

Reihe KLIMOPASS-Berichte

Projektnr.: 4500308015/23

Geschützte Produktion und nachhaltiger
Süßkirschenanbau im Kontext
von Klimaveränderungen

von

M. Zoth

Finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)

Dezember 2014

KLIMOPASS

– Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
KONTAKT KLIMOPASS	Dr. Kai Höpker, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Tel.:0721/56001465, Kai.Hoepker@lubw.bwl.de
FINANZIERUNG	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)
BEARBEITUNG UND VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT	Michael Zoth Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee Schuhmacherhof 6, 88213 Ravensburg-Bavendorf
BEZUG	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U81-W03-N14
STAND	Dezember 2014, Internetausgabe Dezember 2014

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck für kommerzielle Zwecke - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	Einleitung	Seite	3
1.1	Folien-Schutzsysteme	Seite	5
1.2	Bewässerung	Seite	7
1.3	Anbausituation 2014	Seite	7
1.4	Blüte, Fruchtansatz, ‚Röteln‘ und Ernte	Seite	8
1.5	Messung der Fruchtfleischfestigkeit von Süßkirschen	Seite	10
1.6	Klimadaten und Mess-Sensoren	Seite	11
1.7	Lichtverfügbarkeit und PAR-Messungen	Seite	16
1.8	Düngung und ‚Fruchtansatzsicherung‘	Seite	30
1.9	Finanzen, Ausgabenübersicht	Seite	30
1.10	Zusammenfassung	Seite	31
2.	Anlagen	Seite	32
2.1	Verwendungsnachweis 2013	Seite	32
2.2	Verwendungsnachweis 2014	Seite	33

ABSCHLUSSBERICHT

Geschützte Produktion und nachhaltiger Süßkirschenanbau im Kontext von Klimaveränderungen

Michael Zoth

Das Klimageschehen macht aktuell die Installation von Hagelnetzen und Schutzdachkonstruktionen beim Anbau von Obstkulturen notwendig. Neben Änderungen der Witterungseinflüsse (Niederschlag, Wind, ...) vermindern diese Gewebe und Folieneindeckungen die Lichteinstrahlung und wirken damit auf das Kleinklima der Anbauflächen. Die Wirkungen können vorteilhaft sein (z.B. verminderte Frosteinwirkung, Fruchtqualitätsverbesserung) oder negative Effekte hervorbringen (z.B. weniger Blütenansatz, übermäßiges Triebwachstum). Insbesondere am Beispiel der Süßkirschenproduktion sollen der Einsatz von Schutzfolien hinsichtlich der Anbauvor- und -nachteile im Rahmen dieses einjährigen Projekts untersucht werden. Aktuell - am Ende der Projektlaufzeit - rechtfertigen die im Folgenden beschriebenen Inhalte die Bezeichnung ‚Impuls-Projekt‘, da viele Investitionen, Beschaffungen und Installationen getätigt wurden, die maßgebend als Grundlagen zur Bearbeitung kommender Untersuchungen genutzt werden können. Dies dient als Ausgangspunkt für nachhaltige Arbeiten zum Verständnis ‚Obstanbau und Klimaveränderungen‘.

Im Fokus steht die Erfassung klimatologischer Daten in den Süßkirschenanlagen, die in Beziehung zu physiologischen Reaktionen gesetzt werden können: Wachstum, Lichtaufnahme und ggf. Photosynthese. Zudem werden die Reduzierung von Frosteinwirkungen, verbesserter Blüten- und Fruchtansatz, die Verminderung des Rötelfruchtfalls, die Abwehr der Kirschfruchtfliege, das Vermeiden von geplatzten und geschädigten Früchten sowie die Ertrags- und Qualitätsförderung mit einbezogen.

Als Basis für die genannten Betrachtungen erfolgte die optimale Ausgestaltung der Versuchspartellen mit den aktuell gehandelten Folienabdeckungen, die mit Projektbeginn zugekauft wurden, um alte, beschädigte Folien zu ersetzen (Typ VOEN alt), bzw. die aufgrund der Pflanzung von Junganlagen neu erstellt/adaptiert wurden. Dazu kamen auch Investitionen für die teilautomatisierte Bewässerung der Flächen (Tropfsysteme, Leitungen). Am 7./8. Mai erfolgte eine Dienstreise an die Universität Bonn, an das Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES). Gemeinsam mit Dr. M.M. Blanke wurden die dortigen Süßkirschenversuche zum geschützten Anbau (Produktion im Folientunnel) und zum sog. ‚Chilling-Verhalten‘ der Süßkirschen – also Untersuchungen zum Kältebedürfnis – besichtigt und diskutiert. Wichtig war außerdem der Austausch zu passenden Klimasensoren für die Nutzung in Freilandversuchen.

Auch unter Berücksichtigung der beim Instituts Besuch erhaltenen Informationen wurden Klima-Messeinrichtungen beschafft, damit die Erhebungen von meteorologischen Daten geeignet möglich wurden. Nach Installation der Sensortechnik wurden in drei Messhöhen (50/200/400cm) die Temperaturverläufe, Luftfeuchte sowie die Windgeschwindigkeit aufgezeichnet. Ergänzend wurden erstmalige Erfassungen der PAR-Lichteinstrahlung in Süßkirschenanlagen durchgeführt. Ggf. sind zukünftig Messungen der Fotosyntheseaktivität zu überlegen, falls nützliche Rückschlüsse auf den Pflanzenstoffwechsel zu erhalten wären.

In diesem Zusammenhang wurden auch sog. Fruchtendrometer beschafft. Diese Sensoren sind in der Lage genauestens das Fruchtwachstum und die Größenveränderung – ob positiv oder negativ – eingespannter Früchte aufzuzeichnen. Geplant war die Größenentwicklung von Kirschenfrüchten im oberen Baumkronenbereich zu verfolgen, um Anhaltspunkte zu erhalten, ob ggf. Temperaturerhöhungen – möglicherweise ausgelöst durch die Folienabdeckungen – die Größenzunahme der hoch platzierten Früchte verändert. Leider konnte die Sensortechnik mit den Datenloggern nicht rechtzeitig in erfolgreichen Betrieb gehen. Erst im Herbst wurden Apfelfrüchte mit den Messgeräten erfolgreich auf Größenveränderungen hin gemessen. Zukünftig ist die Messtechnik nun einsetzbar.

Die Schwerpunkte dieses Projekt-Abschlussberichtes machen wegen der einjährigen Projektlaufzeit und aufgrund des hohen Investitionsanteils seitens der Projektfinanzierung, dessen Gelder zur Anschaffungen technischer Systeme zur Erfassung meteorologischer Messdaten eingesetzt wurden, die folgenden zwei Teilaspekte aus:

A: 1.6 Klimadaten und Mess-Sensoren

Dargestellt werden die ersten Ergebnisse der GP2-Datenlogger, die aus Projektmitteln finanziert wurden. Betrachtet werden die Temperatur-Entwicklungen unterhalb der mit Regenschutzfolien überdachten Süßkirschenanlagen

B: Der Projekt-Teilbericht: 1.7 Lichtverfügbarkeit in abgedeckten Süßkirschen

Dargestellt werden die Resultate zur Lichtverfügbarkeit unterhalb von Schutzfoliensystemen, die mit einem mobilen PAR-Messgerät auf verschiedenen Süßkirschenflächen im Gebiet Bodensee erhoben wurden.

Darstellung der Aktivitäten im Rahmen des Vorhabens

Sofort mit Projektstart wurden die notwendigen verfügbaren Materialien zur Schutzabdeckung in Kirsch- und Steinobstkulturen beschafft. Das dachartige Folienschutzsystem der Fa. VOEN (Berg-Aichach; Abb. 1+2) kann damit der flachen BAYWA Trampolin-Folienabdeckung (Abb. 3) gegenübergestellt werden. Über die Fa. UP-GmbH (Cottbus) wurden etappenweise vier GP-2 Datenlogger (Abb. 4) mit der passenden Sensortechnik beschafft, um die geplanten Klimadaten aufzeichnen zu können.



Abb. 1: Aufbau VOEN Folien-Lappen-Dach



Abb. 2: VOEN-Dach über Süßkirschen 'Kordia'.

1.1 Folien-Schutzsysteme

Der Aufbau und Ersatz der neubeschafften Folienbahnen erfolgte erst sehr spät in der letzten Dekade im Mai 2014. Ausschlaggebend hierfür waren das allgemein sehr frühe Austreiben der Obstgehölze und deren extrem frühe Blüte. Die Erledigung der Winterschnittarbeiten wurde durch die erzwungene frühzeitige Aufnahme der Pflanzenschutz-, und Pflegearbeiten sowie der Düngerausbringung gestört und verschob sich bis teils nach der Blüte: Steinobst 1. April-Hälfte; Kernobst 2. April-Hälfte



Abb. 3: BAYWA Trampolin-Folienabdeckung



Abb. 4: GP-2 Datalogger (Klima-Daten).

Mit **Schutzsystemen** abgedeckt wurden drei Süßkirschen-Parzellen:

- | | | |
|--------------------|-----------------------------|--|
| A Qu 09.30: | <u>Fläche:</u> 0,3 ha | <u>Sorten:</u> Kordia, Oktavia, Regina, Lapins, Hudson |
| | <u>Pflanzung:</u> 2006/2013 | <u>Unterlagen:</u> Colt, GiSelA5, PiKu1, Prunus avium |
| | <u>Überdachung:</u> | VOEN-System; seitl. Komplett-Einnetzung (2014) |
| | <u>Bewässerung:</u> | erneuert 2014 |
| | <u>Themen:</u> | Erziehungsform, Ertrag, Behangregulierung, Fruchtgröße, Qualität, masch. Schnitt+Ernte |
| B Qu 01.12: | <u>Fläche:</u> 0,3 ha | <u>Sorten:</u> Georgia, Oktavia, Regina, Sweetheart |
| | <u>Pflanzung:</u> 2009 | <u>Unterlagen:</u> Ahrensburg 318/17, GiSelA5, PiKu1 |
| | <u>Überdachung:</u> | BayWa-System; seitl. Kompletteinnetzung (2011) |
| | <u>Bewässerung:</u> | erneuert 2014 |
| | <u>Themen:</u> | Variabel, Unterlage, Ertrag, Behangregulierung, Fruchtgröße, Qualität, Sortiment |
| C Qu 01.11: | <u>Fläche:</u> 0,2 ha | <u>Sorten:</u> Sortimente, Kordia, Regina, Satin |
| | <u>Pflanzung:</u> 2012 | <u>Unterlagen:</u> GiSelA5 |
| | <u>Überdachung:</u> | VOEN-System; seitl. Komplett-Einnetzung (2014) |
| | <u>Bewässerung:</u> | neu 2014 |
| | <u>Themen:</u> | Sortimentsprüfung, Ertrag, Fruchtgröße, Qualität, Blatt- und Bodendüngung |

Zusätzlich wurde aus den Projektgeldern Schutzfolienmaterial für **erste testweise Süßkirschen- und Zwetschgen-Einzelreihenabdeckungen** finanziert. Das Material wurde als Demonstrationsanlage aufgebaut (s. Abb. 5+6), nachdem es über den Sommer 2014 in der süddeutschen Obstproduktion (v.a. Beeren- und Steinobst) zu einem dramatischen Populationsaufbau der Kirschessigfliege (*Drosophyla suzukii*) mit Ertragsverlusten kam und besorgte Produzenten nach Lösungs- und Schutzmöglichkeiten anfragten.



Abb. 5: VOEN-Einzelreihen-Schutzabdeckung (Qu 19)



Abb. 6: VOEN-Schutzdach, Netze seitlich hochgerollt

1.2 Bewässerung

Im ersten Halbjahr 2014 hat der Standort Bavendorf ein Defizit in der Wasserversorgung von etwa -40% weniger Niederschlag zum Mittel der Jahre (Abb. 9). Speziell der Monat Mai war sehr trocken (48% der mittleren NS-Menge) und das eigene Wasserspeicherbecken unzureichend gefüllt. Gleichzeitig wurden Instandsetzungsarbeiten am Ringleitungssystem durchgeführt. In den Steinobst- und Süßkirschenflächen (A+B+C) waren danach alte Tropfbewässerungen und Leitungen verstopft und mussten ersetzt werden. Die Materialien wurden auf Projektkosten von einem regionalen Spezialunternehmen (Beregnungsanlagen R. KATHAN) beschafft und in Eigenleistung installiert (Abb. 7+8).



Abb. 7: Wasser-Zuleitung mit Ventil und Filter

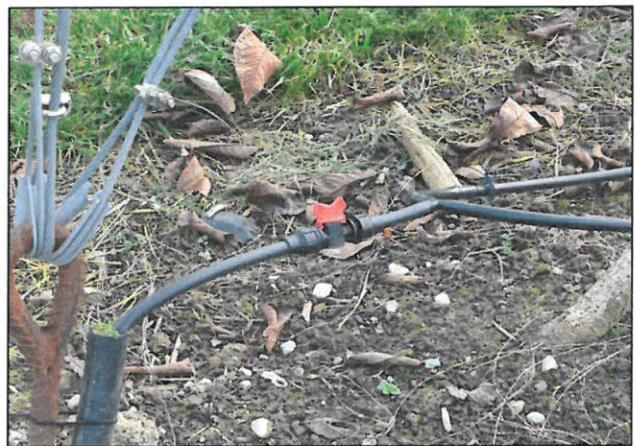


Abb. 8: Absperrventil an Tropferschlauch-Doppelstrang

Eine im Gartenbau übliche, wassersparende Bewässerungsform ist das Verlegen von druckkompensierten PE-Tropfschläuchen. Die unterirdisch verlegten Zuleitungen werden mit Abzweigen ausgestattet und die zu bewässernden Parzellen mit Absperrventilen, Druckminderern und Filterelementen ausgeschlossen. Danach folgen pro Baumreihe je zwei seitlich der Stämme verlaufende Tropferschläuche (ca. 100cm Tropferabstand), die im Bewässerungsfall 2l Wasservolumen pro Tropfer und Stunde abgeben. Etwa alle 2-3 Tage wird für ca. 2-4 Stunden die Wasserzufuhr aktiviert. Eine gleichmäßige, genügende Wasserversorgung während der letzten 3-4 Wochen Fruchtreife ist entscheidend für den Ernteertrag und die Fruchtgrößenentwicklung als ein Hauptmerkmal der Fruchtqualität.

1.3 Anbausituation 2014

Die erste Hälfte des Projektzeitraums und das Anbaujahr 2014 war von einem milden (fehlenden) Winter und geringen Niederschlagsmengen bis zum Monatsende Juni 2014 gekennzeichnet (Abb. 9). Die frühe Erwärmung im Februar und März führten zu dem extrem vorzeitigen Knospenaufbruch und Austrieb Mitte März und der frühesten je aufgezeichneten Steinobstblüte der Region Bodensee in der ersten Aprildekade.

Damit begann die Pflanzenschutz- und Düngerausbringung parallel zum Winterschnitt und den Pflanzarbeiten, was ein insgesamt nur mühsam zu bewältigendes Arbeitspaket darstellte. Einige Düngergaben, Pflanzungen und Schnitarbeiten konnten aus diesem Gründen teils nur verspätet erledigt werden, genauso wie die Instandsetzung der Bewässerungssysteme und das Auflegen von Hagelschutznetzen und Folienschutzsystemen. Die Folien wurden erst nach dem 20. Mai installiert und die seitlichen Vogel- und Fruchtfliegen-Schutznetze sogar erst nach Beginn des Monats Juni fixiert. Zum Juni konnte – nach vielen Problemen – die Tropfbewässerung in Betrieb gehen und die angespannte Lage fehlender Wasserversorgung war damit endlich vorüber.

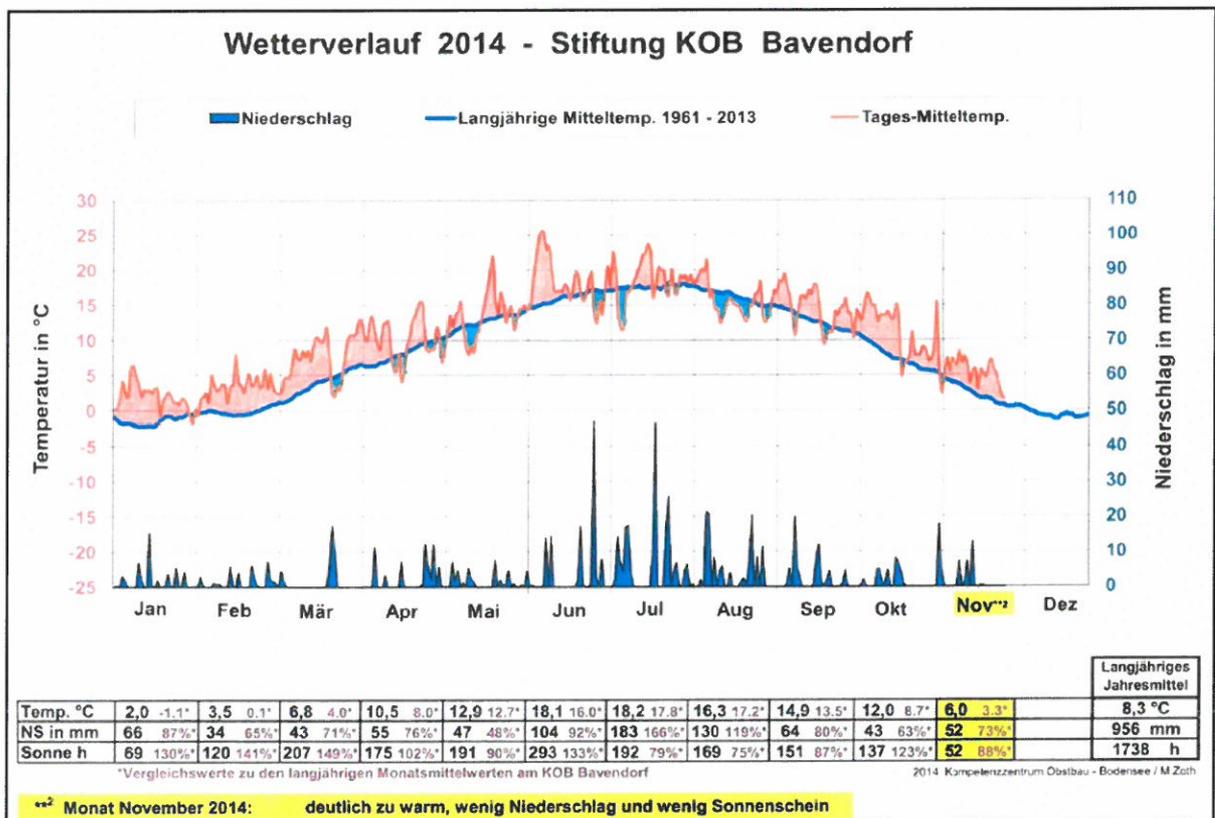


Abb. 9: Wetterverlauf 2014 – KOB Versuchsstandort Bavendorf

1.4 Blüte, Fruchtansatz, ‚Röteln‘ und Ernte

Der Beginn der Steinobstblüte in der regional mittelspäten Lage war Anfang April von trockenem, warmen Temperaturen geprägt, unterbrochen von wenigen regnerischen Momenten mit zwei leichten Frostnächten Mitte des Monats. Die Blüte zog sich lange hin bis in die dritte Aprildekade. Es kam zu keinen Frostschäden an den Blütenorganen.

Die Blühintensität, also die Anzahl vorhandene Bukettknospen mit ihren vielen einzelnen Blüten, war sehr groß. Viele Steinobstsorten zeigten im Frühjahr 2014 eine hohe Blütenzahl und die aufgrund des optimalen Blühwetters und wegen der langen Blütezeit guten Befruchtungsbedingungen ergaben einen extrem hohen Fruchtansatz.

Der Nachblüte-Fruchtfall und die spätere zweite Fruchtfallperiode, das sog. ‚Röteln‘ waren erkennbar bis teils (sehr) stark ausgeprägt. Trotzdem war der verbleibende Fruchtbehang außergewöhnlich hoch und dies einhergehend mit dem deutlichem Niederschlagsdefizit. Bis zum Beginn der Bewässerungsphase (2-4 Wochen vor der Ernte) waren die Fruchtgrößen unzureichend. Die Größenzunahme nach den Wassergaben war teils (sehr) beachtlich, jedoch oft ergaben sich bei bis zu 50% aller geernteten Früchte Größenkaliber < 28mm, also keine HKI 1 Qualitätsfrüchte.

Trotz der frühen Blüte Anfang April kam die Frühsorte *Burlat* erst zum Monatswechsel Mai/Juni zur Erntereife. Anschließend erfolgte die gestaffelte Ernte der Süßkirschenprüfsorten *Christina*, *Folfer* und *Sabrina* (früh reifend); weiter *Early Korvic/ Korvic*, *Carmen*, *Satin*, *Kordia* und *Satin* (mittelfrüh) sowie *Paulus*, *Areko (=Hamid)*, *Tamara*, *Regina* und *Fertard* (mittel-spät) in je zwei Pflückdurchgängen.

Tab. 1: Übersicht über Süßkirschensorten in den Versuchsanlagen

Schnittversuch	Unterlagenversuch	Bundessortenversuch
Kordia	Giorgia	Burlat
Regina	Kordia	Christiana
Oktavia	Sweetheart	Sabrina
Hudson	Regina	Folfer
Lapins	Oktavia	Carmen
		Tamara
		Korvic
		Early Korvic
		Satin
		Areko (ehem. Ahrensburg 92/31-22)
		Paulus
		Regina
		Fertard

Auch die weiteren Produktionssorten (siehe A+B+C), namentlich *Giorgia*, *Oktavia*, *Regina*, *Lapins*, *Hudson* und *Sweetheart* wurden in 2-3 Pflückdurchgängen abgeerntet. Die sehr spät reifende Sorte *Sweetheart* wurde noch Ende Juli 2014 gepflückt, was die lange Reifeabfolge über mind. 8 Kirschenreifewochen dokumentiert. Aufgrund der hohen Fruchtbehänge erforderten die Pflück- und Sortierarbeiten einen sehr hohen zeitlichen Arbeitseinsatz. Erleichtert wurden die Erntearbeiten durch den Einsatz von moderner Erntetechnik in Form von selbstfahrenden Plattformen (Abb. 10) und der im Rahmen des Projektes finanzierten *ATI PICCOLO Klein-Hubarbeitsbühne* (Abb. 11). Diese Hilfsgeräte werden für den modernen intensiven Steinobstanbau fast unverzichtbar, weil damit die Arbeiten in der Höhe (Schließen + Öffnen der Schutzbahnen, Schnitt- und Pflegearbeiten, Ernte/ Vorsortierung,...) sicher, effizient und schnell erledigt werden können.



Abb. 10: Neue ATI Piccolo - Kleinarbeitsbühne



Abb. 11: AMBRA – Selbstfahrende Hubarbeitsbühne

Neben der Baum- und Flächenertragsleistung wurden für die geernteten Kirschsornten die Fruchtgrößen, das 100-Fruchtgewicht und die Fruchtfleischfestigkeit mittels des ART FIRMTECH-Messsystems (Abb. 13) ermittelt. Das am KOB vorhandene, in die Jahre gekommene ART-Messsystem wurde aus Investitionsmitteln dieses Projektes erneuert und durch ein modernes, auf Windows 7 basierendes Fruitsoft FIRMTECH3-Steuerungssystem ersetzt. Daneben wurden die Süßkirschsorntimente einer visuellen und geschmacklichen Prüfung unterzogen. Insgesamt war die geschmackliche Qualität 2014 eher durchschnittlich, was mit dem hohen Fruchtbehang zu erklären ist.

1.5 Messung der Fruchtfleischfestigkeit von Süßkirschen

Das Gerät ART-FirmTech besitzt mehrere runde Metallplatten mit Einsenkungen für 12 oder 25 Früchte, auf die die Kirschen, etc. gelegt werden (Abb. 12+13). Über der Frucht befindet sich ein Stempel aus Metall, der bei der Messung nach unten geschoben wird und dabei die Festigkeit als Viskosität in g/mm^2 sowie den Fruchtdurchmesser misst. Durch einen elektrischen Antrieb wird die Platte nach jeder Messung um eine Frucht weitergedreht und alle Früchte einer Fruchtprobe werden nacheinander gemessen. Im Anschluss zeigt der Rechner die gemessenen Werte an und speichert ab.

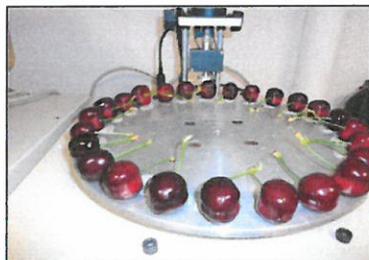


Abb. 12: ART-Firmtech Drehteller mit 25 Kirschen



Abb. 13: FruitSoft ART-Firmtech Messsystem

Die auf Festigkeit untersuchten Süßkirschenproben zeigten durchaus Sortenunterschiede auf, die jedoch in keinem Zusammenhang mit den Abdeckungs- und Schutzsystemen erkennen ließen. Entscheidend war die Fruchtgröße der untersuchten Ernteprobe, die mit den Wassergaben über die Tropfschläuche korreliert waren: 1. Regelmäßige Wassergabe verbesserte die Süßkirschen-Fruchtkaliber. 2. Größere Kirschenkaliber wiesen eine geringere Fruchtfleischfestigkeit auf, waren also etwas weicher als kleinere Früchte. Die Untersuchungen zur Fruchtfleischfestigkeit werden zukünftig fortgesetzt werden.

1.6 Klimadaten und Mess-Sensoren

Nach dem Aufbau der Folienschutzabdeckungen nebst seitlich vertikaler Einnetzung zu Ende Mai war der Folgemonat Juni von einer heißen ersten Monatshälfte und einer zweiten kühlen, regnerischen Hälfte gekennzeichnet. Ab diesem Zeitraum wurden erstmals am KOB Klimadaten unter Süßkirschen-Schutzfolien erhoben. Dies war einzig aufgrund der Investitionsmittel dieses Programms möglich, die eine Beschaffung von zuerst zwei GP2 Dataloggern mit Sensoren erlaubten.

Die GP2-Logger sind eine moderne, neue Logger-Generation die auf dem hohen Niveau der zuvor genutzten DELTA-T Geräte (Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK) arbeiten, jedoch preislich deutlich günstiger vertrieben werden.



Abb. 12: GP2-Logger-Aufbau im VOEN Bestand



Abb. 13: GP2-Logger-Aufbau im BAYWA Bestand

Jeweils unter dem VOEN- sowie BayWa-Schutzdach (Abb. 12+13) wurden die ersten Datalogger installiert, die mit Temperatur-, Luftfeuchte- und Windmessern bestückt waren. In drei Messhöhen innerhalb der Baumkrone (50/200/400cm Höhe) wurden Temperatur und Luftfeuchte - zwei wichtige Kenngrößen für Stoffwechselforgänge (Fruchtwachstum und Qualität) oder die Krankheits-/Schädlingsentwicklung – aufgezeichnet und zudem je sechs Temperaturfühler im Pflanzenbestand an Blättern fixiert.

Der Messtakt betrug beständig 10-Minuten. Die Daten können über die Temperaturentwicklung und mögliche Gradienten unterhalb der Schutzsysteme Aufschluss geben und erlauben ggf. Rückschlüsse auf Pflanzen- oder Fruchtentwicklungen bei unterschiedlich temperierter Umgebung. Später wurden nochmals zwei zusätzliche GP2 Logger für Klimabetrachtungen unterhalb von Schutznetz-Systemen (Stein-/Kernobst) erworben, die in Zukunft wichtige Erkenntnisse zum nachhaltigen Obstanbau erwarten lassen.

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die Darstellung der Temperaturverläufe über den Zeitraum der beiden Monate Juni und Juli 2014 auf, wie er mit den Messaufbauten in den beiden Süßkirschen-Anlagen Qu-01.11 = VOEN-System (Abb.14) und Qu-01.12 = BAYWA-System (Abb. 15) aufgezeichnet werden konnte. Beide GP2-Systeme arbeiteten stabil und fehlerfrei, so dass deren Beschaffung aufgrund der Betriebssicherheit klar gerechtfertigt werden kann, denn am KOB sind bei anderen Systemen durchaus Ausfälle oder Defekte bekannt. Einige Schwierigkeiten gab es mit der Fixierung der feinen Temperaturfühlerspitzen an den Blattspreiten. Wurde Klebeband oder Haftmasse verwendet fielen die Sensoren ggf. ab und mussten somit auf ihren Sitz kontrolliert werden.

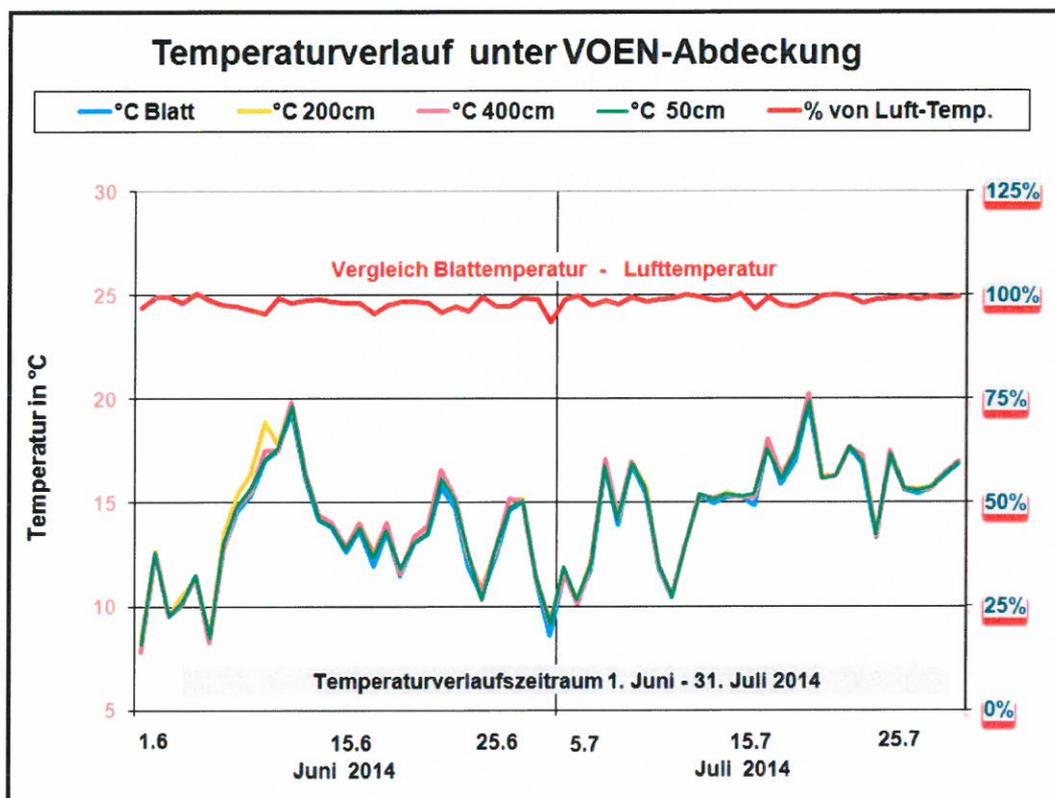


Abb. 14: Temperatur-Messverlauf von 1.6. bis 31.7. 2014 unter VOEN-Folienabdeckung (junge Bäume).

Die beiden Monate Juni und Juli 2014 umfassen die Zeit der geschützten Süßkirschenproduktion. Ab dem Umfärben der Früchte von grünlich zu gelb-rötlich beginnt die Vorerntephase und die Sensibilität der Früchte auf Niederschläge, die zum Platzen der Kirschen führen können. Über die folgenden 4-8 Wochen werden die Folien aufgespannt und die klimatischen Unterschiede können betrachtet werden. Im Anschluss an die Ernte rollt man die Folien am Firstdraht ein, bzw. nimmt sie ab und lagert sie sicher ein. In dieser Zeitspanne fanden die Messungen der Klimadaten statt.

In Abb. 14 sind unterhalb der VOEN-Folie während der zwei Monate kaum Temperaturabweichungen zwischen den drei Messhöhen (50cm Höhe= Linie grün; 200cm Höhe= Linie orange; 400cm Höhe= Linie magenta) und der gemittelten Blatttemperatur (=°C-Blatt, Linie blau) zu erkennen, denn die Linien überlagern sich. Das ist etwas überraschend, weil ein klarer Erwärmungseffekt durch die Folienabdeckung, insbesondere in der Höhe von 400cm erwartet wurde. Die obere rote Linie= % von Luft-Temp stellt die geringe Temperaturabweichung der gemittelten sechs Blatt-Temperaturfühler im Vergleich zur Umgebungs-Lufttemperatur dar. Die Linie pendelt zumeist zwischen 97-100% vergleichbarer Temperatur. Es scheint kaum unterschiedliche Wärmeeffekte zu geben, mit Ausnahme einzelner Tage (z.B. 10.6.2014; siehe Abb. 15).

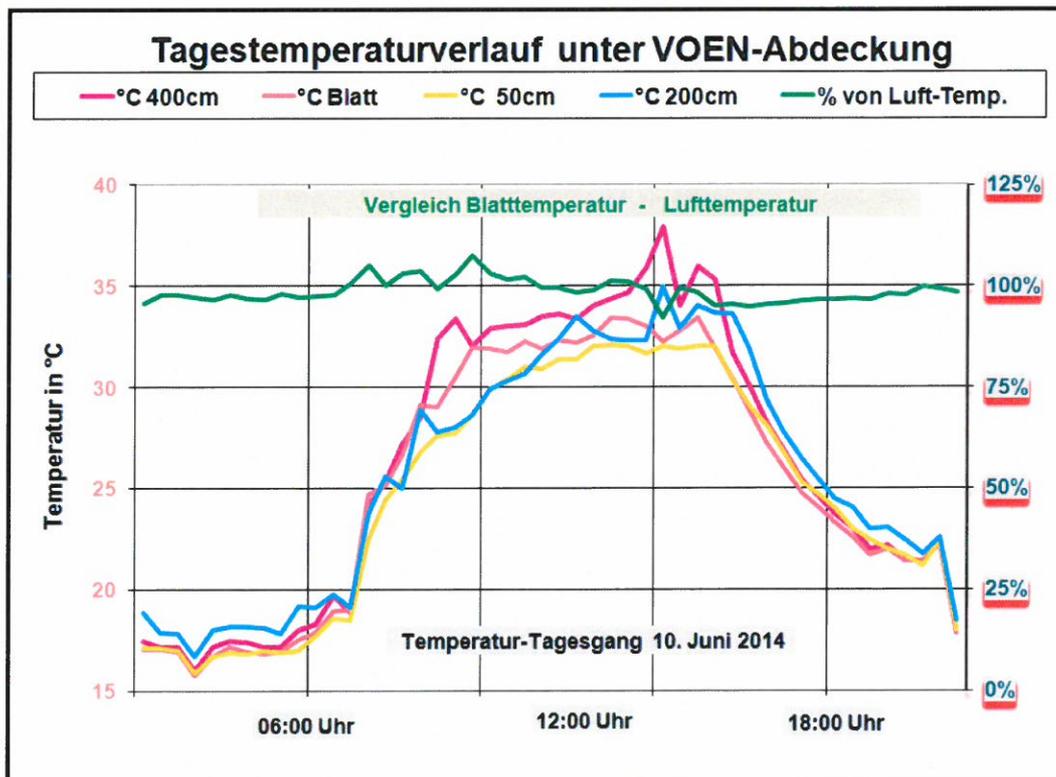


Abb. 15: Tagestemperatur-Messverlauf vom 10.6. 2014 unter VOEN-Folienabdeckung (junger Bestand).

Der Tages-Temperaturgang am 10.06.2014 (Abb15.) macht den zu erwartenden Effekt der höheren Lufttemperatur im oberen Höhenbereich (400cm =Linie magenta) eindeutig ersichtlich. Der Gradient über die Messhöhe – oben 400cm (magenta) > mittig 200cm (blau) > unten 50cm (Orange) ist offenkundig. Zu beachten ist jedoch das junge Baumalter und die fehlende Größe in deren Baumentwicklung. Die maximale Baumhöhe liegt etwa bei 2,80m Höhe. Die Temperatur auf 400cm Höhe beeinflusst diese Bäume noch sehr gering. Die grüne Vergleichskurve oben der mittleren Blatt- zur Lufttemperatur (Linie grün ~100%) veranschaulicht die Blatterwärmung vormittags (> 100%) aufgrund der zunehmenden Sonneneinstrahlung auf die Blattoberfläche und den während der heißen Nachmittagsstunden zu vermutenden Transpirationskühlungseffekt (< 100%) der Blattorgane (°C-Blatt =Linie rot).

Der zweimonatige Temperaturverlauf unter der BAYWA-Abdeckung (Abb. 16) zeigt ebenfalls nur minimale Abweichungen und Überlagerungen der Temperaturkurven in den drei Messhöhen auf. Die Unterschiede sind geringer im Vergleich mit den Messungen unter VOEN-Folie. Sehr wahrscheinlich wirken die ausgewachsenen Bäume in einem Kirschen-Vollertrags-bestand ausgleichend auf die Temperaturverhältnisse. Der Vergleich mittlere Blatt- zu Lufttemperatur ergibt fast keine Unterschiede.

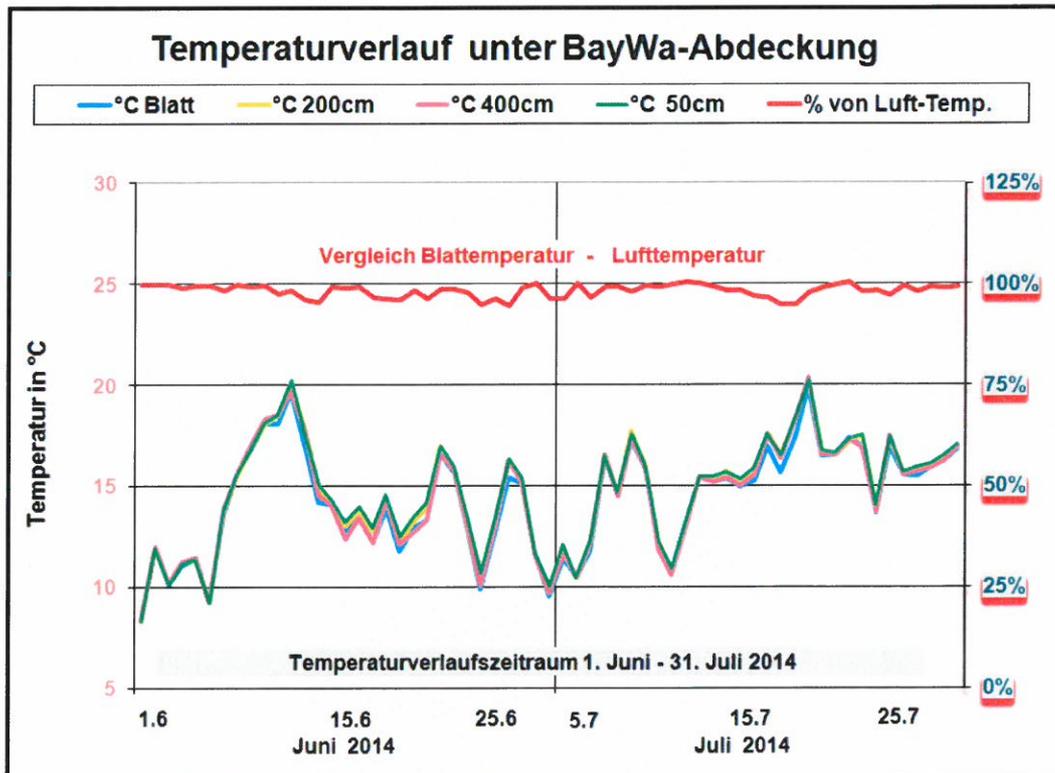


Abb. 16: Temperatur-Messverlauf von 1.6. bis 31.7. 2014 unter BAYWA-Folienabdeckung (Altbestand).

Der Tages-Temperaturgang unter dem BAYWA-Dach am 12.06.2014 (Abb17.) zeigt jedoch die um etwa 3°C höhere Lufttemperatur im oberen Höhenbereich (400cm =Linie magenta) auf. Der Gradient über die Messhöhe – oben 400cm (magenta) > mittig 200cm (blau) > unten 50cm (Orange) ist damit belegt und dies im geschlossenen Baum- und Laubwerkbestand. Die rote Verlaufsline der Blatttemperatur (°C-Blatt =Linie rot) verläuft – wohl wegen kühlender Transpirationseffekte – mehr unterhalb der Lufttemperaturen

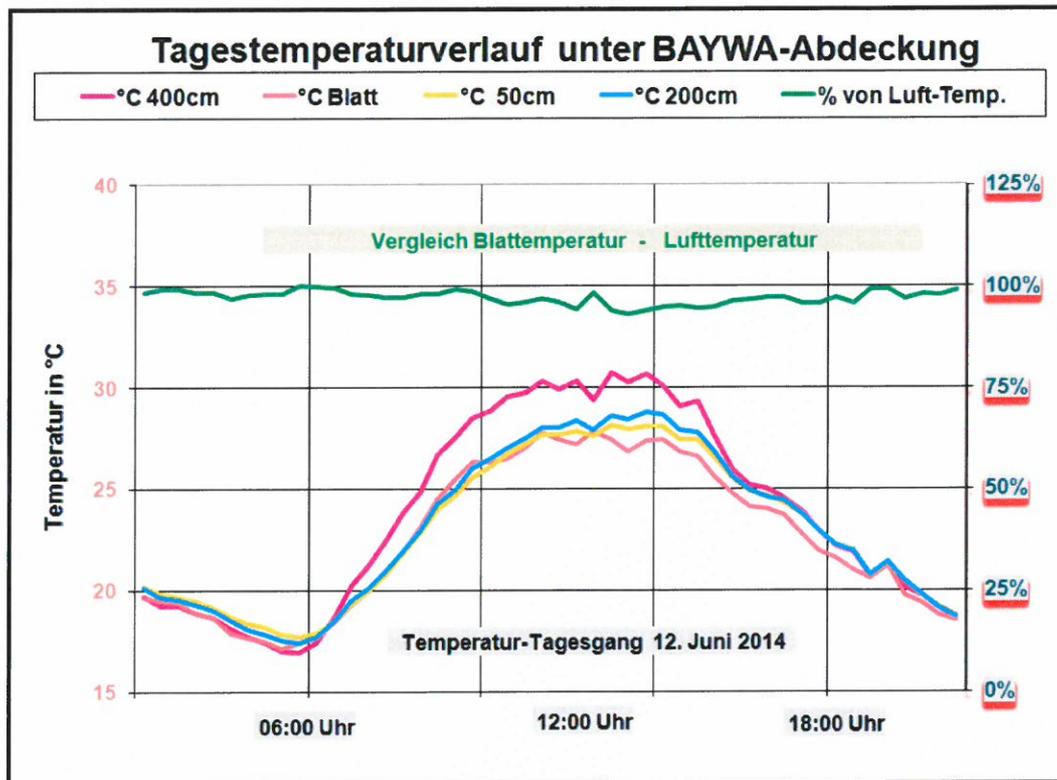


Abb. 17: Tagestemperatur-Messverlauf vom 12.6. 2014 unter VOEN-Folienabdeckung (Altbestand).

Weitere Untersuchungen werden nötig sein, damit mehr Erkenntnisse zu den klimatischen Einflüssen gefunden werden können: z.B. Messungen der Fruchttemperatur, Fruchtqualität, etc.

Die Messergebnisse zur Luftfeuchtigkeit in den beiden Versuchsflächen BAYWA und VOEN auf den drei Höhenniveaus haben bislang keine Unterschiede erkennen lassen, ebenso wie die Resultate betreffend der gemessenen Windgeschwindigkeiten (nicht dargestellt).

1.7 Lichtverfügbarkeit und PAR-Messungen

Die Beobachtung von Belichtungsverhältnissen unter Hageleinnetzungen wird im Apfelanbau schon einige Jahre durchgeführt. Mittels fest installierter PAR-Strahlungssensoren an Dataloggern ergibt sich dann ein ‚Langzeitbild‘. Die Beschaffung und erste Testphase von stationären Klimadaten- und PAR-Messsensoren in den Steinobstkulturen am KOB konnte mit den finanziellen Mitteln dieses Projektes (Investitionen) in der zweiten Hälfte des Projektzeitraums erstmals verwirklicht werden. Zukünftig können damit Daten über längere Zeitspannen erhoben und nachhaltig untersucht werden.

Daneben sind am KOB mobile PAR-Strahlungsmessgeräte vorhanden (AccuPAR LP-80; Decagon USA), die im Rahmen dieses einjährigen Forschungsauftrages unterhalb der Folienschutzsysteme zum Einsatz kamen. Die mobilen PAR-Messungen erlaubten eine Betrachtung der Verfügbarkeit fotosynthetisch aktiver Lichtanteile (=PAR) für die Kirschanbauflächen unterhalb der Folien. Der Folienschattiereffekt, bzw. konträr der Lichtdurchgang der Foliensysteme wird vergleichbar

Im Folgenden wird der Teil 1.7 - Lichtverfügbarkeit und PAR-Messungen – im Projekt-Abschlussbericht mit dem Projekt-Teilbericht ‚Lichtverfügbarkeit in abgedeckten Süßkirschenanlagen – Stiftung KOB, Ravensburg-Bavendorf‘ erläutert (**siehe nachfolgende Seiten 17 - 29**).



Teil-Projekt:

1.7 Lichtverfügbarkeit in abgedeckten Süßkirschen

1 Einleitung

Seit einigen Jahren werden intensiv bewirtschaftete Süßkirschenanlagen mit Schutzfolien gegen Regen abgedeckt, damit heranreifende Früchte nach dem Farbumschlag von gelb auf rot nicht - bzw. weniger umfangreich - Platzen. Diese Schutzabdeckung funktioniert gut, indem im Falle von anhaltendem Niederschlag die Wasseraufnahme der Früchte über die Fruchtschale (osmotische Effekte) verhindert wird, das Fruchtgewebe nicht ‚aufquellen‘ kann und damit das Aufplatzen der Fruchtschale ausbleibt. Wirtschaftlich empfindliche Verluste werden damit vermieden.

Zur Abdeckung werden Polyethylen-Folien (PE-Folien) eingesetzt, die mit Hilfe standfester und statisch stabiler Gerüst-Draht-Unterkonstruktionen über die Baumanlagen gespannt werden. Mehrere Hersteller bieten derartige Systemlösungen an. Neben der BAYWA AG München ist das Unternehmen Reinhard Vöhringer in Berg-Aichach ein bedeutender Anbieter, das mit seinem VOEN-Schutzdach einen Innovationspreis erringen konnte. Das VOEN-System fixiert mehrere schmale (ca. 60cm), einseitig vernähte PE-Folienbahnen auf einem Hagelnetz-Trägergewebe und kombiniert damit den Regen- und Hagelschutz mit weitgehender Winddurchlässigkeit aufgrund der beweglichen Folienlappen.

Folienabdeckungen oder Hagelnetze ergeben Schattier-Effekte für die darunter befindlichen Bäume, die beim VOEN-System wegen der zwei Lagen - Foliengewebe fixiert auf Hagelnetz – ggf. höher als im Vergleich zu Mitbewerbern sind. Um die Belichtungsverhältnisse unter dem Schutzsystem bewerten zu können wurden während dem August 2014 – im Rahmen des Projekts ‚Geschützte Produktion und nachhaltiger Süßkirschenanbau im Kontext von Klimaveränderungen‘ - PAR-Einstrahlungsmessungen in verschiedenen, mit dem VOEN-System sowie BAYWA-System überdeckten Süßkirschenanlagen durchgeführt.

2 Lichtmessungen unter Kirschenüberdachungen

Die Einstrahlungsmessung erfolgt mittels Sensoren, die den sichtbaren Lichtwellenlängenbereich zwischen ca. 380-730 nm – auch die sog. **P**hotosynthetisch **A**ktive Strahlung (**R**), kurz **PAR** genannt – messen können.

Das System zur Messung der PAR besteht aus zwei Komponenten. Einem Außensensor, der außerhalb des Netzes auf Höhe des Dachfirsts platziert wird und einem 80 cm langen Sensorstab, mit dem die PAR unter dem Netz gemessen wird. Außensensor und Sensorstab sind mit einem Kabel miteinander verbunden. Über das Verhältnis der Werte lässt sich dann der Einfluss des Netzes auf die PAR feststellen.

Direkt über der Fahrgasse befindet sich der Öffnungsschlitz des Netzes. Für die Messung wird zuerst der Außensensor mit Hilfe einer Latte durch den Öffnungsschlitz des Netzes geschoben und auf einer Höhe von 4,50 m (normale Firsthöhe) befestigt.

Bevor eine dauerhafte Messung mit dem Sensorstab beginnt, werden drei Referenzmessungen in unterschiedlichen Positionen und Höhen durchgeführt. Dabei wird außerhalb des Netzes, in der Fahrgasse sowie unter einem Baum gemessen. Jede Referenzmessung findet in den Höhen 2 m, 1 m und 0,30 m statt. Das Gerät wird mit Hilfe einer Wasserwaage (Libelle) waagrecht gehalten und die Messung wird über einen Knopfdruck durchgeführt.

Nach den Referenzmessungen wird das Gerät unter dem Netz in 30 cm Höhe so angebracht, dass es zur Hälfte in der Fahrgasse und zur anderen Hälfte unter einem Baum liegt. Es muss mittels der Wasserwaage (Libelle) justiert werden und im Menü die Dauermessung ausgewählt werden. Die Messung erfolgt nun über mehrere Stunden, um die Lichtverhältnisse bei verschiedenen Einstrahlwinkeln der Sonne vergleichen zu können.



Abb. 1: AccuPAR LP-80 der Firma Decagon

3 Ausgewählte Süßkirschenanlagen

Eine Serie von Messungen wurde in drei Süßkirschenanlagen durchgeführt, die sich auf dem Gelände des Versuchsbetriebs der Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) in Ravensburg-Bavendorf befinden und mit Folien abgedeckt sind. Darüber hinaus wurden in vier außerhalb liegenden Flächen Daten erhoben. Diese bilden die externe Messgruppe.



Abb. 2+3: PAR-Messungen im Feld - Top-Sensor auf Latte oben und Sensorstab

Tab. 1: Messgruppe 1 - KOB

Feld/ Termin	Kultur	Pflanzung	System/ Alter	Baumhöhe [H] Kronenbreite [B]	Kronenwuchs/ Belaubung
Q-0930 14.7.14	Süßkirschen auf div. Unter- lagen (Colt, PiKu1, G5,...)	2006 3,9 x2,0 m	VOEN 5 Jahre	H: ca. 370cm B: ca. 180-250cm	medium bis dicht
Q-0112 15.7.14	Süßkirschen auf Unterlagen PiKu1, G5, Ahrensburg	2009 4,5 x2,5 m	BAYWA ~ 10 Jahre	H: ca. 340cm B: ca. 200-280cm	(medium bis) sehr dicht
Q-0111 15.7.14	SüKi-Sortiment auf Unter- lage GiSelA5	2012 3,5 x2,7 m	VOEN ~ 2 Jahre	H: ca. 240cm B: ca. 100-180cm	locker
Q-5220 Eschau 24.7.14	BIO-Apfel Topaz auf Unter- lage M9	2013 3,5 x1,0 m	VOEN 1 Jahr	H: ca. 190cm B: ca. 100-130cm	sehr locker

Die Tabelle 1 stellt eine Übersicht der überdachten Flächen am KOB dar, die im Rahmen dieser PAR-Vergleichsmessungen berücksichtigt waren. Die Felder Q-0930 und Q-0111 sind mit VOEN-Folien überdeckt, ebenso wie die Apfel-Fläche Q-5220. Die Fläche Q-0112 ist mit dem BAYWA-System geschützt.



Abb. 4: KOB-Süßkirschen Q 0930 'Regina'



Abb. 5: KOB-Süßkirschen Q 0111 'Kordia'.

Tab. 2: Messgruppe 2 - externe Flächen

Feld/ Termin	Kultur	Pflanzung	System/ Alter	Baumhöhe [H] Kronenbreite [B]	Kronenwuchs/ Belaubung
Obereschach 16.7.14	Süßkirschen auf GiSela 5	2008 4,8 x2,5 m	VOEN 2012	H: ca. 320cm B: ca. 300-350cm	locker bis (mittel-) dicht
Neubaumgarten 17.7.14	Süßkirschen auf GiSela 5	2001 5,0 x ?	VOEN 2007	H: ca. 500cm B: ca. 280-320cm	sehr dicht (teils verkahlt)
VOEN 1 18.7.14	Süßkirschen auf GiSela 5	2013 3,5 x1,6 m	VOEN 2010	H: ca. 2,2-2,50 B: ca. 1,30cm	sehr locker bis locker
VOEN 2 23.7.14	Süßkirschen auf GiSela 5	2000 3,5 x2,0 m	VOEN 2014	H: ca. 4,5m B: ca. 2,20-2,50	sehr dicht

Die extern gemessenen, mit VOEN Foliensystemen überdachten Flächen sind in Tabelle 2 aufgelistet. Sie unterscheiden sich im Baumalter, der Anlagenhöhe und dem Baumkronenvolumen.



Abb. 6: KOB-Apfelanlage Eschau



Abb. 7: Süßkirschen Obereschach.

PAR Referenzmessung VOEN Regenschutzdach

Am 24. Sept. 2014 erfolgte eine PAR-Referenzmessung über den Tagesgang der Sonne mit neuer VOEN-Regenschutzfolie des Lieferjahres 2014. Dazu wurde der AccuPAR LP-80 Messstab ca. 30cm unter der gespannten Doppelfolie aufgebaut. Analog zu den Messungen in den verschiedenen Süßkirschenanlagen erfolgte die Bestimmung des unterhalb der Doppelfolie vorherrschenden Lichtangebots auf Basis des mittlerer PAR-Strahlungsgang (s. Abb. 8) zur Ermittlung der Lichtverluste eines neuwertigen Doppelfolienmaterials.

4 Datenauswertung

PAR Strahlungsverlauf

Die PAR-Dauermessungen an den verschiedenen Standorten (s. Tab. 1+2) wurden über jeweils einen Tagesgang (Ausnahme: KOB Q 0111, nur nachmittags) durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit der einzelnen Tagesmessungen sicherzustellen wurde ein mittlerer PAR-Strahlungsgang (s. Abb. 8) ermittelt und das je Anlage individuelle Lichtangebot bestimmt.

Lichtangebot (TAU)

Das Lichtangebot resultiert aus dem Verhältnis von im Baumbestand gemessener PAR-Strahlung zur Gesamt-PAR-Einstrahlung über dem Schutzfolienniveau. Es handelt sich um einen relativen Wert, der im weiteren Sinn als Prozentsatz der im Pflanzenbestand vorhandenen Lichtverfügbarkeit zum Gesamt-Lichtangebot anzusehen ist.

Statistik

Der statistische Vergleich der Parameter PAR-Strahlungsverlauf und dem Lichtangebot (TAU-Wert) wurde mit SPSS Statistics 22 (IBM Corporation, USA) ermittelt. Als Berechnungsverfahren wurde eine ANOVA durchgeführt.

5 Ergebnisse

VOEN-Regenschutzfolie neu

Die Abb. 8 stellt die Ergebnisse der PAR-Referenzmessung in Form eines Tagesganges zwischen 8:00 bis 16:00 Uhr dar. Gezeigt wird die PAR über den beiden neuwertigen Folienschichten (rote Linie) im Vergleich der in ca. 30cm Abstand darunter aufgezeichneten PAR (grüne Linie). Das Verhältnis der unter der Folienebene messbaren PAR-Verfügbarkeit zur Sonneneinstrahlung wird als TAU bezeichnet und beträgt $\bar{\tau} = 0,65$ (blaue Linie) im Mittel. D.h. etwa 65% der PAR finden sich unter der Folie wieder (max. 78%, min. 52%), was umgekehrt eine Reduzierung von 35% der vorhandenen Strahlung allein durch die VOEN-Schutzfolie belegt.

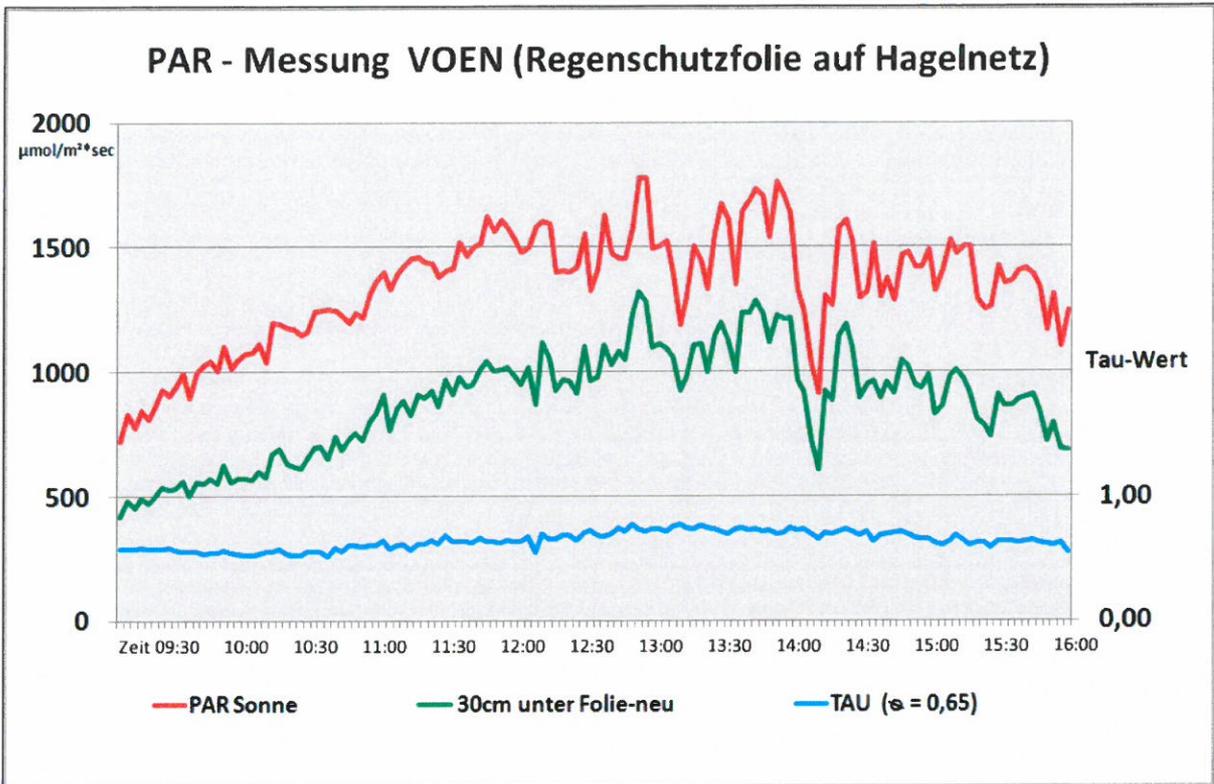


Abb. 8: PAR-Referenzmessung der VOEN-Regenschutzfolie (24. September 2014)

Messgruppe 1 – PAR-Strahlungsmessungen

Die Abb. 9 zeigt die PAR-Strahlungsgänge in diversen mit Regenschutzsystemen ausgestatteten KOB-Flächen im Zeitraum zwischen 9:00 bis 16:00 Uhr. Als Vergleich dient die PAR über den Folien (rot) neben der PAR unter neuer VOEN-Folie (grün).

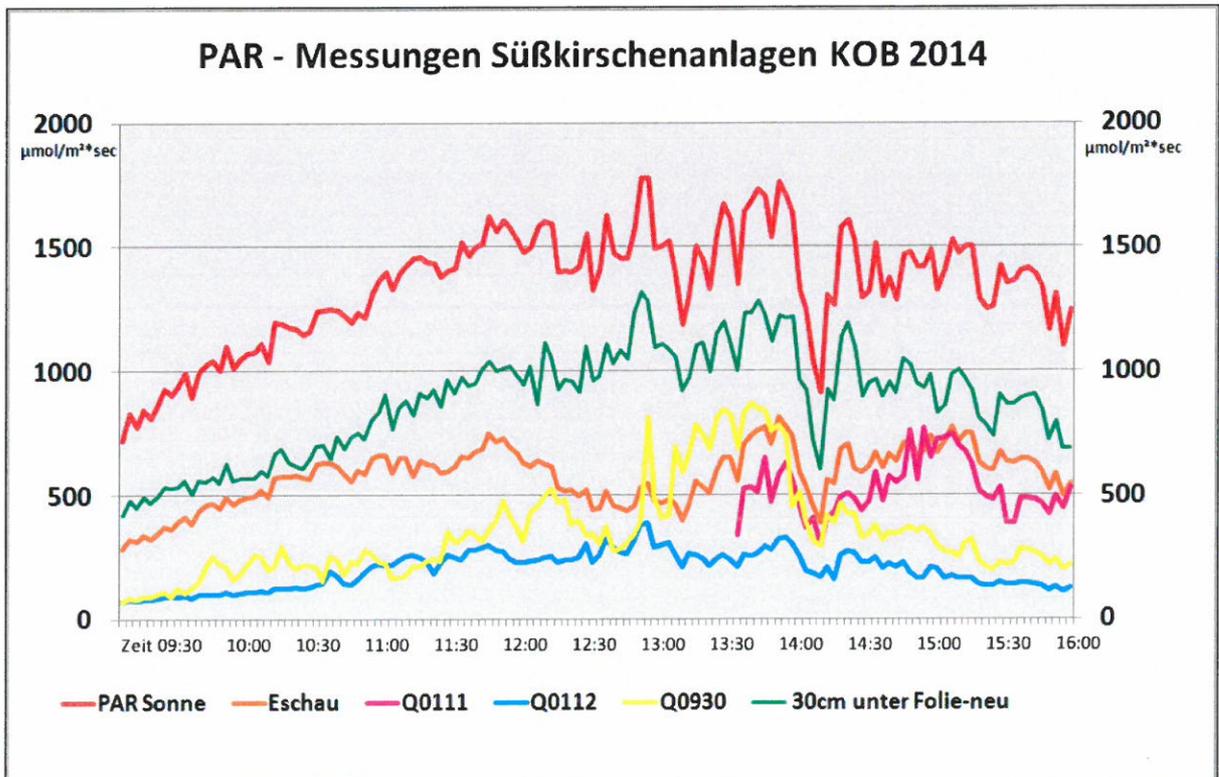


Abb. 9: PAR-Messung der Messgruppe 1 (KOB-Flächen) einschließlich VOEN-Referenzmessung

Erkennbar ist, dass die Flächen Eschau (Apfel), Q-0930, Q-0112 und Q-0111 (1/2-Tagesgang) in der PAR-Verfügbarkeit teils deutlich unterhalb der Verlaufslinie der VOEN-Schutzfolie (grün) lagen. Das bedeutet, innerhalb des Pflanzenbestandes nahm die PAR-Verfügbarkeit nach der Passage der Doppelfolienlage weiter deutlich ab. Entsprechend der in Tab. 1 beschriebenen Kronendichte (Wuchs und Belaubung) stellte sich das Niveau der Sonneneinstrahlung nach dem Foliendurchgang in der folgenden Reihenfolge ein: Eschau (Apfel) > Q-0111 > Q-0930 > Q-0112.

Die Zweig- und Blattichte innerhalb der Baumkronenvolumina bestimmten also entscheidend die PAR-Verfügbarkeit. Die Baumkronen nahmen mit dem Alter der Baumanlagen zu, wurden dichter und minderten die PAR im Bestand.

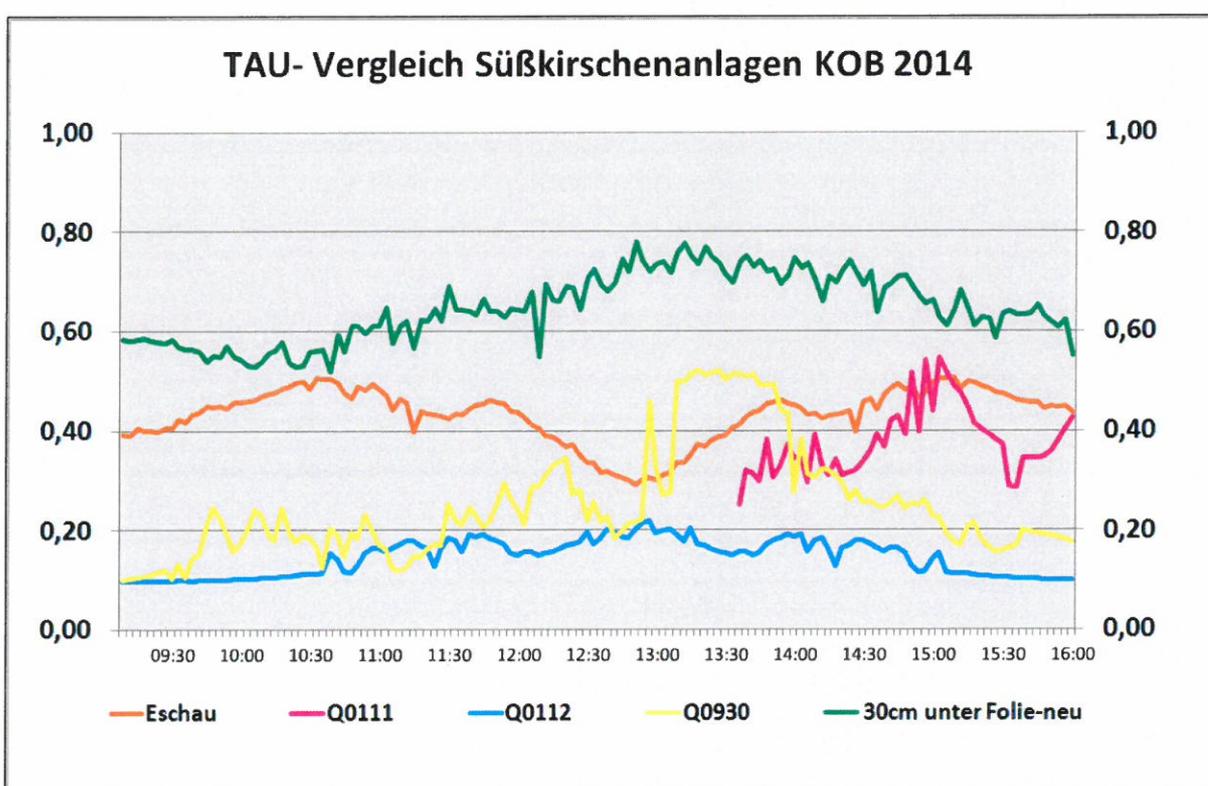


Abb. 10: TAU-Vergleich der Messgruppe 1 (KOB-Flächen) einschließlich VOEN-Referenzmessung

Die relative Verfügbarkeit der Strahlung über den aufgezeichneten Tagesverlauf im Pflanzenbestand zur Sonneneinstrahlung wird als TAU bezeichnet (s. Abb.10). Im Vergleich zur Relation unterhalb neuer VOEN-Folie (grün) lagen die Anteile in den gemessenen Anlagen entsprechend niedriger: VOEN Folie (grün) > Eschau (orange) > Q-0111 (violett) > Q-0930 (gelb) > Q-0112 (blau). Insbesondere die Strahlungsverfügbarkeit im Q-0112 (blaue Linie) war sehr niedrig und damit als kritisch zu betrachten. Auch für die Anlage Q-0930 (gelb) befand das relative PAR-Angebot – mit Ausnahme der Mittagszeit zwischen 12:30-14:00 Uhr – auf niedrigem Niveau. In der jungen 2-jährigen Apfelanlage Eschau (orange) war das Niveau akzeptabel und vergleichbar mit dem Kirschenfeld Q-0111 (violett) im 3. Standjahr (Abb. 10/12).

Messgruppe 2 – PAR-Strahlungsmessungen

Die Abb. 11 stellt die PAR-Strahlungsgänge in diversen externen, mit VOEN-Foliensystemen geschützten Süßkirschenflächen im Tageszeitraum zwischen 9:00 bis 16:00 Uhr dar. Als Vergleich dient die PAR über den Folien (rot) neben der PAR unter neuer VOEN-Folie (Eschau ab VI/2013, dunkelgrün).

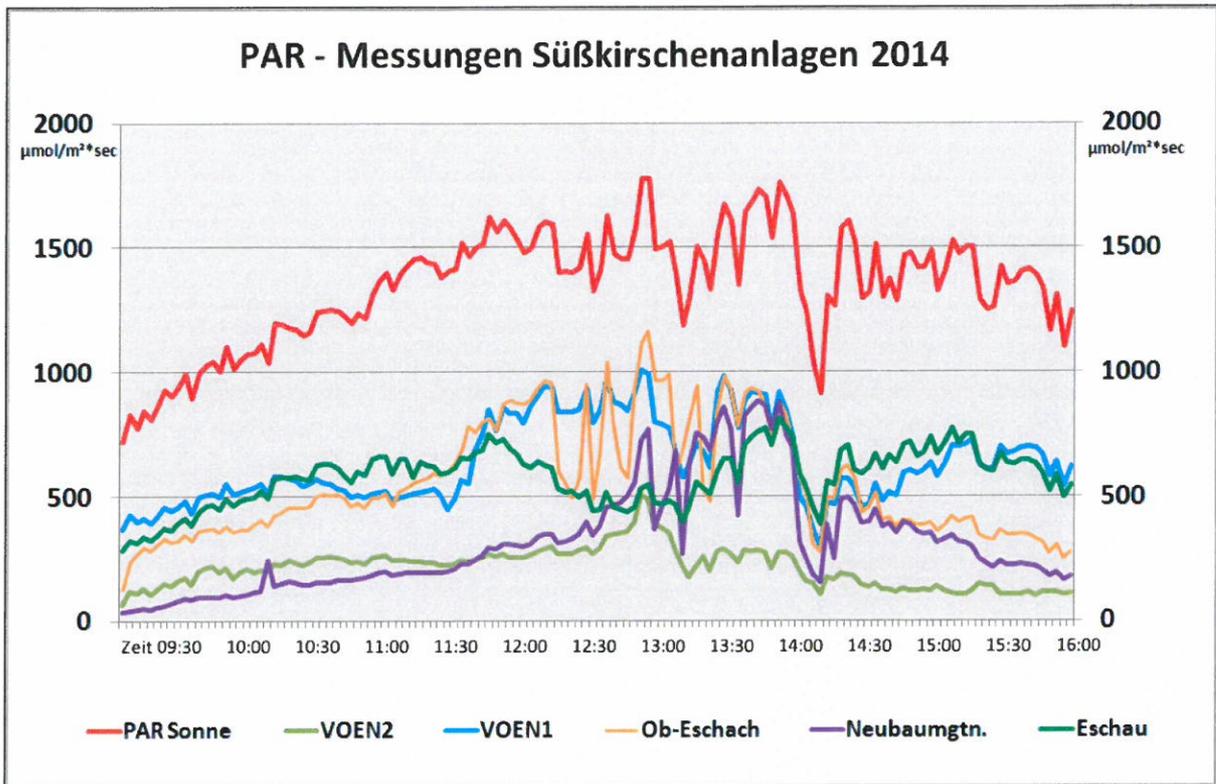


Abb. 11: PAR-Vergleich der Messgruppe 2 (externe Süßkirschenanlagen)

Die Anlagen VOEN-2 (hellgrün) und Neubaumgarten (violett) zeigten die PAR-Tagesverläufe auf dem geringsten Niveau. Obereschach (orange) und der Apfel-Vergleich Eschau (dunkelgrün) lagen darüber und die Anlage VOEN-1 (blau) verlief auf dem vergleichsweise höchsten Niveau.

PAR-Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit an photosynthetisch aktiver Strahlung – immer bezogen auf den gleichen mittleren Tagesgang und gemessen in 30cm Höhe – ist in der Abb. 12 gezeigt. Teils waren die Unterschiede beträchtlich und die signifikanten Differenzen – dargestellt anhand von Homogenitätsgruppen auf Basis der Grenzdifferenz ($\text{LSD} = 65,1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$) – sind farblich zueinander abgesetzt: rot= geringste PAR-Verfügbarkeit (a), orange= mittlere PAR (b), gelb= gutes PAR-Angebot (c), grün= höchste PAR-Verfügbarkeit (d/e). Die gelb und grün markierten Anbauflächen (c/d/e) entsprachen dabei guter bis sehr guter Belichtung (~ schwach sonnige Verhältnisse), die orange und rot gefärbten Flächen hingegen (a/b) entsprachen nur schwacher Belichtung (~ bewölkter Himmel).

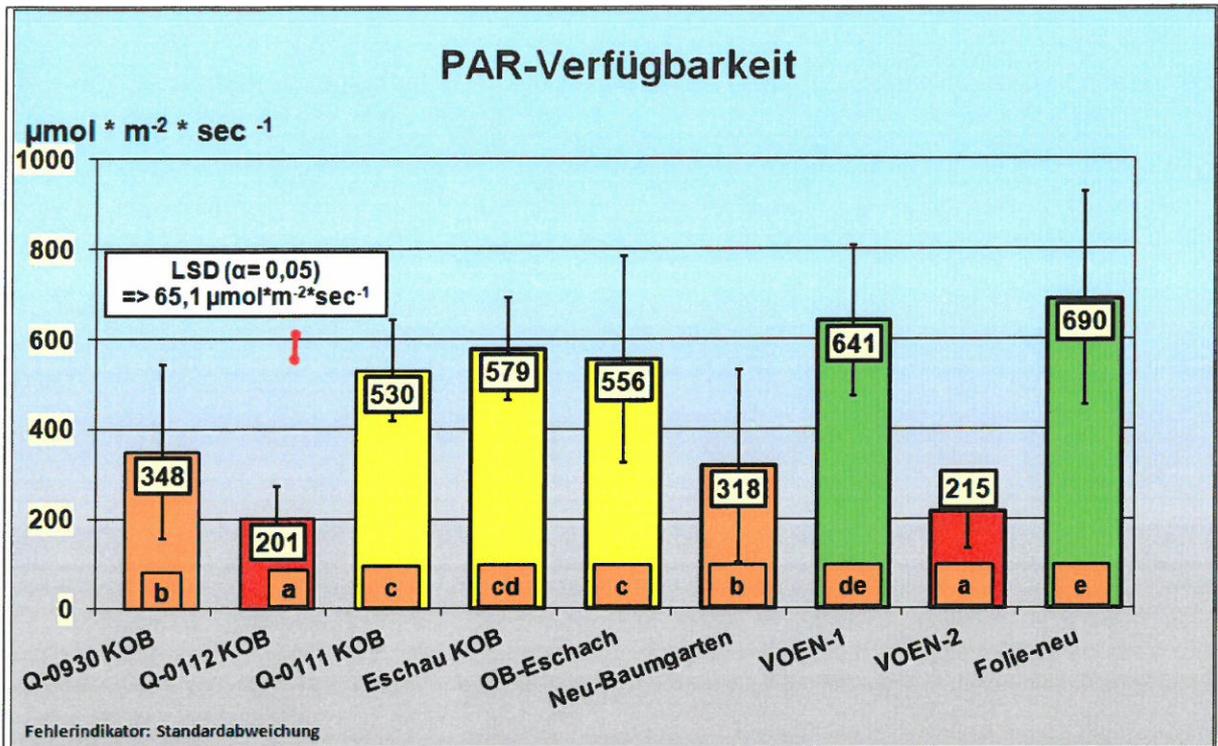


Abb. 12: PAR-Verfügbarkeit

Lichtangebot

Das prozentuale Lichtangebot zeigt die Abb. 13: die gelbe und grüne Farbe (Homogenitätsgruppen c/d/e/f) stehen für gutes Lichtangebot, die orange und rot markierten Flächen (a/b) weisen ein geringes Lichtangebot aus. Neue VOEN-Folie angab ein Angebot von 65 Prozent; zeigte reziprok also eine Schattenwirkung von 35 Prozent.

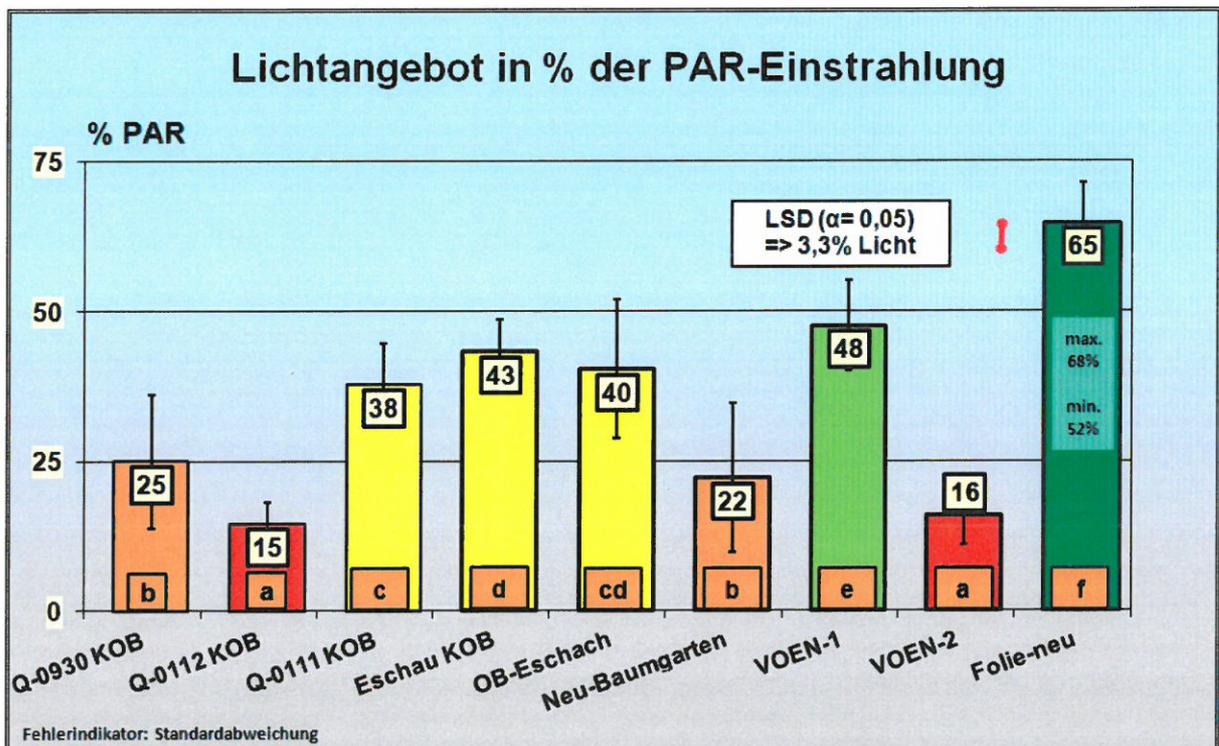


Abb. 13: Verfügbarer PAR-Anteil

6 Diskussion

Lichtminderung

Eine entscheidende Erkenntnis war, dass unterhalb der doppellagigen VOEN-Folie gemessene Strahlungsangebot in Höhe von anteilig ca. 65 Prozent zur Gesamteinstrahlung. Das heißt, ein Drittel der Lichteinstrahlung wird den Pflanzen mit dem Einsatz und Auflegen der Schutzfolie versagt – ein nicht unerheblicher Anteil.

Die Lichtverfügbarkeit im Pflanzenbestand war beeinflusst durch das Baumalter und die Größe der Bäume – also Wachstum und Kronenentwicklung - sowie durch die Schnittführung während der Aufwuchs- und Produktionsphase der Süßkirschen. Eindeutig lagen die älteren Anlagen VOEN-2 (2000), Neubaumgarten (2001), Q-0930-KOB (2006) in der PAR-Verfügbarkeit niedriger, bzw. sie waren ggf. schnitttechnisch unzureichend ausgelichtet (z.B. die BAYWA-Bedeckung in Q-0112-KOB (2009)). Eine Minderung der Lichtverhältnisse unterhalb 25% der PAR-Einstrahlung erscheint kritisch, weil dies einem ständig bedeckten Himmel gleicht (Abb. 10/13). Besonders dann, wenn diese Lichtminderung über längere Zeitspannen gegeben wäre.

Verschmutzt die Regenschutzfolie, was durch den Einfluss von Staub, der allgemeinen Witterung und dem Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln während der Auflagezeit unvermeidbar ist, gehen ggf. zusätzliche Anteile der Einstrahlung verloren.

Die Schutzabdeckung wird etwa zum Zeitpunkt des Farbumschlags der Früchte von gelb nach rot– je nach Reifeverlauf der Kirschenart – also zwischen vier bis zu acht Wochen vor der Ernte im Juni/Juli aufgespannt. Die Nutzung erfolgt damit also zeitlich befristet und findet während der Sommermonate mit einem naturgemäß hohen Strahlungsangebot statt. Entscheidend für den Einsatz sind die Platzempfindlichkeit der Kirschenarten und die Niederschlagswahrscheinlichkeit am Standort.

Wachstum und Qualität

Die Lichtreduzierung (Schattierwirkung) unter allein Hagelnetzgewebe bewirkte am KOB eine reduzierte PAR-Verfügbarkeit zwischen minus 15 (weißes Gewebe) bis minus 25 % (schwarzes Netz) und führte an Apfelbäumen zu erhöhter Triebbildung und stärkerem Triebwachstum. Der Deckfarbenanteil der Äpfel wurde teils verringert.

An Kirschen wurden bislang keine Wuchsuntersuchungen durchgeführt. In mit Regenschutzsystemen abgedeckten Süßkirschenflächen konnten bislang keine Qualitätseinbußen an den Früchten beobachtet werden. Im Gegenteil, bei Regen wurde das Platzen der Früchte teils umfassend verhindert, die Früchte blieben länger am Baum hängen und reiften damit besser aus. Die längere Reifezeit erzielte in Verbindung mit Tröpfchenbewässerung gleichzeitig eine verbesserte Fruchtgröße.

Anforderungen zum Einsatz von Regenschutzfolien

Damit den Bäumen möglichst wenig der natürlichen Lichteinstrahlung vorenthalten wird, ergeben sich die folgenden Ansprüche für die Regenfoliennutzung:

1. Minimierung der Zeitspanne in der die Folienabdeckung aufgelegt wird.
2. Passendes Verhältnis von Baumhöhe sowie Reihen- und Pflanzabstand ausgerichtet an: Sortenwuchs, Wachstumsstärke der Unterlage, Erziehungssystem, standortbedingter Wuchsstärke (Niederschlag, Boden), Düngung, ...
3. Zielstellung ist ein lockeres, gut belichtetes Kronengerüst.
4. Erziehung einer offenen, lichtdurchdrungenen Krone in der Aufbauphase.
5. Schnittführung hin zu mehr schlanken, lichtoffenen Kronensilhouetten.
6. Abgetragenes, hängendes Holz im Kronenbereich schnell entfernen.

7 Zusammenfassung

Im Zeitraum vom 14.-24. Juli 2014 wurden – im Rahmen des Forschungsprojekts ‚Geschützte Produktion und nachhaltiger Süßkirschenanbau im Kontext von Klima- veränderungen‘ mehrere mit dem VOEN-Regenschutz-sowie dem BAYWA-Schutzsystem abgedeckte Süßkirschenanlagen hinsichtlich ihrer unterhalb der Schutzfolie präsenten Lichtverhältnisse, bezogen auf die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR), untersucht. Ergänzend wurden eine abgedeckte Apfeljunganlage, ein alternative Folie und die Lichtdurchlässigkeit einer neuwertigen VOEN-Folie gemessen.

Die fabrikneue VOEN-Folie verminderte den Lichtdurchgang im Mittel um 35 Prozent. Die PAR-Verfügbarkeit in den mit VOEN-Folien geschützten Süßkirschenanlagen fiel überdies ab. Maximal waren noch 48 Prozent der Einstrahlung verfügbar, minimal nur noch 16 Prozent. Hauptverantwortlich dafür war die Dichte der Baumkronen, die gemäß dem angewandten Schnittmanagement ausfiel. Das Baumalter, die Erziehungsform (Spindel/schlanke Spindel) und die Schnittführung sind die entscheidenden Punkte zur Beeinflussung der Lichtverfügbarkeit im Pflanzenbestand. Diese Sachverhalte machten sich besonders an den dichten Kirschbaumkronen unterhalb der BAYWA-Folie deutlich.

Die wichtigen Rahmenbedingungen für Nutzung der Regenschutzfolie mit dem Ziel der bestmöglichen Strahlungsverhältnisse und Lichtversorgung sind eine minimale Zeitspanne zum Auflegen der Folie, ein angepasstes Pflanz- und Erziehungssystem und eine gezielte Schnittführung, die sich an schlanken, locker aufgebauten und gut vom Licht durchdrungenen Baumkronen ausrichtet.

Anhang

		VAR										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Nr. Parameter	Einheit	Q-0930 KOB	Q-0112 KOB BAYWA	Q-0111 KOB	Eschau KOB	OB- Eschach	Neu- Baumgar- ten	VOEN-1	VOEN-2	Folie- neu		
1	ANOVA PAR	[μmol m ⁻² sec ⁻¹]	Wert	348	201	530	579	556	318	641	215	690
			Std-Abweich <i>SD</i>	193,0	72,6	112,5	113,0	229,2	213,6	167,4	80,0	236,5
			Std-Fehler <i>SEM</i>	16,4	6,2	16,1	9,6	19,5	18,2	14,3	6,8	20,1
			Homogenität	b	a	c	cd	c	b	de	a	e
			LSD (α=0,05)	65,1 (GH)								
		P-Wert = 0,000					*** sehr hoch signifikant					
2	ANOVA TAU	[rel]	Wert	0,25	0,15	0,38	0,43	0,40	0,22	0,48	0,16	0,65
			Std-Abweich <i>SD</i>	0,112	0,036	0,069	0,055	0,116	0,125	0,075	0,048	0,068
			Std-Fehler <i>SEM</i>	0,010	0,003	0,010	0,005	0,010	0,011	0,006	0,004	0,006
			Homogenität	b	a	c	d	cd	b	e	a	f
			LSD (α=0,05)	0,033 (GH)								
		P-Wert = 0,000					*** sehr hoch signifikant					
3	ANOVA Lichtangebot	[%]	Wert	25	15	38	43	40	22	48	16	65
			Std-Abweich <i>SD</i>	11,2	3,6	6,9	5,5	11,6	12,5	7,5	4,8	6,8
			Std-Fehler <i>SEM</i>	1,0	0,3	1,0	0,5	1,0	1,1	0,6	0,4	0,6
			Homogenität	b	a	c	d	cd	b	e	a	f
			LSD (α=0,05)	3,3 (GH)								
		P-Wert = 0,000					*** sehr hoch signifikant					

Tabelle 1: Statistische Auswertung der Lichtverhältnisse in Süßkirschen

1.8 Düngung und ‚Fruchtansatzsicherung‘

Die zur Abklärung düngungstechnischer Fragestellungen im Süßkirschenanbau unter der VOEN-Folienabdeckung befindliche kommerzielle Versuchsanstellung mit dreijähriger Laufzeit (Start ab Frühjahr 2013) wurde im Spätsommer 2014 nach zwei Ertragsphasen umfassender ausgewertet. Am Beispiel der Kirschensorte *Kordia* wird im Versuchszeitraum die Standard-Bodendüngung mit Kalkammonsalpeter (KAS =27% N) in zwei Gaben zu je 40kg Rein-N als Kontrolle drei zusätzlichen Behandlungen mit Blattdünger- und Bodenaktivatorprodukten eines Düngerherstellers (PRP-Technologies) gegenüber gestellt:

a=Kontrolle (Standard); b=Standard+Bodenaktivator;

c=Standard+Blattdünger; d=Standard+Bodenaktivator+Blattdünger

Zum Zeitpunkt Ende August 2014 ließen sich in dem Vergleich keine fördernden Effekte der Düngemittelprodukte (Herkunft PRP) zur Kontrollbehandlung herausarbeiten. Die Zusammenfassung des Zwischenergebnisses lautete (28.Aug.2014):

„Zwischen den verschiedenen Varianten konnte in keiner Versuchsfrage ein signifikanter Unterschied bewiesen werden. Es kann zu diesem Zeitpunkt kein Zusammenhang zwischen der Anwendung von PRP Produkten und dem Wachstum und Ertrag von Süßkirschen belegt werden.“

1.9 Finanzen, Ausgabenübersicht

Die beigefügte Anlagen stellen die während der Laufzeit des Projekts 6.12.2013 bis 12.12.2014 eingesetzten Projektmittel dar.

1.9.1 Verwendungsnachweis 2013 / 2014 siehe Anlage 2.1

1.9.2 Projektkonto 2013 / 2014 siehe Anlage 2.2

1.10 Zusammenfassung

Das Forschungsvorhaben ‚Geschützte Produktion und nachhaltiger Süßkirschenanbau im Kontext von Klimaveränderungen‘ wurde von Dezember 2013 in drei Süßkirschpflanzungen des Versuchsbetriebes Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) bis Dezember 2014 durchgeführt. Im Fokus standen die Erfassung klimatologischer Daten in den mit Schutzfoliensystemen – VOEN und BayWa-System – abgedeckten Süßkirschenanlagen, die in Beziehung zu pflanzenphysiologischen Reaktionen gestellt werden können. Investiert wurde mit Hilfe der bereitgestellten Projektmittel in die optimale Ausgestaltung der Versuchspartellen: Verfügbare, kommerzielle Folienabdeckungen wurden zugekauft, um alte, beschädigte Folien zu ersetzen, bzw. wurden in gepflanzten Junganlagen neu erstellt. Dazu kamen ergänzende Investitionen für die teilautomatisierte Bewässerung der Flächen (Tropfsysteme, Zuleitungen). Weiter wurden Klimamess-Systeme mit passenden Sensoren beschafft und installiert, damit Datenerhebungen zu Lufttemperatur und –feuchte sowie Blatttemperatur ermöglicht wurden und in Zukunft Messaufzeichnungen bezüglich der Lichteinstrahlung aber auch von Fruchtgrößenveränderungen durchzuführen sind.

Die Anbausituation 2014 wurde mit einem sehr milden Winter, einer extrem frühen Blüte, einem sehr hohen Fruchtansatz beim Steinobst, resp. den Süßkirschen, einer langen Ernteperiode und Probleme mit deutlichen Anteilen kleiner Fruchtkaliber charakterisiert.

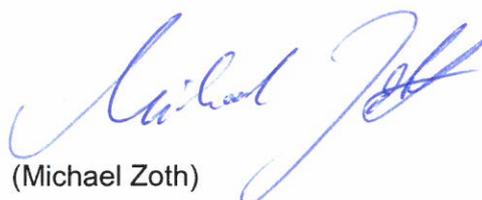
Die Investitionen in Bewässerungstechnik, mobile Erntemaschinen, Datenloggern und Klimamess-Sensoren wurde beschrieben.

Wichtige Klimadaten, wie Temperatur, Luftfeuchte, Wind wurden unterhalb der Schutzfolien im Pflanzenbestand mittels neu beschaffter, stationärer Messtechnik erhoben. Die ersten Ergebnisse wurden dargestellt und beleuchtet. Die Strahlungsverhältnisse, Schattiereffekte und pflanzenbaulich wirksamen Lichtanteile (PAR) wurden mittels mobiler Messgeräte aufgenommen. Stationäre Mess-Sensortechnik wurde ergänzend beschafft.

Die erhobenen, umfangreichen Versuchs- und Messdaten zu den Temperaturmessungen unter den Schutzfolien wurden bearbeitet und ausgewertet. Vorerst sind die Temperaturunterschiede geringer ausgefallen als vermutet, teils war ein vertikaler Temperaturgradient zu erkennen. Die verfügbare Strahlung unter Schutzfolien wurde weniger durch die Schattierwirkung, als durch die Schnittführung und den lichten Kronenaufbau beeinflusst.

Eine aktuelle Übersicht der Verwendung finanzieller Projektmittel ist beigefügt.

Ravensburg, den 14. Dezember 2014



(Michael Zoth)

2. Anlagen

2.1 Anlage Verwendungsnachweis 2013

Verwendungsnachweis	
Name des Forschungsprogramms:	Klimawandel und modelhafte Anpassung in Baden Württemberg (KLIMOPASS)
Name des Instituts:	Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
Projektleiter:	M. Zoth
Projekttitel und Bestell-Nr.:	Geschützte Produktion und nachhaltiger SÜSSKIRSCHENANBAU im Kontext von Klimaveränderungen / Nr. 4500308015/23
Fördersumme:	55. 042, 00 € (ohne MWSt.) / 65. 500, 00 € (mit MWSt.)
Förderzeitraum:	06.12.2013-12.12.2014

Ausgaben für das Jahr 2013	
Personalausgaben:	
Reisekosten:	
Materialkosten:	
Gegenstände/ Investitionen:	12.400,00
Übrige Kosten:	
Summe:	12.400,00
zzgl. MwSt	2.356,00
Gesamtkosten:	14.756,00

Erhaltene Zahlungen im Jahr	
1. Teilleistung:	16.512,00
2. Teilleistung:	
3. Teilleistung:	
4. Teilleistung:	
Summe:	16.512,00
zzgl. MwSt	3.137,28
Gesamteinnahmen:	19.649,28

Gesamtausgaben:	14.756,00
abzüglich Gesamteinnahmen:	19.649,28
Kassenstand:	- 4.893,28

2.2 Anlage Verwendungsnachweis 2014

Verwendungsnachweis	
Name des Forschungsprogramms:	Klimawandel und modelhafte Anpassung in Baden Württemberg (KLIMOPASS)
Name des Instituts:	Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
Projektleiter:	M.Zoth
Projekttitle und Bestell-Nr.:	Geschützte Produktion und nachhaltiger SÜSSKIRSCHENANBAU im Kontext von Klimaveränderungen / Nr. 4500308015/23
Fördersumme:	55. 042, 00 € (ohne MWSt.) / 65. 500, 00 € (mit MWSt.)
Förderzeitraum:	06.12.2013-12.12.2014
Ausgaben für das Jahr 2014	
Personalausgaben:	13.420,61
Reisekosten:	313,17
Materialkosten:	1.180,00
Gegenstände/ Investitionen:	31.470,16
Übrige Kosten:	
Summe:	46.383,94
zzgl. MwSt	4.626,21
Gesamtkosten:	51.010,15
Erhaltene Zahlungen im Jahr	
1. Teilleistung:	33.025,00
2. Teilleistung	5.504,00 (wird mit diesem Schreiben angefordert)
3. Teilleistung	
4. Teilleistung	
Summe:	38.529,00
zzgl. MwSt	7.320,51
Gesamteinnahmen:	45.849,51
Gesamtausgaben:	51.010,15
abzüglich Gesamteinnahmen:	45.849,51
Kassenstand:	5.160,64

Anlage 2.2: Verwendungsnachweis 2014