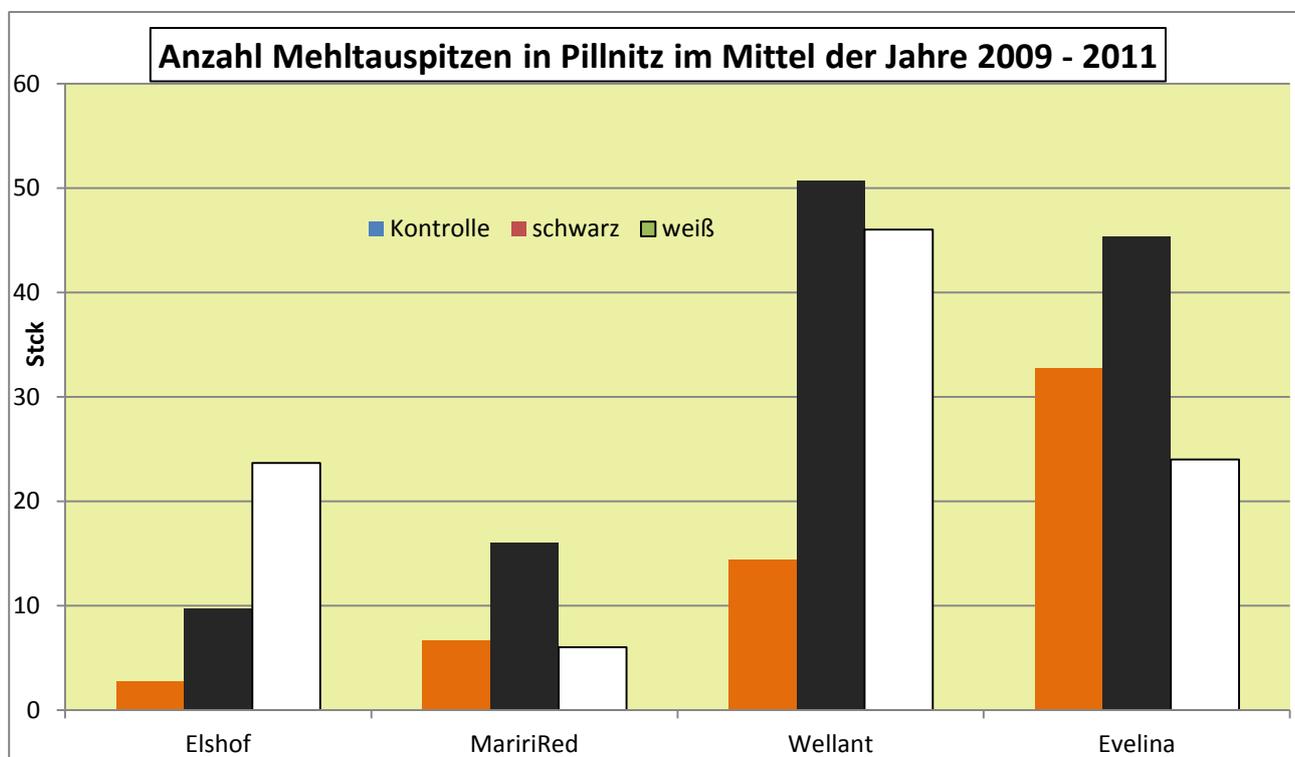


Abbildung 52: Einfluss des Hagelnetzes auf den Mehлтаubefall

Fazit

Schwarzes Hagelnetz steigerte den Mehлтаubefall. Der Jahreseinfluss überwog den Netzeinfluss.

2.2.16 Sonnenbrand

Sonnenbrandschäden sind weltweit ein zunehmendes Problem für die Fruchtqualität im Tafelapfelanbau. Bei hoher Strahlung besonders im UV-Bereich und Fruchttemperaturen über 52 °C kann ein erheblicher Anteil der Früchte von Sonnenbrand geschädigt werden (TOGGGLER 2008). Unter den mäßig warmen Klimaverhältnissen Sachsens tritt dieser Effekt nur während längerer Hitzeperioden auf.

In der Literatur wird über die Minderung des Sonnenbrandes durch Einnetzung berichtet. Im Versuchszeitraum wurden in den Jahren 2010 und 2011 erste Stadien von Sonnenbrand beobachtet, die sich zur Ernte jedoch nicht qualitätsmindernd auswirkten. In beiden Jahren handelte es sich um fotooxydativen Sonnenbrand, der mit vorübergehend starker Sonneneinstrahlung und hohen bodennahen Ozonwerten verbunden war (Abbildung 54), ohne dass hohe Fruchttemperaturen auftraten. In Abbildung 53 sind die Boniturstufen für das Auftreten der Sonnenbrandsymptome dargestellt. In den Varianten wurde ausgezählt, welcher Anteil von 150 Früchten Sonnenbrandsymptome der jeweiligen Ausprägungsstufe aufwies. Dabei handelte es sich überwiegend um Boniturstufe 1, nur 2 % der Früchte in der Kontrolle wies einen höheren Schädigungsgrad auf. Bereits Mitte August waren die Anzeichen von Sonnenbrand wieder verschwunden (Abbildung 54).

In allen Fällen wirkte das schwarze Hagelnetz deutlich mindernd auf den Sonnenbrand, ohne ihn jedoch ganz zu unterdrücken. Weißes Hagelnetz minderte den Schaden weniger deutlich. Die Ergebnisse stimmen mit Literaturangaben überein (BAAB 2007; OLLIG 2004). Schwarzes Hagelnetz ist demnach eine probates Mittel, Sonnenbrandschäden wirksam zu reduzieren.

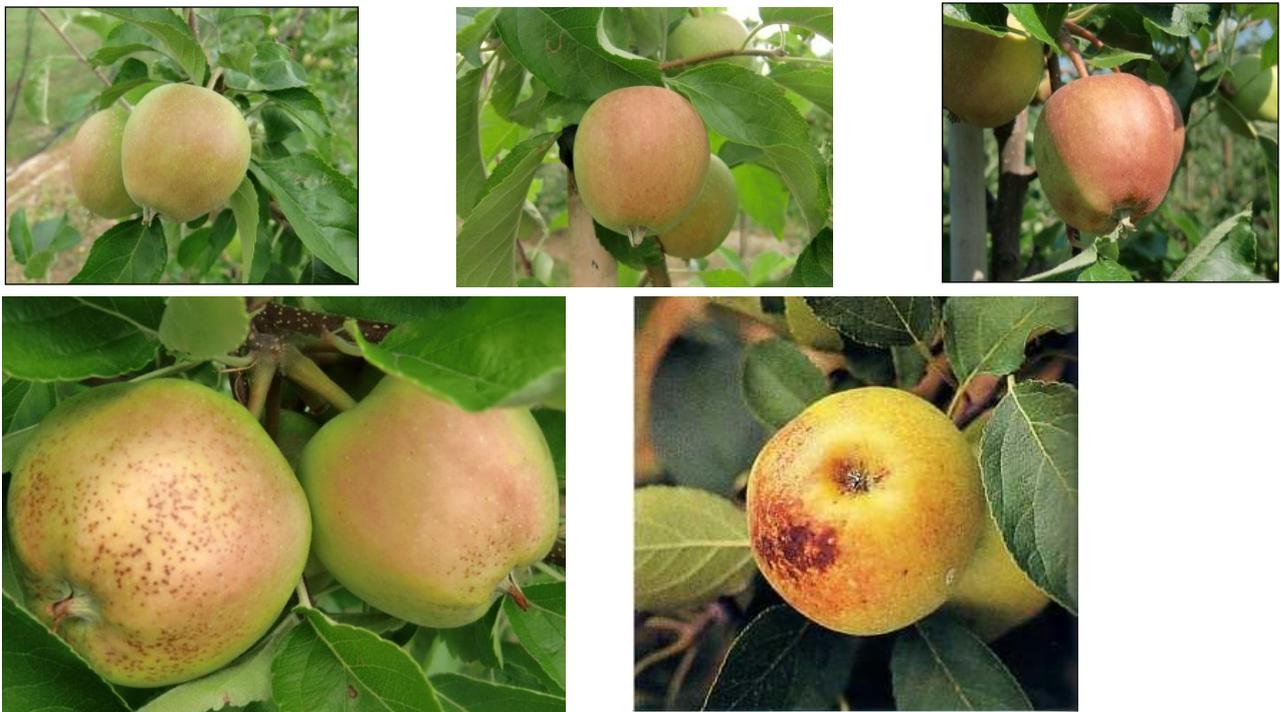


Abbildung 53: Boniturstufen für Sonnenbrand (von oben links 1, 3, 5, 7 bis unten rechts 9)

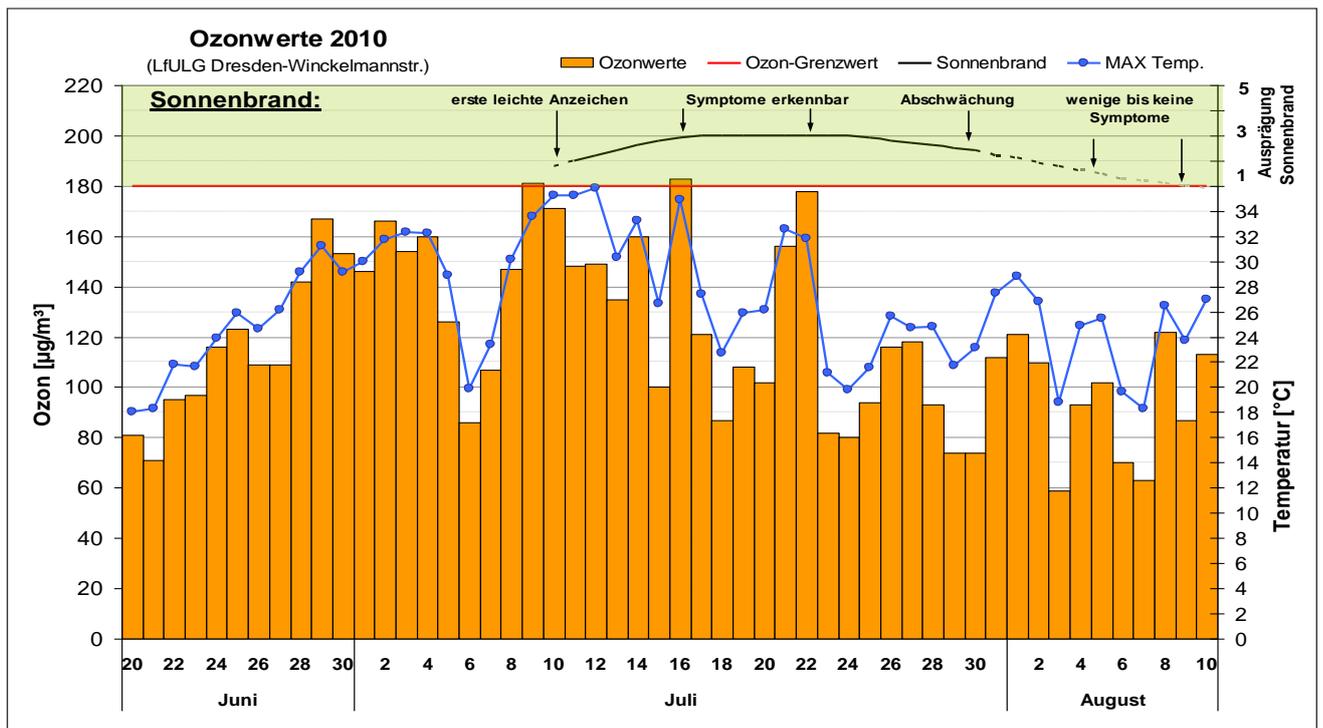


Abbildung 54: Ozongehalt und Temperatur im Sommer 2010

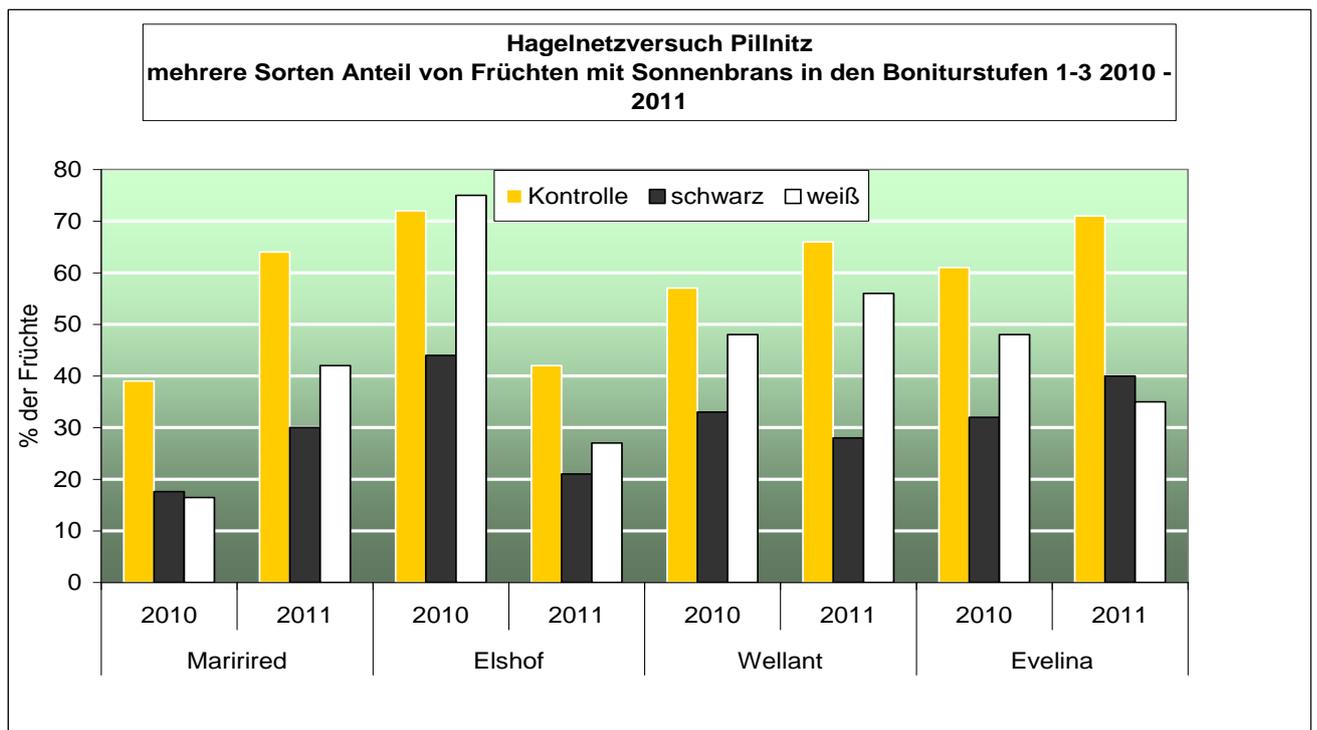


Abbildung 55: Einfluss von Hagelnetzen auf den Sonnenbrandbefall

Fazit

Schwarzes Hagelnetz mindert Sonnenbrandschäden um bis zu 50 %, ohne ihn ganz zu verhindern.

2.2.17 Einfluss auf Lagerschäden

Die Lagersaison 2010/2011 ergab erstmals die Möglichkeit, den Einfluss der Hagelnetzung auf die Ausprägung von Lagerschäden zu erfassen. Die Bonitur erfolgt am 22.02.2011 nach Auslagerung der Früchte aus dem Kühllager. Zur Einlagerung wurden keine relevanten Schadbilder beobachtet.

Tabelle 8: Anteil von Äpfeln mit phytosanitären Schäden am 22.02.2011

Sorte	Netz-variante	Monilia	Gloeosporium	Kelch-fäule	Penicillium	Schorf	Stippe	Glasigkeit	Risse	insgesamt
Mariri Red	Kontrolle	2	4	0	0	5	5	0	3	108
	Schwarz	1	1	0	0	2	3	0	1	103
	Weiß	2	4	1	0	1	3	0	0	116
Wellant	Kontrolle	5	9	0	0	4	19	0	3	79
	Schwarz	2	4	0	0	2	14	0	0	81
	Weiß	3	13	0	0	1	17	0	0	78
Elshof	Kontrolle	3	7	0	0	2	1	0	2	106
	Schwarz	6	13	0	0	1	0	0	0	109
	Weiß	2	7	0	0	2	0	0	2	116
Evelina	Kontrolle	1	1	0	0	2	1	0	1	112
	Schwarz	2	3	0	0	2	1	0	2	107
	Weiß	1	1	0	0	2	1	0	0	111

In größerem Umfang traten in dieser Lagerperiode nur Monilia, Gloeosporium, und bei 'Wellant' Stippe auf. Die Ergebnisse bezüglich Hagelnetzfarben sind nicht einheitlich. Eine Tendenz zeigt sich nur insofern, als die am Rand in unmittelbarer Nähe der Seiteneinnetzung stehenden Sorten 'Elshof' und 'Evelina' gleiches Verhalten zeigen. Eine deutliche Steigerung des Befalls ist jedoch bei keiner Krankheit zu erkennen, eher deuten sich sinkende Werte unter Netz an. Besonders anfällig war 'Wellant', der bei allen Lagerschäden die höchste Anfälligkeit aufwies. Bei Stippe und Gloeosporium minderte das schwarze Netz bei 'Wellant' den Befall.

Fazit

Schwarzes Hagelnetz mindert möglicherweise den Befall mit Stippe. Die Sortenanfälligkeit überwog 2010/11 die Netzwirkung.

2.2.18 Einfluss von Tropfbewässerung auf den Anbau unter Hagelnetz

In der Versuchsanlage in Abblau wurde ab dem 2. Standjahr eine Tropfbewässerungsvariante einbezogen. Die Steuerung erfolgte nach der Auswertung der kontinuierlichen Messung der Saugspannung mit Watermark-Sensoren nach den aktuellen Vorgaben von Pillnitz aus. Die Tropfbewässerung wurde danach bei 40 cbar, ab 4. Standjahr bei 50 cbar eingeschaltet. Während des Versuchszeitraumes traten keine gravierenden Perioden mit Wassermangel auf. Der Bedarf an Wasser überstieg deshalb in keinem Jahr 150 mm. 2010 wurde die Variante Hagelnetz mit Bewässerung aus messtechnischen Gründen beendet.

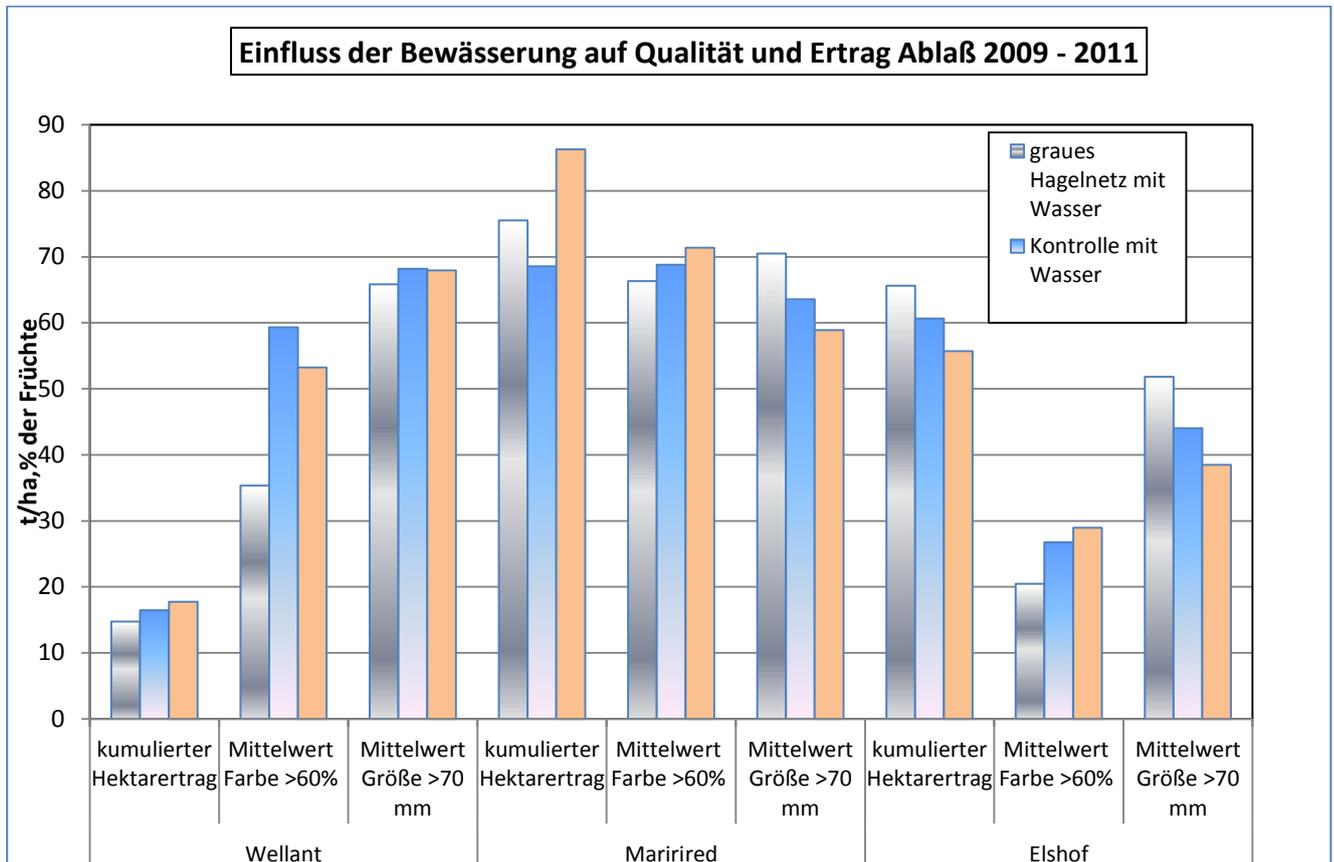


Abbildung 56: Einfluss der Tropfbewässerung auf Ertrag und Fruchtqualität

Die Bewässerung zeigte außerhalb des Hagelnetzes höchstens eine positive Auswirkung auf die Fruchtgröße. Es gelang mit Bewässerung nicht, die Wirkung des Hagelnetzes aufzuheben. Der Einfluss der Einnetzung mit grauem Hagel war größer. Außerhalb des Hagelnetzes reagierte besonders 'Elshof' positiv auf Bewässerung. Es bleibt abzuwarten, wie sich die kommenden Vollertragsjahre auf den Wasserbedarf auswirken.

Fazit

Bewässerung konnte den Einfluss des grauen Hagelnetzes auf die Ertragskomponenten nicht abschwächen.

3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Beginnend mit dem Jahr 2000 wurden in zwei aufeinander aufbauenden Versuchen die Möglichkeiten des Anbaus von Tafeläpfeln unter Hagelnetzen verschiedener Farben unter den Bedingungen der relativ nördlichen geografischen Lage Sachsens untersucht. Zunehmende Hagelhäufigkeit infolge des fortschreitenden Klimawandels macht den Schutz der besonders wertvollen Anlagen notwendig. Wichtigster Beweggrund ist dabei die Ertragssicherheit, um das Angebot an verschiedenen Sorten dauerhaft zu gewährleisten bzw. die Marktpräsenz zu sichern.

Investitionen von 15.000 bis 20.000 € erfordern für die Wirtschaftlichkeit des Anbaus unter Hagelnetz Erträge zwischen 44 und 51 t/ha bei 80 % bzw. 60 % der Früchte in Handelsklasse I. Unter diesem Aspekt wurden die Auswirkungen von schwarzem, grauem und weißem Hagelnetz auf Ertrag und Fruchtqualität untersucht. Bereits im ersten Versuch von 2000 bis 2006 hatte sich gezeigt, dass Hagelnetze zwischen 10 % (weiß) und 25 % (schwarz) des wegen der geografischen Lage ohnehin geringeren Lichtangebots in Sachsen streuen und so für den Baum unwirksam werden lassen. Das hat negative Auswirkung auf die Ausfärbung, der Wuchs wird stärker, lediglich die Fruchtgröße steigt. Das Anbauverfahren muss deshalb an diese Bedingungen angepasst werden. Besonders die angepasste Erziehung der Bäume ist ein wichtiges Instrument, die Lichtverteilung im Baum zu verbessern und damit die negativen Auswirkungen der Beschattung zu mindern. In einem Vorversuch zum zweiten Hagelnetzversuch wurde deshalb von 2006 bis 2008 mit der Ballerina-Erziehung ein angepasstes Erziehungssystem entwickelt, das sich bewährt hat. Im Frühjahr 2008 wurden an den Standorten Pillnitz und Abblau Anlagen mit den Sorten 'Mariri Red', 'Elshof', 'Wellant', 'Evelina' und 'Gala Galaxy', alle auf M9, gepflanzt. Die Anlage in Pillnitz wurde mit schwarzem (4,2 m Firsthöhe) bzw. weißem Hagelnetz (3,2 m Firsthöhe) überspannt. In Abblau wurde graues Hagelnetz mit 4,5 m Firsthöhe gewählt und Parzellen mit Tropfbewässerung eingerichtet. Die umfangreiche Datenerfassung diente der Abklärung der Frage nach den Möglichkeiten, Folgen und Auswirkungen der Einnetzung. Der Versuch umfasste die ersten vier Standjahre der Bäume, das erste Vollertragsjahr war 2011.

3.1 Ergebnisse der Versuche unter sächsischen Verhältnissen

3.1.1 Licht und Mikroklima

- Bei schwarzem Hagelnetz wird etwa 25 % der PAR-Strahlung geschluckt, bei weißem Hagelnetz etwa 12 % und bei grauem Netz etwa 17 %. Im Ausfärbungszeitraum wurde die Strahlung im UVB-Bereich an sonnigen Tagen unter schwarzem Hagelnetz um 30 bis 35 % gemindert.
- Temperaturen über 5 °C waren zwischen 0,3 und 1,2 K kälter als außerhalb. Die Luftfeuchte war unter Hagelnetz vernachlässigbar um maximal 3 % höher.
- Unter schwarzem Hagelnetz in 4,2 m Firsthöhe wurde der Frosteintritt in einer Spätfrostnacht 2012 um zwei Stunden verzögert und um 1,2 K abgeschwächt.
- Der Neigungswinkel des Netzes hat keinen Einfluss auf die Lichtdurchdringung

3.1.2 Wuchs, Ertrag und Qualität

- Unter schwarzem Hagelnetz ist das Kronenvolumen um mindestens 20 % höher, der Wuchs ist verstärkt. Unter weißem Hagelnetz gibt es keine Auswirkung, bei grauem Hagelnetz ist das Bild sortenbedingt stark unterschiedlich. Die Blattfläche der Bäume wurde vorrangig vom Jahreseinfluss bestimmt, schwarzes Hagelnetz förderte den Jahreseffekt. Der Schnittaufwand lag bei angepasstem Schnitt zwischen 50 und 90 h/ha (schwarzes Hagelnetz) und ist kein Argument gegen den Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz.
- Der Ertrag erreicht bei den meisten Sorten im 4. Standjahr 45 bis 50 t/ha. Das schwarze Hagelnetz mindert den Ertrag um 10 %. Beim weißen Hagelnetz tritt bei 'Evelina' ein negativer Effekt ein. Graues Hagelnetz wirkt ähnlich wie schwarzes Netz.
- Bis auf 'Pinova' und 'Evelina' erreichten bei allen Sorten im Mittel der Jahre 80 % der Früchte die für Handelsklasse I geforderten 70 mm Fruchtdurchmesser. Die Fruchtgröße wird von schwarzem und weißem Hagelnetz nicht negativ beeinflusst. Der Einfluss von Kulturführung und Sorten ist dem Netzeinfluss mindestens ebenbürtig.
- Der Fruchtansatz wurde stärker durch die Jahreswitterung und die sortentypische Fruchtungstendenz bestimmt als durch die Einnetzung. Die Wirkung der mechanischen und chemischen Ausdünnung kann sich aber unter Hagelnetz verstärken, solange die zugelassenen Mittel mit der Minderung der Fotosyntheserate verbunden sind (ATS).
- Die Jahreswitterung hat stärkeren Einfluss auf die Berostung als die Hagelnetze.

3.1.3 Betriebswirtschaft

- Es ist möglich, unter Hagelnetz betriebswirtschaftlich erfolgreich zu produzieren. Die notwendigen Hektarerträge in der Handelsklasse I nähern sich den notwendigen Grenzwerten bereits im ersten Vollertragsjahr an oder überstiegen sie ('Mariri Red'). Probleme bereiten 'Wellant' (Ertrag) und 'Pinova'/'Evelina' (Ausfärbung).

3.1.4 Innere Fruchtqualität

- Unter schwarzem Hagelnetz reiften die Äpfel später. Zucker und Säure wurden von der Einnetzung nicht beeinflusst, unter weißem Hagelnetz waren die Äpfel weicher.

3.1.5 Krankheiten in der Anlage und im Lager

- Schwarzes Hagelnetz steigerte den Mehltaubefall. Der Jahreseinfluss und die Sortenanfälligkeit überwogen jedoch.
- Schwarzes Hagelnetz mindert Sonnenbrandschäden um bis zu 50 %.
- Schwarzes Hagelnetz mindert möglicherweise den Befall mit Stippe. Die Sortenanfälligkeit überwog 2010/11 die Netzwirkung.

3.1.6 Anbauversuche

- Bewässerung konnte den Einfluss des grauen Hagelnetzes auf die Ertragskomponenten nicht beeinflussen.
- Im lichtarmen Jahr 2010 minderte das frühe Schließen des Hagelnetzes den Fruchtansatz am zweijährigen Holz tendenziell und verstärkte den Junifall um 14 %. Der Jahreseinfluss bestimmte den Fruchtansatz stärker als das Hagelnetz.

Fazit

Der Anbau unter weißem Hagelnetz ist in Sachsen betriebswirtschaftlich vertretbar, wenn das Anbauverfahren angepasst wird. Unter schwarzem Hagelnetz sind der starke Wuchs und die Qualitätseinbußen durch mangelnde Ausfärbung die größten Probleme. Der Anbau unter dieser Netzfarbe ist deshalb nur bei ausgewählten Sorten und unter Beachtung angepasster Anbaumaßnahmen (Schnitt, Wachsbremmung, moderate Ausdünnung) zu empfehlen. Bei vielen Merkmalen überwiegt der Jahreseinfluss oder der Sorteneinfluss gegenüber der Netzwirkung.

3.2 Anbauempfehlungen

Beim Anbau unter Hagelnetz ergeben sich folgende Vor- und Nachteile.

Tabelle 9: Vor- und Nachteile des Anbaus unter Hagelnetz

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">■ Vermeidung von Schäden an den Bäumen■ Minderung von Sonnenbrandschäden■ etwa 50 % geringere Windstärke■ Verbesserung der Fruchtgröße■ Verminderung der Fraßschäden durch Vögel■ Schutz vor größeren Insekten wie Maikäfer■ bessere Auslastung der Lagereinrichtung■ Sortieraufwand geringer■ Minderung der Alternanzgefahr nach Hagelschäden	<ul style="list-style-type: none">■ Lichtverlust von 10 bis 25 %■ Reifeverzögerung■ verstärkte Berostung■ verstärktes Wachstum (mehr und längere Triebe)■ geringere Ausfärbung■ weniger Zucker■ Verstärkung der Alternanz■ verstärkter Fruchtfall■ Verstärkung von Pilzkrankheiten wie Mehltau
<ul style="list-style-type: none">■ Unabhängigkeit von Versicherungen■ Sicherung der Marktpräsenz■ Sicherung der Ernten	<ul style="list-style-type: none">■ hohe Investitionskosten von 15.000 bis 20.500 €■ jährliche Zusatzkosten von ca. 1.300 €■ Anpassung des Anbauverfahrens■ Auswahl geeigneter Sorten

- Als Netzfarbe können weiße und graue Netze gewählt werden, bei hohen Netzen über 4 m auch schwarzes Netz. Der Neigungswinkel der Netze spielt keine Rolle. Flachnetze bringen jedoch Probleme mit der Belastbarkeit mit sich.
- Als Unterlage kommen M9 oder M27 in Frage. Ist die notwendige Technik vorhanden, bringt der Anbau von hohen Bäumen einen Ertragsvorteil von 50 dt/ha bei gleichem Aufwand und bei gleicher Fruchtqualität.
- Der Schnitt sollte sich schwerpunktmäßig in die Spätsommermonate verlagern und in Etappen erfolgen. Der Anbau unter schwarzem und grauem Hagelnetz ist nur mit Anwendung Wuchs beruhigender Maßnahmen wie Wurzelschnitt möglich. Düngung und Bewässerung müssen der starken Wuchstendenz angepasst werden.
- Bei der notwendigen konsequenten Behangregulierung ist zu beachten, dass ATS und mechanische Ausdünnung die Fotosyntheseleistung mindern und deshalb zu verstärktem Fruchtfall führen können. Die Bestäubung sollte unter Hagelnetz durch Zieräpfel und ausreichenden Besatz mit Insekten besonders gut gesichert werden.

Ein wichtiger Punkt ist die Wahl geeigneter Sorten:

Tabelle 10: Sortenempfehlung für den Anbau unter Hagelnetz (unter Verwendung von Tabelle 7)

Sorte	Eignung für Hagelnetz
Braeburn	weiß
Braeburn Mariri Red	grau
Braeburn Lochbui	nicht
Dalinco	nicht
Diwa	weiß
Elstar, Elshof	grau/schwarz
Elstar Red Elswout	schwarz
Elstar Sonntag	nicht
Evelina	weiß oder grau
Gala Must, Royal, Brookfield, Jugala	schwarz
Gala Mondial	nicht
Golden Delicious	grau
Jonagored, Novajo	grau
Kanzi	weiß oder grau
Mairac	weiß, besser nicht
Pinova	weiß, besser nicht
Red Falstaff	weiß oder grau
Rubens	grau
RubINETTE rosso	schwarz
Rucla	schwarz
Sapora	schwarz
Wellant	weiß

3.3 Schlussfolgerungen

Die vorangegangenen Versuche haben gezeigt, dass noch weitere Ergebnisse gesammelt und verschiedene Anbaubauvarianten getestet werden müssen, um die Aussagen für das Verhalten der Bäume im Vollertrag zu klären. Die Erträge und Qualitäten erreichen bisher die Grenzen der Wirtschaftlichkeit nur knapp. Die Auswirkungen der notwendigen hohen Erträge auf die Alternanz konnten bisher nicht untersucht werden. Bei den Hagelnetzen ist seit 2011 mit dem Verfahren der Einreiheneinnetzung ein völlig neuer Hagelnetztyp auf den Markt gekommen. Das hohe Hagelnetz in Pillnitz und das hohe graue Netz in Ablaß könnten weiter genutzt werden, um in einem Anschlussprojekt das Thema unter Einschluss von Einreiheneinnetzung weiterzuführen.

Literaturverzeichnis

- ANONYM: Neues Hagelschutzsystem. EFM 4(2007), S. 9
- BAAB, G.: Einfluss von Hagelnetzen auf Mikroklima, Wuchsverhalten, Ertrag und Qualität. Obstbau 32(2007),4, S. 186-192
- ANONYM: BBCH-Code, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 2009
- BLANKE, M.: Farbige Hagelnetze: Ihre Netzstruktur sowie Licht- und UV-Durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfelfrüchte. Erwerbs-Obstbau 49(2007), S. 127-139
- GRIESBACH, K.: Entwicklung der Hagelereignisse im Obsthof Borthen, Vortrag 2010
- FUNKE, K., BLANKE, M.: Kann Reflexionsfolie die Lichtverluste durch Netze kompensieren? Erwerbsobstbau 2003, S. 137-143
- INOPOWER: Prospektmaterial 2010
- LINNEMANNSTÖNS, L.: Ertragsreduktion durch den Einsatz von Hagelschutznetzen. Versuche im Deutschen Gartenbau, 2001
- TORGGLOER, B.: Hagelnetzfarben im Vergleich. Obstbau Weinbau Südtirol 45 (2008), S. 13-15
- OLLIG, W.: Hagelnetze: Tendenz weiter steigend. Rhein. Monatsschrift 05/2010, S. 342–345
- OLLIG, W.: Anbau unter Hagelnetz. Rhein. Monatsschrift 1/05, S. 8-11
- OVERBECK, V., KUNZ, A., BLANKE, M.: Was bieten die neuen Hagelnetztypen? EFM 5 (2012), S. 8-9
- PERSÖNLICHE MITTEILUNG: Umfrage anlässlich des Kernobsttages 2012
- SCHÖNE, R.: Evaluierung von Sorten des Tafelapfelanbaus, 2012 (unveröffentlicht)
- STEINBAUER, L.: Schwarzes Netz gegen den Klimawandel. Haidegger Perspektiven 3/2008, S. 7
- THALMEIMER, M., PAOLI, N.: Erste Ergebnisse zu Hagelnetzversuchen Obstbau Weinbau Südtirol 3/2005, S. 82-83
- VLIEGEN-VERSCHURE, A.: Hagelnetze in Nordwesteuropa möglich und notwendig. EFM 5 (2012), S. 11-12
- WIDMER, A.: Beschattung unter schwarzen und weißen Hagelnetzen. Schweiz. Z. Obst -und Weinbau, 17 (2009), S. 8-9
- WIDMER, A.: Apfelanbau unter Hagelnetzen. Obstbau Weinbau Südtirol, 1/2005, S. 6-8
- ZOTH, M.: Tagung Arbeitsgruppe Hagelnetze, 2008, persönliche Mitteilung

Veröffentlichungen und Vorträge der Autorin aus den Ergebnissen der Versuche

- Anbau von Apfel unter Hagelnetz. Hortigate 2008
- Auf dem Weg zum optimalen Baum, Lehr-CD 2009
- Anbau von Pinova unter Hagelnetz. Versuche im deutschen Gartenbau, 2010
- Apfelanbau unter Hagelnetz, Pillnitzer Obstbautage 2007
- Erziehung von hohen Bäumen im Apfelanbau, Pillnitzer Obstbautage 2009
- Apfelanbau unter Hagelnetz, Bodensee Obstbautage 2010

Herausgeber:

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

Autor:

Dr. Margita Handschack
Abteilung Gartenbau/Referat Obst-, Gemüse- und Weinbau

Redaktion:

Dr. Gerald Lattauschke
Abteilung Gartenbau/Referat Obst-, Gemüse- und Weinbau
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-8100
Telefax: +49 351 2612-8200
E-Mail: gerald.lattauschke@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

22.05.2013

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

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

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

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

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