

# Sonnenbrand an Äpfeln

nach einem Vortrag auf den Norddeutschen Obstbautagen 2019

Jan-Henrik Wiebusch

Obstbauversuchsring des Alten Landes



Jan-Henrik Wiebusch

## Zusammenfassung

In den letzten Jahren traten viele Extremwetterereignisse auf, die den Obstbau begleitet haben, unter anderem der Sonnenbrand an Äpfeln. Auch an der Niederelbe sind in den letzten Jahren immer wieder Sonnenbrandschäden entstanden, besonders in dem Jahr 2016. Die Voraussetzungen für Sonnenbrand waren in dem trockenen und sonnig-heißen Jahr 2018 sehr günstig. Aus diesem Grund wurden im letzten Jahr mehrere Versuche durchgeführt, um zukünftig besser abschätzen zu können, unter welchen Bedingungen Sonnenbrand entsteht und wie man die Früchte bestmöglich vor Sonnenbrand schützen kann. Nach wie vor bleibt die klimatisierende Beregnung aber die effektivste Maßnahme Schäden durch Sonnenbrand zu verhindern.

Schlagwörter: Extremwetter, Kaolin, klimatisierende Beregnung, Photooxidation, Sonnenbrand

## Sunborn on apples

### Summary

In the last few years the fruit production was accompanied by many extreme weather events, inter alia the sunburn on apples. Also in the Lower Elbe region sunburn damages have arisen again and again in the last years, especially in the year 2016. Because of the dry, sunny and hot year the factors for sunburn were very favorable in 2018. For that reason, several experiments were carried out in the last year, in order to estimate under what conditions sunburn occur and how the fruits can be protect from sunburn in the future. However, the most effective measure to prevent sunburn damage, remains to be the cooling irrigation.

Keywords: cooling irrigation, extreme weather, kaolin, photo-oxidation, sunburn

Extremwetterereignisse verursachen an landwirtschaftlichen Kulturen jedes Jahr Schäden in Milliardenhöhe. Auch an der Niederelbe sind jährlich wiederkehrend Extremwetterereignisse zu verzeichnen, die zum Teil massive Schäden an den empfindlichen Obstkulturen anrichten. Insbesondere Hagelereignisse sind bei den Obsterzeugern gefürchtet. Hierdurch kann innerhalb kürzester Zeit ein Großteil der Tafelware zu minderwertigem Mostobst vernichtet werden, wie z.B. in den besonders schweren Hageljahren 1993 und 2016. Aber auch Schäden durch Sonnenbrand treten immer wieder auf und können einen hohen finanziellen Schaden verursachen, wie z.B. im Jahr 2016, als es kurz vor der Ernte sehr heiß und sonnig wurde.

## Sonnenbrand allgemein

Um die Ursachen bzw. die Voraussetzungen für die Entstehung von Sonnenbrand zu erforschen, haben sich in den letzten Jahren viele Wissenschaftler mit diesem Thema intensiver auseinandergesetzt. Als größten Einflussfaktor ist neben der Temperatur

die Sonnenstrahlung, insbesondere die energiereiche UV-B-Strahlung, zu nennen. Mit modernster Labortechnik konnten so die zwei Hauptfaktoren (Sonnenstrahlung und Temperatur) variiert werden und anschließend Grenzwerte festgelegt werden, bei deren Überschreitung Sonnenbrand entsteht. Nach NOGA *et al.* (2012) werden drei verschiedene Sonnenbrand-Typen unterschieden: Sonnenbrand-Nekrose, Sonnenbrand-Verbräunung und die Photooxidation.

### Sonnenbrand-Nekrose

Für die Entstehung von Sonnenbrand-Nekrosen muss die Temperatur auf der Fruchtoberfläche auf über 52 °C steigen. Dieser Schaden wird ausschließlich durch die Temperatur ausgelöst und ist unabhängig von der Intensität der Sonneneinstrahlung. Durch die hohen Temperaturen kommt es zu einer Gerinnung von Eiweißen in der Frucht und somit zu einer Zerstörung der Zellen. Anschließend verbräunen die geschädigten Stellen und die Zellschichten fallen in sich zusammen, sodass eine Nekrose entsteht (Abb. 1). Diese kann je nach Entstehungszeit-



Abb. 1: Bei Temperaturen über 52 °C auf der Fruchtoberfläche entstehen Sonnenbrand-Nekrosen. (Fotos: ESTEBURG)

jan-henrik.wiebusch@esteburg.de

punkt verkorken oder die Frucht fängt durch das Eindringen von Pilzsporen an zu faulen.

### Sonnenbrand-Verbräunung

Sonnenbrand-Verbräunungen können in Verbindung mit einer erhöhten Sonneneinstrahlung ab einer Oberflächentemperatur von über 46 °C entstehen. Die Verbräunungen sind in ihrem Schadbild fast vergleichbar mit der Sonnenbrand-Nekrose, nur mit dem Unterschied, dass hierbei auf der Fruchtoberfläche keine Nekrosen entstehen, sondern gelbe bis bräunliche Stellen, die nicht eindeutig abgegrenzt sind (Abb. 2). Der geschädigte Bereich kann sich nach ein paar Tagen auf der Fruchtoberfläche ausweiten und später während der Lagerung sogar bis ins Fruchtfleisch vordringen. Im Apfelanbau tritt diese Form des Sonnenbrandes weltweit am häufigsten auf.

### Photooxidation

Die Photooxidation wird in erster Linie durch eine sehr hohe Strahlungsintensität ausgelöst und weniger durch die Temperatur. Verantwortlich hierfür sind plötzliche und extreme Schwankungen in der Licht- und Temperaturintensität, sodass selbst bei niedrigen Temperaturen Schäden entstehen können. Gefährdet sind insbesondere Früchte, welche durch Kulturmaßnahmen, wie z.B. Handausdünnung, Entblätterung oder aber auch durch den 1. Pflückdurchgang, freigestellt werden und sich anschließend eine sonnige Wetterlage mit einer hohen Sonneneinstrahlung einstellt. Neben den Kulturmaßnahmen kann diese Form des Sonnenbrandes ebenso durch einen schnellen Wetterwechsel ausgelöst werden, wenn es z.B. nach wochenlangem Tiefdruckwetter plötzlich heiß und sonnig wird. Sind die Bedingungen für eine Photooxidation vorhanden, bilden sich auf der Fruchtoberfläche zunächst kaum sichtbare bleiche Stellen („Bleaching“). Anschließend verfärben sich die vorgeschädigten Stellen nach ein paar Tagen bräunlich (Abb. 3).

Schäden durch die Photooxidation konnten z.B. Ende August/Anfang September 2016 bei der Sorte Red Jonaprince beobachtet werden, als die Grundfarbe der Früchte aufgrund des heißen-sonnigen Wetters sehr stark



Abb. 2: Sonnenbrand-Verbräunungen treten nur in Verbindung mit einer erhöhten Sonneneinstrahlung ab einer Oberflächentemperatur von über 46 °C auf.

aufhellte. Im Oktober 2018 trat dieser Schaden vereinzelt bei der Sorte Braeburn auf. Hier wurde es Anfang Oktober, nach der 1. Pflücke, sehr sonnig und die am Baum verbliebenen Früchte der 2. Pflücke waren anschließend der extrem hohen Strahlungsintensität ausgesetzt, sodass es trotz relativ niedriger Temperaturen zwischen 20 und 25 °C zum Sonnenbrand gekommen ist.

### Sonnenbrandversuche

Die Voraussetzungen für die Entstehung von Sonnenbrand waren im letzten Jahr sehr günstig. Es gab sehr viele Tage mit mehr als 10 Sonnenscheinstunden und insgesamt 16 Tage mit Temperaturen über 30 °C (langj. Mittel: 5 Tage). Besonders im Zeitraum Ende Juli/Anfang August war die Gefahr für Sonnenbrand sehr hoch. Trotz der gu-



Abb. 3: Schäden durch Photooxidation werden maßgeblich durch eine sehr hohe Strahlungsintensität ausgelöst und können auch bei niedrigen Temperaturen (< 25 °C) entstehen.

ten Voraussetzungen wurden jedoch nur verhältnismäßig wenige Sonnenbrand-Schäden an der Niederelbe verzeichnet. Ob eine Abhärtung der Früchte durch die vielen Sonnenstunden der alleinige Grund für die „wenigen“ Schäden ist, kann nicht eindeutig bewiesen werden. Es ist aber durchaus möglich, dass die Früchte in 2018 UV-unempfindlicher und dementsprechend „abgehärtet“ waren. Schließlich lag die Sonnenscheindauer von Anfang Mai bis Ende August knapp 300 Stunden über dem langjährigen Mittel (844 h).

Um zukünftig zu wissen, unter welchen Gegebenheiten oder Voraussetzungen Sonnenbrand entsteht bzw. wie man die Früchte am besten vor Sonnenbrand schützen kann, wurden an der ESTEBURG Anfang August 2018 mehrere Versuche durchgeführt. In diesen Versuchen sollte einerseits untersucht werden, welche Einflussfaktoren zu Sonnenbrand bzw. zu keinem Sonnenbrand führen. Andererseits wurden Maßnahmen geprüft, die die Entstehung von Sonnenbrand aktiv verhindern oder zumindest reduzieren können. Die meisten Versuche wurden am 07. August durchgeführt, an dem heißesten Tag des Jahres mit einer Außentemperatur von fast 34 °C.

#### **Einflussfaktor: Wind**

Mit dem Wissen, dass eine Luftbewegung einen kühlenden Effekt hat und die daraus resultierende Verdunstungskühlung mit zunehmender Windgeschwindigkeit ansteigt, nimmt auch das Sonnenbrandrisiko bei zunehmender Windstärke demzufolge ab. Bei Windstille wiederum ist die Verdunstung wesentlich niedriger und die Wärme kann sich in den Obstanlagen stauen, sodass das Sonnenbrandrisiko insbesondere an windstillen und sonnig-heißen Tagen deutlich ansteigt.

Um den Einflussfaktor Wind zur „möglichen“ Absenkung des Sonnenbrandrisikos bewerten zu können, wurde mithilfe eines Axial-Gebläses vom Sprühgerät ein Luftstrom erzeugt. Das Sprühgerät stand ca. drei Meter von der Baumreihe entfernt (gemessen von der Außenkante des Gebläses) und der erzeugte Luftstrom war am Baum ca. 1 bis 1,5 m/s stark. Vor dem Einschalten des Gebläses (16 Uhr) wurde eine Frucht ausgewählt, in der mit einem Einstichthermometer die Temperatur ca. 0,5 cm unter der Fruchtschale gemessen wurde. Die Temperaturmessung wurde für insgesamt eine Stunde im 15-Minuten-Takt durchgeführt, um den Effekt der Kühlung deutlich zu machen. Zum Zeitpunkt der ersten Messung, als das Gebläse noch ausgeschaltet war, lag die Temperatur direkt unterhalb der Schale bei 49,3 °C (**Tab. 1**). Die leichte Luftbewegung des Gebläses hat ausgereicht, um die Temperatur innerhalb von 15 Minuten um 4,2 °C und nach 30 Minuten um ca. 5 °C zu senken. Nach dem Abschalten des Gebläses (16.45 Uhr) stieg die Temperatur wieder an und lag zum Zeitpunkt der letzten Messung (17.00 Uhr) bei 46,5 °C.

#### **Einflussfaktor: plötzliche Einstrahlung**

Aufgrund der erhöhten Sonnenbrandgefahr sollten Handausdünnungs- oder Sommerschnittmaßnahmen, insbesondere vor einer Hitzeperiode, eingestellt werden, um die Schäden durch Sonnenbrand nicht zu fördern. Auch ein plötzlicher Wetterumschwung von einer mehrwöchigen Tiefdruckwetterphase hin zu sonnig-heißem Hochdruckwetter erhöht das Risiko von Sonnenbrandschäden. Vermutlich ist die Schale der Früchte nach wochenlangem Regenwetter dünner (emp-



Abb. 4: In der Variante, in der am 06. August Sommerschnitt durchgeführt wurde, hatten 10,5 % der Früchte Sonnenbrand.

findlicher) und gegenüber plötzlicher und hoher Sonneneinstrahlung nicht in der Lage, sich in kurzer Zeit an die „neuen“ Bedingungen anzupassen.

Im zweiten Versuch sollte mithilfe eines unmittelbar vor einer heißen Witterung durchgeführten Sommerschnitts der Faktor plötzliche Einstrahlung untersucht werden. Hierbei wurde in einem Teil einer Braeburn-Anlage am 06. August ein starker Sommerschnitt durchgeführt, um an den frei gestellten Früchten Sonnenbrandschäden zu fördern. Die Versuchsanlage steht in Ost-West-Richtung und grenzt südlich an einen Asphaltweg (**Abb. 4**). Etwa eine Woche nach der Hitzeperiode wurden beide Varianten auf Sonnenbrand bonitiert, mit dem Ergebnis, dass in der Sommerschnitt-Variante 10,5% der Früchte geschädigt waren. In der Kontroll-Parzelle wurde kein Apfel mit Sonnenbrand gefunden.

#### **Einflussfaktor: Pflanzenschutzmittel**

Auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln vor einer heißen Wetterlage kann Sonnenbrand fördern. Durch mehrmalig durchgeführte Versuche konnte oftmals eine Erhöhung der Sonnenbrandgefahr besonders nach

Tab. 1: Übersicht des Temperaturverlaufs von einer Frucht, die durch einen erzeugten Luftstrom (Axial-Gebläse) gekühlt wurde (Versuchsdurchführung: 07.08.2018)

Uhrzeit	Windbewegung	Temperatur (ca. 0,5 cm unterhalb der Schale)
16:00	Ausgangssituation: 0 m/s	49,3 °C
16:15	Gebläse eingeschaltet: 1,0 - 1,5 m/s (16 - 16:45 Uhr)	45,1 °C
16:30		44,2 °C
16:45		44,0 °C
17:00	Gebläse ausgeschaltet: 0 m/s	46,5 °C

dem Einsatz von Schwefelpräparaten, wie Netzschwefel oder Schwefelkalk, festgestellt werden (ESTEBURG & GÖTHE, 2015). Im letzten Jahr wurde ebenfalls ein Pflanzenschutzmittel-Versuch durchgeführt. Hierbei konnte in der Tendenz auch eine Zunahme von Sonnenbrandschäden in den Varianten festgestellt werden, in denen Insektizide oder auch Blattdünger appliziert wurden.

**Gegenmaßnahme: Kaolin-Spritzung**

Sollte sich die Wetterlage unerwartet ändern und sollten sonnig-heiße Tage anstehen und/oder Kulturarbeiten, wie Handausdünnung oder Sommerschnitt abgeschlossen seien, ist es wichtig zu wissen, welche Maßnahmen angewendet werden können, die Sonnenbrand verhindern oder zumindest reduzieren. In Südafrika oder Chile, Länder, in denen hohe Temperaturen keine Seltenheit sind, werden die Äpfel des Öfteren mit Kaolin gespritzt, wodurch sich ein weißer Schutzfilm über die Früchte legt. Kaolin ist ein Tonmineral, welches unter anderem in Deutschland für die Porzellanherstellung abgebaut wird. Der Schutzfilm auf den Früchten reflektiert die Sonnenstrahlen und soll folglich Schäden durch Sonnenbrand reduzieren.

In dem Versuch zur Verhinderung von Sonnenbrand wurde in der Hälfte einer Braeburn-Reihe Sommerschnitt durchgeführt (06. August) und in der anderen Hälfte wurde nicht geschnitten. Unmittelbar nach dem Sommerschnitt wurde jeweils in der Hälfte der beiden Parzellen Kaolin (4 kg/ha mKh) appliziert. Die Früchte der vier Parzellen wurden etwa eine Woche nach der Versuchsdurchführung auf Sonnenbrand bonitiert. In der **Tab. 2** ist jeweils der Anteil der geschädigten Früchte der vier Parzellen abgebildet. In den beiden Varianten ohne Sommerschnitt gab es keinen

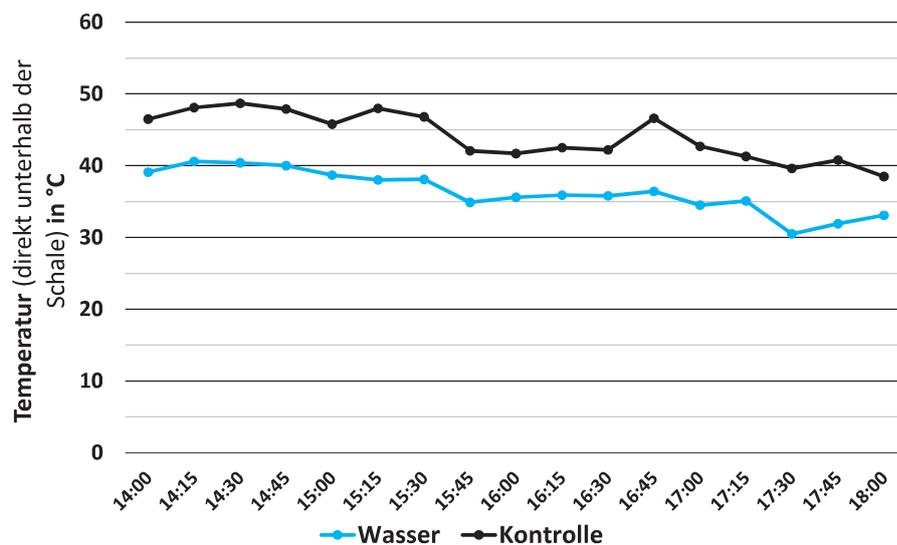


Abb. 5: Verlauf der Temperaturen (°C) von einer Frucht (blau), die regelmäßig mit Wasser besprüht wurde, und einer Kontrollfrucht (schwarz), gemessen direkt unterhalb der Schale (Versuchsdurchführung: 07.08.2018)

Sonnenbrand. Die Variante mit Sommerschnitt und ohne anschließender Kaolin-Behandlung zeigte 10,5% sonnenbrandgeschädigte Früchte. In der vierten Variante, wo nach dem Sommerschnitt Kaolin appliziert wurde, konnte der Anteil der geschädigten Früchte um mehr als 50% reduziert werden, sodass „nur“ noch 3,2% der Früchte Sonnenbrand aufwiesen.

**Gegenmaßnahme: klimatisierende Beregnung**

Eine weit verbreitete Maßnahme die Äpfel vor Sonnenbrand zu schützen, ist, zumindest bei Vorhandensein einer Frostschuttberegnung, die klimatisierende Beregnung. Hierbei entsteht Verdunstungskälte, die zu einer Absenkung der Temperaturen in den Obstanlagen führt, mit dem Ziel, dass die Früchte gekühlt werden.

Um den Effekt der Kühlung zu verdeutlichen, wurde am 07. August eine Frucht alle 5 Minuten mit Wasser besprüht. Mithilfe eines Einstichthermometers wurde im Zeitraum von 14 bis 18 Uhr die Temperatur direkt unterhalb der Schale alle 15 Minu-

ten gemessen. Zum Vergleich wurde an einer Kontrollfrucht die Temperatur ebenfalls erfasst. In der **Abbildung 5** sind die Temperaturverläufe der beiden Früchte dargestellt. Die Temperatur der Frucht, welche regelmäßig mit Wasser besprüht wurde, ist über den gesamten Zeitraum um 6 bis 10 °C niedriger gewesen als die der Kontrollfrucht. Es ist anzunehmen, dass der Temperaturunterschied noch größer wäre, wenn die gesamte Anlage im Minutentakt nass gemacht worden wäre, wie es bei einer Überkronenkronenberegnung auch üblich ist. Diese Vermutung bestätigen die Ergebnisse aus dem Praxisversuch von STEFFENS (2008) als tendenziell höhere Temperaturunterschiede (> 10 °C) zwischen einer beregneten und einer unberegneten Apfelanlage gemessen wurden.

**Fazit**

Die im Sommer 2018 an der ESTEBURG durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass es mehrere Einflussfaktoren bzw. Gegenmaßnahmen gibt, die Sonnenbrand fördern, aber auch verhindern/reduzieren können. Es muss allerdings berücksichtigt und darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse aus einjährigen Versuchen stammen. Bei einer Wiederholung der Versuche lässt sich vermuten, dass sich die Ergebnisse möglicherweise unterscheiden werden. Schließlich treten Sonnenbrandschäden trotz vergleichbarer Witterungsbedingungen nicht

Tab. 2: Übersicht der Boniturergebnisse des Kaolin-Versuchs zur Verhinderung von Sonnenbrand (Versuchsdurchführung: 06.08.2018)

	kein Sommerschnitt	kein Sommerschnitt + Cutisan (Kaolin) 4 kg/ha mKh	Sommerschnitt (06.08.2018)	Sommerschnitt + Cutisan (Kaolin) 4 kg/ha mKh
durch Sonnenbrand geschädigte Äpfel	0 %	0 %	10,5 %	3,2 %

immer gleich stark auf. Neben den äußeren Bedingungen spielt auch der Zustand der Bäume eine große Rolle. Hierbei sind unter anderem folgende Faktoren zu nennen: Trockenstress, Ernährungszustand oder Wurzelschnitt.

Durch die Versuchsergebnisse konnte wieder bestätigt werden, dass sowohl nach Pflanzenschutz- als auch nach Kulturmaßnahmen, wie Sommerschnitt, bei entsprechender Witterung (sonnig-heiß) ein erhöhtes Sonnenbrandrisiko besteht.

Ein oftmals unterschätzter Faktor ist der Wind. Selbst eine leichte Brise in den Anlagen kann die Oberflächentemperatur der Früchte senken. Vielleicht ist dies auch einer der Gründe dafür, dass in 2018, entgegen den Erwartungen, nur wenige Sonnenbrandschäden auftraten. Schließlich lag die mittlere Windgeschwindigkeit an den heißen Tagen immer zwischen 1,5 und 3 m/s, sodass die leichte Luftbewegung eventuell einen kühlenden Effekt auf die Früchte ausübte und die

Wärme sich nicht in den Obstanlagen stauen konnte.

Ein gutes Ergebnis Sonnenbrand aktiv zu reduzieren, zeigte der Versuch mit Kaolin, indem die Sonnenbrandschäden um mehr als 50% reduziert werden konnten. Eine Kaolin-Behandlung kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn z.B. aufgrund mangelnder Wasserverfügbarkeit keine Überkronenberegnung vorhanden ist und Kulturmaßnahmen, wie Sommerschnitt, abgeschlossen sind. Allerdings hinterlässt eine Kaolin-Behandlung sehr viele Spritzflecken, die bei entsprechend langen Trockenperioden bis zur Ernte auf den Früchten verbleiben können.

Die effektivste Maßnahme bleibt aber nach wie vor die klimatisierende Beregnung. Dank der Verdunstungskälte, die in den Anlagen während des Beregnens entsteht, werden die Früchte gekühlt und die Temperatur übersteigt nicht den kritischen Wert (**Abb. 6**). Diese Schutzmaßnahme hat allerdings auch gewisse Nachteile. Zum Einen wird eine hohe Wassermenge hierfür benötigt und zum Anderen muss das Wasser eine gute Qualität aufweisen, die in 2018 an der Niederelbe nicht überall gegeben war und zum Teil zu massiven Salzschäden an den Bäumen geführt hat (siehe Artikel von Dr. Dirk Köpke in einer der nächsten Ausgaben der Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes).

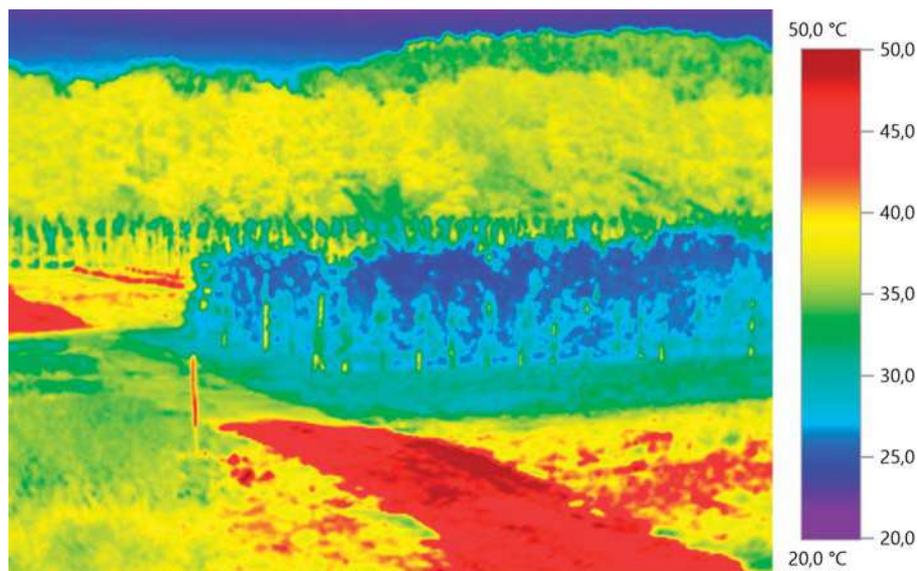


Abb. 6: Mithilfe einer Wärmebildkamera lässt sich der Effekt durch die klimatisierende Beregnung sehr gut verdeutlichen. Selbst bei einer Außentemperatur von fast 34 °C wurde die Apfelanlage auf angenehme 25 °C gekühlt (Aufgenommen: 07.08.2018).



## Literatur

- ESTEBURG & GOTHE, C. (2015). Vorernteführungen 2015 – Kompaktes Programm für interessierte Obstbauern. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **70**: 342-347.
- NOGA, G., TARTACHNYK, I. & YUSUF, S. (2012). Sonnenbrand - das heiße Thema im Obstbau. *INNOfrutta - Magazin für modernen Obstbau* (Bayer CropScience Deutschland GmbH) **10**: 4-5
- STEFFENS, M. (2008). Einsatz der klimatisierenden Beregnung zum Schutz vor Sonnenbrand. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **63**: 353-354. ●