



**Universität für Bodenkultur, Wien**  
Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Wein- und Obstbau

In Zusammenarbeit mit:

**Versuchszentrum Laimburg, Bozen**  
Amt für Versuchswesen I, Obstbau

**Masterarbeit:**

**Vergleichsversuch zwischen Metamitron  
und Paraffinöl auf ihre ausdünnende Wir-  
kung beim Apfel und deren Einflüsse auf  
die Fruchtqualität**

*Eingereicht von:* Christian Dallemulle

*Betreut von:* Prof. Dr. Astrid Forneck

*Mitbetreut von:* Dr. Markus Kelderer

Universität für Bodenkultur, Wien  
Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Abteilung Obst- und Weinbau H95800  
Akademisches Jahr 2016/2017

## **Vorwort**

In der Produktion von Tafelobst ist eine optimale Qualität unerlässlich geworden, sei es für den Produzenten als auch für den Konsumenten: Der Produzent wird nach der Qualität seiner Ware bezahlt, der Konsument ist heute kritischer denn je und greift gerne ausschließlich zu einwandfreien Produkten. Gleichzeitig lastet hoher Druck auf den Landwirten, da die Lebensmitteleinzelhandelsketten den Markt bestimmen und somit das Preisgeschehen beeinflussen. Dies führt dazu, dass sich die Landwirte immer wieder neu orientieren und Betriebsabläufe kostengünstiger gestalten müssen. Insbesondere im Arbeitsablauf der Ertragsregulierung, der den zweitgrößten Kostenpunkt nach der Ernte darstellt, könnte Einsparungspotential liegen. Genau in diesem Punkt besteht die Herausforderung der modernen Obstwirtschaft: kostengünstiges und gesundes Obst zu produzieren, dass für den „Hauptdarsteller Landwirt“ die Obstwirtschaft auch in Zukunft attraktiv und lohnenswert bleibt.

Die genannten Aspekte sollen in dieser Diplomarbeit aufgegriffen und anhand eines Versuches verarbeitet werden.

An dieser Stelle möchte ich mich aufrichtig bei meiner Familie bedanken, die mir das Studium ermöglicht hat. Auch meiner Freundin Marina und all meinen treuen Freunden möchte ich danken, die meine Zeit in Wien unvergesslich gemacht haben und mich stets ermutigt haben auch in schwierigen Zeiten am Ball zu bleiben, um mein Studium abzuschließen zu können.

Ein großes Dankeschön geht nicht zuletzt an das Versuchszentrum Laimburg und das Team der Abteilung Physiologie mit Dipl. Ing. Christian Andergassen und Daniel Pichler, die mich über das fünfmonatige Praktikum begleitet haben und mir die Durchführung des Versuchs für die Diplomarbeit ermöglicht haben. Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Tutor an der Laimburg Dr. Markus Kelderer für die Organisation des praktischen Teiles der Diplomarbeit und bei meiner Tutorin an der BOKU Prof. Dr. Astrid Forneck für die Korrektur und Bewertung der Diplomarbeit.

Neumarkt an der Etsch, im Dezember 2016

Christian Dallemulle

Student für Nutzpflanzenwissenschaften  
Universität für Bodenkultur, Wien

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Neue Ansätze zur chemischen Fruchtausdünnung	1
<b>2. Ziel des Versuches</b>	<b>3</b>
2.1 Fragestellung & Versuchsziel	3
2.2 Arbeitshypothesen	3
<b>3. Status Quo der Thematik</b>	<b>4</b>
3.1 Photosynthesehemmung durch Metamitron	4
3.2 Transpirationshemmung durch Paraffinöle	8
<b>4. Literaturüberblick</b>	<b>11</b>
4.1 Der natürliche Fruchtfall	11
4.2 Die Alternanz	14
4.3 Möglichkeiten zur Ertragsregulierung	15
4.4 Einfluss des Fruchtfalles und der Ausdünnung auf die Fruchtqualität	17
<b>5. Material und Methodik</b>	<b>18</b>
5.1 Lage und Beschreibung des Versuchsstandortes	18
5.2 Witterung und Phänologie	21
5.3 Versuchsvarianten	22
5.4 Versuchsanordnung	23
5.4.1 Auswahl der Versuchsbäume	23
5.4.2 Ausbringung der Ausdünnmittel	24
5.4.3 Photosynthesemessungen	24
5.4.4 Ausdünnwirkung nach Junifruchtfall	25
5.4.5 Erhebung der äußeren Qualitätsparameter	26
5.4.6 Erhebung der inneren Qualitätsparameter	26
5.4.7 Erhebung der Pflanzenverträglichkeit	27
5.4.8 Erhebung der Fruchtberostung	27
5.4.9 Erhebung von Fruchtdeformationen und Pygmäen	28
5.5 Statistische Auswertung	29
<b>6. Ergebnisse</b>	<b>30</b>
6.1 Photosyntheseleistung	30
6.2 Fruchtansatz nach Junifruchtfall	31
6.3 Äußere Qualitätsparameter	34
6.3.1 Anzahl an Früchten pro Baum	34
6.3.2 Gesamtgewicht an Früchten pro Baum in Kg	35
6.3.3 Durchschnittliches Einzelfruchtgewicht	36
6.3.4 Durchschnittlicher Einzelfruchtdurchmesser	37
6.3.5 Ausfärbung	38
6.3.6 Sortierergebnis	40
6.4 Innere Qualitätsparameter	44
6.4.1 Lösliche Trockensubstanz	44
6.4.2 Fruchtfleischfestigkeit	45
6.4.3 Titrierbare Säure	46
6.5 Untersuchung von Nebeneffekten	47
6.4.1 Pflanzenverträglichkeit	47
6.4.2 Fruchtberostung	47
6.4.3 Fruchtdeformationen und Pygmäenfrüchte	49

<b>7. Interpretation der Daten und Schlussfolgerungen</b>	<b>51</b>
7.1 Photosynthesehemmung	51
7.2 Ausdünnwirkung	53
7.3 Äußere Qualitätsparameter	55
7.4 Innere Qualitätsparameter	58
7.5 Phytotoxizität bei Gala	58
7.6 Fruchtberostung bei Fuji	59
7.7 Fruchtdeformationen und Pygmäenfrüchte	59
<b>8. Zusammenfassung</b>	<b>61</b>
<b>9. Literaturverzeichnis</b>	<b>62</b>
<b>10. Anhang</b>	<b>67</b>
10.1 In Südtirol verwendete Ausdünnmittel	67
10.2 Etiketten der eingesetzten Ausdünnmittel	69

# 1. Einleitung

In Südtirol wurden im Jahr 2015 auf 18.541 Hektar 1,13 Millionen Tonnen Äpfel geerntet – 64% davon gingen in den Export - die ein Zehntel der gesamten europäischen Apfelproduktion ausmachen (AUTONOME PROVINZ BOZEN-SÜDTIROL 2016). Bei diesem breiten Absatzmarkt und Kundenspektrum ist der Fokus auf die Qualitätsproduktion unumgänglich, wobei sie bereits im Feld beginnt, um äußere und innere Qualität sichern zu können (KÖSSLER 2016).

Dies kann nur gelingen wenn den Produzenten genügend Möglichkeiten für eine Qualitätsproduktion gewährt werden und der Konsument guten Gewissens Lebensmittel zu einem fairen Preis-Leistungs-Verhältnis erwerben kann. Für die Produzenten gilt der Grundsatz, eine hohe Erntemenge mit an den Markt angepassten Qualitätsansprüchen zu vereinbaren (LINK 2000).

In Südtirol muss grundsätzlich zwischen integriert bewirtschaftetem und biologisch bewirtschaftetem Apfelanbau unterschieden werden (AUTONOME PROVINZ BOZEN-SÜDTIROL 2016). Beide Anbauformen haben unterschiedliche Leitlinien und bedienen sich unterschiedlicher Maßnahmen zur Fruchtbehangsregulierung wobei für den Bioanbau generell eingeschränktere Möglichkeiten zur Verfügung stehen (STRIMMER et al. 1997).

Auch bei schlechten Befruchtungsverhältnissen trägt der Apfel einen Überschuss an Blüten bzw. entwickelten Früchten, die vom Baum nicht alle versorgt werden können und durch natürliche Fruchtfallperioden abgeworfen werden (BANGERTH 2000). Für einen guten Ertrag mit guter Qualität braucht es zwischen 7-9% an befruchteten Blüten pro Baum (WIEDMER 2009), d.h. neben den natürlichen Fruchtfallperioden muss zusätzlich chemisch und manuell vor- oder nachgedünnt werden. Dafür sind die Blüten- und Fruchtausdünnung eine der wichtigsten Kulturmaßnahmen, um Qualitätsparameter wie Fruchtgewicht, Fruchtdurchmesser und Fruchtausfärbung zu steigern, da sie eine wesentliche Rolle für die Vermarktung spielen (LINK 2000). Ein weiterer Grund der Ausdünnung ist die Vermeidung der Alternanz, um über Jahre gleichmäßige, qualitativ hochwertige Erträge erwirtschaften zu können (TROMP 2000).

## 1.1 Neue Ansätze zur chemischen Fruchtausdünnung

Seit dem EU – Verbot von Carbaryl zwischen 2007 und 2008, einem Insektizid mit Ausdünnender Nebenwirkung, wird in der integrierten Obstproduktion nach alternativen Möglichkeiten für die Fruchtausdünnung gesucht, um den Arbeitsaufwand der Handausdünnung niedrig zu halten (DECKERS et al. 2010). Der Arbeitsaufwand für die Handausdünnung kann um die 100 Stunden pro Hektar betragen, wobei durch eine gezielte, schlagkräftige Fruchtausdünnung Arbeit und Kosten minimiert werden können (LANG und THOMANN 2009, 2016). Auch Spätfröste im Frühjahr wie z.B. 2016 in der Steiermark erhöhen die Notwendigkeit von Fruchtausdünnern, dass nach starken Frostperioden der mögliche Fruchtansatz abgeschätzt und mit reduzierter Handarbeit nachkorrigiert werden kann (SCHOCKEMÖHLE 2016, DECKERS et al. 2010).

Der Einsatz von Bioregulatoren bzw. Phytohormonen hängt von Saison zu Saison stark von der Witterung und Sorte ab und bringt jedes Jahr unterschiedliche Ausdünnwirkungen (COSTA et al. 2013). Laut BANGERTH 2000 wird durch die Applikation von Bioregulatoren der Hormonhaushalt der Pflanze oft zu sehr ins Ungleichgewicht gebracht, was zu einer ungleichmäßigen Ausdünnwirkung führen kann.

Auf der Suche nach Alternativen konnten BYERS et al. 1985 durch Beschattung bzw. Applikation des Herbizides Terbacil nach der Vollblüte eine signifikante Ausdünnwirkung feststellen. Sie konnten beobachten, dass induzierter Fruchtfall durch Beschattung bzw. Applikation von Terbacil zur selben Zeit – 16-21 Tage nach Vollblüte – stattfindet wie bei Behandlungen mit synthetischen Auxinen. Auch ein Kompensationseffekt bei halb behandelten Bäumen kann nicht ausgeschlossen werden, d.h. nicht gehemmte Baumpartien versorgen gehemmte Baumpartien mit Assimilaten.

DEL VALLE et al. fanden 1985 bei Versuchen mit Terbacil heraus, dass die Photosyntheseleistung bis zu 24 Tagen unterdrückt werden konnte und dies mit der Intensität des Fruchtfalles korreliert. BYERS et al. 1990 (a,b) stellten fest, dass Versuche mit Terbacil bei bewölktem Wetter bzw. reduzierten Lichtverhältnissen die Photosyntheseleistung beeinflusst und die Ausdünnwirkung signifikant erhöht.

Die empfindlichste Periode für eine Photosynthesereduktion konnte nach 10mm Fruchtgröße ausgemacht werden. BYERS fand 2002 heraus, dass hohe Nachttemperaturen und damit auch eine höhere Veratmungsaktivität der Pflanze, unabhängig vom eingesetzten Ausdünnmittel die Ausdünnwirkung stark erhöht. Mit Metamitron und Paraffinölen gibt es heute ein Herbizid als Photosynthesehemmer und ein Paraffinöl als Transpirationshemmer, die genau an diesen Punkten ansetzen, um in späteren phänologischen Stadien ausdünnen zu können, ohne direkt in den Hormonhaushalt der Pflanze einzugreifen (DECKERS et al. 2010, KELDERER et al. 2014). Bis dato gibt es laut Literatur keinen direkten Vergleichsversuch beider Ausdünnmittel, wo deren Performance parallel untersucht wurde.

## 2. Ziel des Versuches

### 2.1 Fragestellung und Versuchsziel

Photosynthesehemmer und Transpirationshemmer haben ähnliche Wirkmechanismen und können in einer ähnlichen Zeitspanne zur Fruchtausdünnung eingesetzt werden, um ein gutes Verhältnis zwischen fruchtbehang und Qualität zu erreichen. Demnach stellt sich folgende Frage:

*Welche Ausdünnwirkung und welche Einflüsse (positiv und negativ) auf die Fruchtqualität haben der Photosynthesehemmer Metamitron (Brevis®) und der Transpirationshemmer Paraffinöl (Eko Oil Spray®) im Vergleichsversuch für unterschiedliche Sorten?*

Als Ziel dieser Arbeit sollten beide Fruchtausdünnungsmittel bei den Sorten Gala und Fuji getestet und deren Ausdünnwirkung, Einfluss auf die Fruchtqualität und eventuelle Nebeneffekte erhoben werden. Es wurden gerade diese Sorten gewählt, weil sich Gala verhältnismäßig einfach und Fuji verhältnismäßig schwer chemisch ausdünnen lässt. Das Ergebnis dieser Arbeit sollte schlussendlich dazu dienen, ein gutes Verhältnis zwischen Ertrag und Qualität zu erzielen und den Aufwand und die Kosten für die Handausdünnung zu senken, ohne dass die Fruchtqualität negativ beeinflusst wird.

Im Versuch sind zur Beantwortung der Versuchsfrage folgende Schritte notwendig:

1. Erhebung der Wetterdaten und Untersuchung von Zusammenhängen mit der Ausdünnwirkung, Photosyntheseleistung oder Qualität der Früchte.
2. Messung des CO<sub>2</sub>-Gasaustausches an den Blättern zur Messung des Einflusses von Metamitron und Paraffinöl auf die Photosyntheseleistung.
3. Untersuchung der Ausdünnwirkung von Metamitron und Paraffinöl mit unterschiedlichen Konzentrationen.
4. Erhebung des Einflusses von Metamitron und Paraffinöl auf die innere und äußere Qualität der Früchte. Erhebung von phytotoxischen Schäden an den Blättern und Früchten.

### 2.2 Arbeitshypothesen

Die Arbeitshypothesen beziehen sich jeweils pro Sorte. Die Sorten werden untereinander *nicht* bzw. begrenzt verglichen, da beide einen wesentlich unterschiedlichen Wuchshabitus aufweisen und beide eine unterschiedliche Ausdünnstrategie erfordern.

H<sub>0</sub>: Zwischen den Behandlungen mit Metamitron und Paraffinöl konnte kein signifikanter Unterschied in den Ertrags- bzw. Qualitätsparametern festgestellt werden.

H<sub>A</sub>: Zwischen den Behandlungen mit Metamitron und Paraffinöl war ein signifikanter Unterschied in den Ertrags- bzw. Qualitätsparametern feststellbar.

### 3. Status Quo der Thematik

#### 3.1 Photosynthesehemmung durch Metamitron

*Eigenschaften des Wirkstoffes (BRUNNER 2015a, TORGLER 2015):* Metamitron gehört zur Gruppe der Triazinon-Herbizide, dringt innerhalb drei Stunden ins Blatt ein und verteilt sich nicht systemisch in der Pflanze.

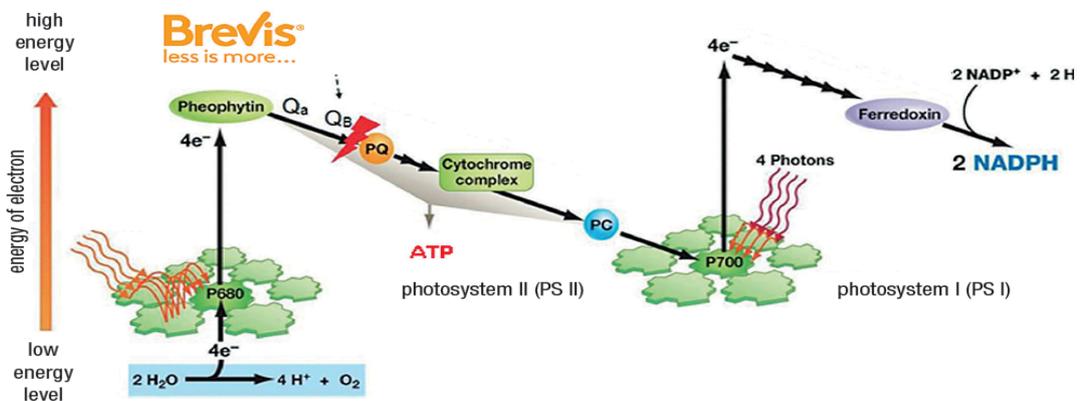
Metamitron zur Ausdünnung ist in Italien mit dem Handelsnamen Brevis<sup>®</sup> seit 2014 auf dem Markt und mit 15% Metamitron (Calciumformiat als Beistoff) als wasserlösliches Granulat formuliert. Pro Jahr sind maximal zwei Anwendungen erlaubt, wobei in einer Anwendung maximal 2,2 kg pro Hektar und bei zwei Anwendungen maximal 4,4 kg pro Hektar ausgebracht werden dürfen.

*Optimale Einsatzbedingungen (BRUNNER 2015a):*

- Temperaturen um 20°C
- Hohe Luftfeuchtigkeit unterstützt die Aufnahme
- Geringe Windbedingungen
- Geringe Globalstrahlung, am besten bereits am Tag davor und mehrere Tage nach der Applikation, um ein Kohlenhydratdefizit aufzubauen und somit die Ausdünnwirkung zu steigern.
- Hohe Nachttemperaturen, dass Assimilate veratmet werden und der Pflanze nicht mehr zur Verfügung stehen können.

*Wirkmechanismus (ABBASPOOR et al. 2005, ADAMA<sup>®</sup>):*

Metamitron greift in das Photosystem II der Photosynthese ein, wo es den nichtzyklischen Elektronentransport zum Plastochinon hemmt. Hierbei lagert sich der Wirkstoff an die Chinonbindungsstelle des Plastochinon Q<sub>B</sub> und blockiert, wie in *Abbildung 1* dargestellt, den weiteren Elektronentransport. Dies führt zu einer Hemmung der ATP-Produktion und folglich zu einem Kohlenhydratdefizit.



**Abbildung 1:** Wirkmechanismus von Metamitron: Durch die Blockierung des Elektronentransportes zwischen Photosystem II und I wird die Photosynthese gehemmt (nach ADAMA<sup>®</sup>).

*Bei Freilandversuchen mit unterschiedlichen Wirkstoffkonzentrationen von Metamitron und unterschiedlichen Witterungsbedingungen konnten bis dato folgende Erkenntnisse gewonnen werden:*

KÖPCKE hat 2005 in praktischen Versuchen mit Elstar und Golden Delicious herausgefunden, dass 350 ppm Metamitron eine Ausdünnwirkung von 30% erzielen konnten, wobei 200 ppm bei hohem Fruchtbehang zu schwach waren und 700 ppm bei niedrigem Fruchtbehang zu stark ausdünneten. Eine ausdünnende Wirkung konnte zwischen Petalenfall und 20mm Fruchtgröße (5-28 Tage nach Vollblüte) festgestellt werden, wobei die Wirkung zwischen 6-16mm Fruchtgröße (12-24 Tage nach Vollblüte) am stärksten war. Der Fruchtfall fand 10-14 Tage nach der Behandlung statt und endete zwei Wochen früher als in der unbehandelten Kontrolle. Bei zweimaligen Behandlungen (Abstand 6-14 Tage) konnte der Behang um bis zu 80% verringert werden. Die ausdünnende Wirkung ließ bei reduzierter Wasseraufwandmenge nach und bei Konzentrationen ab 700 ppm kam es zu tolerierbaren Blattnekrosen. Fruchtgröße, Säure- und Zuckergehalt konnten verbessert werden, während sich die Fruchtfleischfestigkeit und Deckfarbe nicht signifikant veränderten. Die Photosynthese konnte bis zu vier Wochen nach der Behandlung reduziert werden. Die Wiederblüte konnte gefördert werden, wobei als Ergänzung eine Blütenausdünnung mit Ethephon angeraten wurde.

DORIGONI und LEZZER fanden 2007 heraus, dass die Ausdünnwirkung von Metamitron mit der Wirkstoffkonzentration steigt. Auch die sortenunabhängige Schlagkraft des Ausdünnmittels, vor allem bei der alternanzanfälligen Sorte Fuji, konnte wegen des hormonunabhängigen Wirkmechanismus überzeugen. Mit einer einmaligen Behandlung von 350 ppm bei der Fruchtgröße von 6mm konnte der Zielbehang bei Fuji von zirka 100 Früchten pro Baum mit einem Einzelfruchtgewicht von mindestens 250g erreicht werden, wobei sich das Gewicht pro Baum nicht änderte. Dies erfolgte durch einen selektiven Abwurf der kleinen Früchte ohne den Zuwachs der hängenden Früchte negativ zu beeinflussen. Eine Behandlung von zwei mal 350 ppm bei jeweils 6mm und 12mm überdünnte die Sorte Fuji. Leichte phytotoxe Schäden waren an den Blättern sichtbar. Mit einer ausdünnenden Wirkung ging auch eine bessere Ausfärbung der Früchte einher.

CLEVER führte 2007 Versuche mit verschiedenen Ausdünnmitteln bei der Sorte Elstar durch und konnte mit einer einmaligen Metamitronbehandlung von 350 ppm bei 6-8mm Fruchtgröße vergleichbare Ergebnisse wie mit Ethephon bei Vollblüte erzielen. Pro 100 Blütenbüschel konnten 78 Früchte gezählt werden. Der Behang betrug 20kg pro Baum, wobei 79% der Früchte über 70mm Fruchtdurchmesser aufwiesen. Die Fruchtfarbe lag bei 57% mit einer Berostung von 3,4 auf einer Skala von 1-9.

LAFER 2010 konnte in einem mehrjährigen Versuch bei der Sorte Elstar herausfinden, dass die Wiederblüte mit der Ausdünnwirkung korreliert. Eine optimale Fruchtgröße konnte mit Metamitronbehandlungen von 350 ppm bei 6-8mm und 12-14mm und bei einer Kombination von 216 ppm Ethephon bei Ballonstadium gefolgt von 350 ppm Metamitron bei 10-12mm erzielt werden. Es konnten keine Nebenwirkungen festgestellt werden. Um die Ausdünnwirkung über die Jahre konstant halten zu können, wäre eine Anpassung an die jeweiligen Lichtverhältnisse notwendig. Bei alternanzanfälligen Sorten wäre immer auch eine Vordünnung zu einem früheren phänologischen Stadium von Nöten.

BRUNNER 2014 konnte bestätigen, dass durch Metamitron die Photosynthese bis zu drei oder vier Wochen reduziert wird und dies mit der applizierten Dosis korreliert. Die größte Reduktion der Photosynthese tritt zirka vier Tage nach der Applikation auf, wobei sie sich je nach Dosis nach 17-21 Tagen wieder erholt. Die Reduktion der Photosynthese selbst kann je nach Dosis 20-40% betragen. Die höchste Photosyntheseinhibition war an den älteren, vollentwickelten Blättern zu sehen und die beste Ausdünnwirkung konnte zwischen 8 und 16mm festgestellt werden. Das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht und der Gehalt an löslicher Trockensubstanz konnten erhöht werden, während die Fruchtfleischfestigkeit und die Säure von der Behandlung unbeeinflusst blieben. Die höchste Ausdünnwirkung war bei schwachen Lichtverhältnissen und in niedrigen Lagen sichtbar, während in höheren Lagen auch höhere Aufwandmengen für die selbe Ausdünnwirkung notwendig waren. Nebenwirkungen konnten keine gefunden werden, wobei Golden Delicious als empfindlichste Sorte festgestellt werden konnte. Eine positive Wirkung auf die Wiederblüte konnte nicht festgestellt werden.

GREENE 2014 stellte erstmals fest, dass warme Temperaturen nach der Applikation die Ausdünnwirkung signifikant erhöhen können. Nach der Behandlung herrschten vier Tage lang maximale Temperaturen rund um 30°C.

In Versuchen 2015b fand BRUNNER heraus, dass die Formulierung Brevis (2,2 kg/ha bei 10-12mm) mit 45% im Durchschnitt besser ausdünnte als die Formulierung Goltix mit 28%. Zucker, Fruchtfleischfestigkeit, Fruchtgröße und Fruchtfarbe konnten mit Metamitron verbessert werden. Auch hier korreliert die Dosis mit der Ausdünnwirkung, wobei mit 2,2 kg/ha ein ähnlicher Fruchtbehang (rein numerisch) wie bei der Handausdünnung und die doppelte Ausdünnwirkung wie mit Benzyladenin erzielt werden konnte. Den stärksten Wirkungsgrad zeigte Brevis bei einer Mittelfruchtgröße von 12mm. Nur leichte Blattnekrosen und Fruchtberostungen zeigten sich bei Golden Delicious.

Die optimale Wasseraufwandmenge pro Hektar wurde bei 1500l gefunden. Durch das Schließen der unteren zwei Düsen des Sprüherers konnte ein einheitlicheres Ausdünnbild erreicht werden. Durch eine reduzierte Globalstrahlung und hohe Nachttemperaturen ist mit einer Wirkungssteigerung zu rechnen.

Nach LAFER 2015 scheint neben der Dosierung des Ausdünnmittels und dem Phänologischen Stadium die Temperatur und die Globalstrahlung ein paar Tage vor der Behandlung und ein paar Tage danach eine wichtige Rolle zu spielen. Diffuses Licht bei Bewölkung erhöhte die Ausdünnwirkung, während eine hohe Lichtintensität das Gegenteil bewirkte und sogar den Fruchtbehang erhöhen konnte.

TORGGLER kommt 2016 zum Schluss, dass eine Brevisbehandlung mit 1,65 kg/ha für Südtiroler Anbauverhältnisse bei 10 mm Fruchtgröße am mehrjährigen Holz am besten ausdünn, vorausgesetzt dass der Himmel nach der Behandlung einige Tage bewölkt bleibt. Rücksicht sollte dabei auch auf Anlagen mit Hagelnetz genommen werden, da sich dort die Ausdünnwirkung erhöhen kann. Eine Vor-dünnung bleibt für gleichmäßige Erträge über die Jahre trotzdem unumgänglich.

### 3.2 Transpirationshemmung durch Paraffinöle

#### *Eigenschaften des Wirkstoffes:*

Prinzipiell kann eine große Palette an öligen Substanzen wie Pinien-, Soja-, Raps- und Mineralöl bzw. Paraffinöl dazu verwendet werden um die Transpiration der Blätter zu hemmen (KELDERER et al. 2012).

#### *Wirkmechanismus:*

Der Wirkmechanismus basiert nicht auf einem chemischen Prinzip, wie Metamitron, sondern auf dem physikalischen Prinzip, dass ölige Substanzen die Stomata an den Blättern verschließen, die Netto-Photosynthese reduzieren, daher ein Kohlenhydratdefizit erzeugen und Fruchtfall induzieren (KELDERER et al. 2012).

BEATTIE et al. 2002 beschreiben wichtige Faktoren, die die Wirkung von Transpirationshemmern beeinflussen:

- *Applizierte Dosis* → Je höher die Dosis, desto höher das Phytotoxizitätsrisiko, da Netzmittel oder Beistoffe in steigender Dosis pflanzenunverträglichkeiten auslösen können.
- *Blattmorphologie* → Blätter mit wachsiger Oberfläche nehmen Öle besser auf.
- *Temperatur* → Hohe Temperaturen erhöhen die Viskosität und verstärken die Blattaufnahme von Ölen und deren Transpirationshemmung.
- *Luftfeuchtigkeit* → Eine hohe Luftfeuchtigkeit verstärkt die Transpirationshemmende Wirkung.

Bei Freilandversuchen mit unterschiedlichen Wirkstoffkonzentrationen von Paraffinölen und unterschiedlichen Witterungsbedingungen konnten bis dato folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

BAUDOIN et al. Fanden 2006 heraus, dass Mineralöle bei ihrer Ausbringung langsam die Stomata und auch die Cuticula der Blätter penetrieren und somit die Photosynthese hemmen. 12-20mm Regen können den Ölfilm zu einem großen Teil abwaschen. An Weinreben konnte eine Photosynthesehemmung um zirka ein Drittel von wenigen Tagen bis zu drei Wochen beobachtet werden. Dies konnte durch Unterschiede in der Blattmorphologie und unterschiedlichen Dicke der Cuticula erklärt werden.

KELDERER et al. 2010 führten erstmals Versuche mit verschiedenen öligen Substanzen bei einer Fruchtgröße  $\geq 15\text{mm}$  durch. Die Applikation 3 x 2l/hl mit zwei Tagen Abstand zwischen den Behandlungen, brachte eine Ausdünnwirkung von 21%, während die Applikation von 3 x 1l/hl Ultra Fine Oil (selber Abstand) eine Ausdünnwirkung von 34% brachte. Die Applikation von 3 x 2l/hl Rapsöl wiederum brachte eine Ausdünnwirkung von 55%, während die Applikation von 3 x 2l/hl Sojaöl eine Ausdünnwirkung von 36% zeigte.

SCHNITZER 2011 und KELDERER et al. 2012a konnten mit 3x 1l/hl Ultra Fine Oil und 350 ppm Metatmitron bei 15 mm eine Ausdünnwirkung von 26% und 38% erreichen und die Photosyntheseleistung gleichermaßen erheblich senken. Auch die Variante 1,5l/hl Paraffinöl schnitt ähnlich der anderen Ölvariante ab. Fruchtgröße und Fruchtgewicht konnte bei beiden Varianten erfolgreich gesteigert werden. Die Ölvarianten wiesen eine teilweise starke Berostung an den Früchten der Sorte Golden auf, auch Blattverbrennungen waren sichtbar. Metamitron brachte keine Nebenwirkungen. Das Fruchtgewicht aller Ausdünnvarianten konnte gesteigert werden.

SPARER 2012 und KELDERER et al. 2012b konnten bei Versuchen mit Paraffinöl, trotz besserer Ausdünnwirkung als mit Brancher Dirado, keine signifikante Photosynthesehemmung beobachten. Die meisten Sorten zeigten Nebenwirkungen, auch bedingt durch den Schwefelkalk Einsatz zur Schorfabwehr, bis hin zu Blattnekrosen und Blattfall, während Gala und Fuji nur schwache Nebenwirkungen aufwiesen. Die Paraffinölbehandlungen hatten keine Nebenwirkungen auf die Samenbildung der Äpfel und verursachten keine Deformierungen.

KELDERER et al. 2014 forschten an Paraffinölen als Fruchtausdüner weiter und testeten neben Ultra Fine Oil (UFO) auch das Eko Oil (auch 98,8% Paraffinöl). Nachdem im Frühjahr 2012 starker Frost herrschte, war der Ausgangsbehang dementsprechend niedrig. Alle Testvarianten mit UFO konnten erfolgreich ausdünnen und wiesen im Folgejahr auch eine höhere Wiederblüte auf. Bei Behandlungen mit Paraffinöl und Schwefelkalk waren erneut Blattverbrennungen und Fruchtberostungen sichtbar.

Im darauffolgenden Jahr wurde Eko Oil als Ausdüner untersucht. Die Ausdünnwirkung war mit 120 Früchten pro 100 Blütenbüschel bei Fuji weniger erkennbar als mit 38 Früchten pro 100 Blütenbüschel bei Gala. Fuji war demnach schwerer auszudünnen als Gala, wobei sich dies auch in minimalen Unterschieden zur Kontrolle bei Fuji auswirkte. Zwischen den Varianten 2 x 1,5l und 2 x 1l Öl gab es nur minimale Unterschiede. Die Phytotoxenen Schäden waren weniger ausgeprägt als im Jahr zuvor, die Berostung war aber ziemlich hoch.

SULZER konnte 2015 in Versuchen herausfinden, dass UFO signifikant ausdünnend wirkt und das Einzelfruchtgewicht und der Deckfarbenanteil z.B. bei Gala gesteigert werden konnte. Durch UFO wurden Berostungen hervorgerufen, die jedoch tolerierbar waren. Fruchtdeformationen und die Veränderung der Anzahl der Samen wurden von UFO nicht hervorgerufen.

LARDSCHNEIDER et al. 2016 konnten in mehreren Versuchen ein ziemlich unterschiedliches Ansprechverhalten auf Paraffinölen zur Ausdünnung zwischen den Sorten feststellen. Entweder wurde mit Paraffinölen überdünt oder der im unteren Baumbereich tritt übermäßiger Fruchtfall auf. Gala wies in den meisten Versuchen ein ziemlich gutes Ausdünnverhalten bei Paraffinbehandlungen auf. Eine niedrige Applikationsdosis von Paraffinöl resultierte auch in einer niedrigeren Ausdünnwirkung. Für phytotoxe Schäden war kein klarer, dosisbezogener Trend sichtbar. Als geeignetes phänologisches Stadium zur Applikation von Paraffinölen wurde um 15 mm Fruchtgröße gefunden. Behandlungen bzw. Nachbehandlungen ausschließlich des Gipfelbereiches brachten generell eine uniformere Ausdünnwirkung.

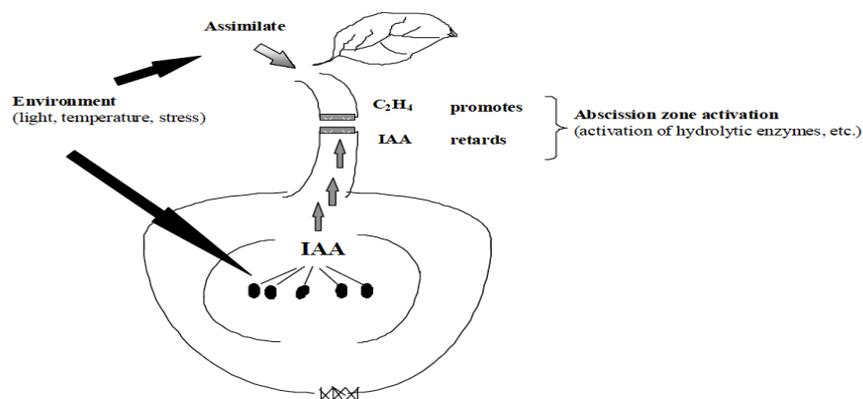
## 4. Literaturüberblick

### 4.1 Der natürliche Fruchtfall

Nach LUCKWILL 1953 gibt es drei Fruchtfallperioden, die von unterschiedlicher Intensität und Dauer sein können: Unmittelbar nach der Blüte beginnt der Nachblütefall, sechs bis acht Wochen nach der Blüte beginnt der Junifruchtfall und vor der Ernte kann noch ein Vorerntefruchtfall auftreten. Beim Nachblütefall werden unbefruchtete Blüten, die keine Samen entwickeln konnten, abgeworfen. Nach WINTER und LUCAS 2002 steht der Nachblütefall in enger Beziehung zum Junifruchtfall, da bei starkem Fruchtansatz auch der Junifruchtfall dementsprechend intensiver ausfällt und der Baum nicht alle Früchte bis zu ihrer Reife versorgen kann. LUCKWILL 1953 macht das Pflanzenhormon Auxin (vorwiegend die Indol-3-Essigsäure, IAA), das in den Samen der heranwachsenden Früchte gebildet wird, für den Fruchtfall verantwortlich: reißt der konstante Auxinstrom zwischen Samen und Baum ab, kommt es zu einer Trenngewebsbildung zwischen Fruchstiel und Baum und die Frucht wird abgeworfen. Der konstante Auxinstrom versorgt die heranwachsende Frucht mit Assimilaten und fördert ihre Zellteilung und Zellstreckung (WINTER und LUCAS 2002). Die genaue Ursache für den Fruchtfall ist nicht vollständig geklärt, es existieren aber zwei Theorien dazu:

#### 1. Theorie des polaren Auxintransportes (BANGERTH 2004)

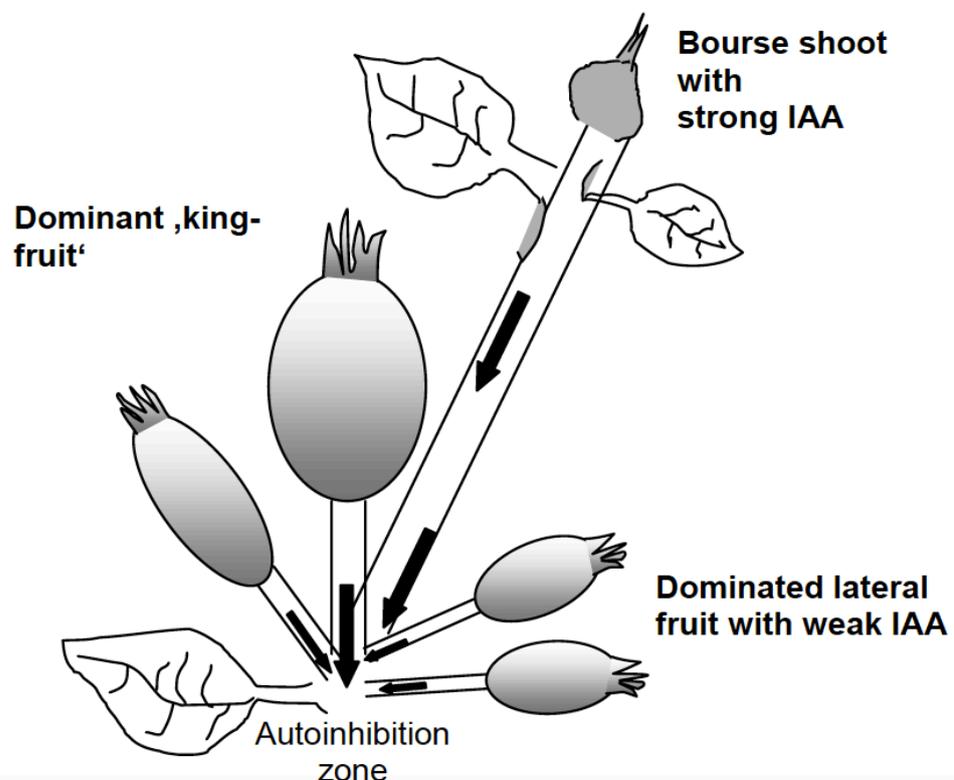
Diese Theorie besagt, dass Auxine der befruchteten und neu gebildeten Samen der Frucht durch den Stängel in die Pflanze strömen und der konstante Auxinstrom die Aktivierung von Genen blockiert, die eine Trenngewebsbildung und somit einen Fruchtfall induzieren. Dabei spielt, wie in *Abbildung 2* beschrieben, das Pflanzenhormon Ethylen eine wichtige Rolle, da ein Abreißen des Auxinstromes die Empfindlichkeit für Ethylen an der Abszissionszone erhöht und damit ein Fruchtfall induziert wird (BANGERTH 2000).



**Abbildung 2:** Einfluss von exogenen Faktoren auf endogene Prozesse. Umweltfaktoren und Agrarpraxis beeinflussen die Sensibilisierung der Abszissionszone (SCHRÖDER und BANGERTH 2006).

Um Dominanzeffekte über andere Organe ausüben zu können, nützt die Pflanze den basipetalen Auxintransport (BANGERTH 1990, 1993, 2000):

- a. *Primigendominanz*: Das Organ, welches sich zeitlich als erstes entwickelt, ist das dominierende.
- b. *Autostimulation*: Der Auxinexport des dominierenden Organs verstärkt, wie in *Abbildung 3* beschrieben, die Dominanz und die Versorgung des Organs, während der Auxinexport von später entwickelten Früchten unterbunden wird. Dabei spielt bei Früchten die Samenanzahl eine wichtige Rolle, da sie Auxine exportieren.
- c. *Autoinhibition*: Der gehemmte Auxinexport von dominierten Organen ist der Grund für die gehemmte Entwicklung derselben. Wird das dominierende Organ entfernt, steigt der Auxinexport der dominierten Organe wieder an und sie werden wieder verstärkt mit Assimilaten versorgt.
- d. *Korrelative Abszission*: Die Wuchsstärke von nebenstehenden Trieben und die Anzahl von Früchten im Fruchtbüschel spielen dabei eine wichtige Rolle, da die schwächsten und damit am meisten dominierten Früchte abfallen, da sie am wenigsten Auxin exportieren können.



**Abbildung 3:** Der Auxinexport von den Früchten und vom Trieb wird von der Primigendominanz und von der Samenanzahl der jeweiligen Früchte beeinflusst. Im Fruchtbüschel bildet sich eine Autoinhibitionszone (SCHRÖDER und BANGERTH 2006).

## 2. Theorie der Versorgung mit Assimilaten (LAKSO et al. 2006)

Diese Theorie nimmt an, dass ein Fruchtzuwachs nach der Befruchtung eine kontinuierliche Versorgung mit Assimilaten durch photosynthetische Aktivität braucht. Bei Unterversorgung der Frucht ist der Zuwachs blockiert, wobei es wiederum zu einer Trenngewebsbildung kommt und Fruchtfall induziert wird.

## 3. Zusammenwirken beider Theorien

Es könnten beide Theorien richtig sein, wobei eine eingeschränkte Assimilatversorgung eine Reduktion des Auxintransportes zur Folge haben könnte, die wiederum die Trenngewebsbildung fördert und Fruchtfall induziert (BANGERTH 2004). Konkret heißt dies, dass sowie der polare Auxintransport als auch die Versorgung mit Assimilaten zwei wichtige Angriffspunkte für eine zielgerichtete Ausdünnung sind. Fruchtentwicklung, Triebwachstum und Primordienbildung für die Wiederblüte beeinflussen sich nicht nur gegenseitig, sondern auch exogene Faktoren haben, wie in *Tabelle 1* beschrieben, maßgeblichen Einfluss auf diese Prozesse (BANGERTH 2000):

Exogener Faktor	Endogener Prozess
<b>Lichtintensität &amp; Lichtqualität</b>	Reduzierte Lichteinstrahlung bzw. Beschattung führt zum Fruchtfall. Dies resultiert aus einer gehemmten Photosynthese und folglich Einschränkung der Assimilatversorgung.
<b>Temperatur</b>	Vor allem hohe Nachttemperaturen erhöhen den Fruchtzuwachs und auch die Abszission. Dies resultiert aus einer verstärkten Dunkelreaktion, die größere Mengen an Assimilaten (ATP) veratmen kann. Auch die Temperatur während der Blüte kann die Kaskade der bereits beschriebenen Prozesse in verschiedene Wege leiten. Bei optimalem Blühwetter herrscht reger Bienenflug, der eine gute Befruchtung hervorbringt. Diese wiederum resultiert in einer großen Samenzahl.
<b>Agrarpraxis</b>	Das horizontale Abbinden von Trieben hat einen beruhigenden Effekt und reduziert somit den Auxinexport und die korrelative Inhibition.

**Tabelle 1:** Einflüsse von exogenen Faktoren auf endogene Prozesse.

Das Zusammenwirken des polaren Auxintransportes und der Versorgung mit Assimilaten kann von Transpirationshemmern und Photosynthesehemmern ausgenutzt werden, um passiv in den Hormonhaushalt der Pflanze einzugreifen. Die endogenen Faktoren und die Agrarpraxis bestimmen schließlich die Intensität des Fruchtfalles.

## 4.2 Die Alternanz

Die Prozesse des Triebwachstums, der Fruchtentwicklung und der Primordienbildung für das darauffolgende Jahr sind eng miteinander verbunden, da diese Prozesse als Sinks gelten, in der selben Zeitspanne stattfinden (4-6 Wochen nach der Blüte) und in der Konkurrenz um Assimilaten eine dominierende Rolle einnehmen wollen (WILLIAMS 1989). Der negative Effekt vom Überbehang zu diesem Zeitpunkt kann die Blütenknospeninduktion für die nächste Saison beeinflussen und damit die Wiederblüte hemmen (TROMP 2000). Daher ist eine Fruchtausdünnung alleine in den meisten Fällen zu wenig, um eine ausreichende Blüte im Folgejahr zu garantieren (LAFER 2010).

Die heranwachsenden Früchte – und auch Triebe – des heurigen Jahres produzieren das Pflanzenhormon Cytokinin, genauer Gibberellin, das für die Zellteilung in den Früchten verantwortlich ist (BANGERTH 1993). Je mehr Früchte am Baum hängen desto mehr Gibberelline werden ausgeschüttet und umso stärker wird auch die Differenzierung der Blütenknospen (Primordienbildung) unterbunden (MAAS 2014, WIEDMER 2009). Zusammenfassend könnte sich über die Jahre folgendes Szenario ergeben:

In einem Jahr mit starkem Fruchtbehang werden also viele Gibberelline ausgeschüttet, die die Blütenknospenbildung fürs darauffolgende Jahr unterbinden. Daher wird fürs darauffolgende Jahr ein sehr schwacher Fruchtbehang erwartet. Dieser wiederum schüttet wenig Gibberelline aus, was wiederum eine starke Blütenknospeninduktion und einen starken Fruchtbehang für das Folgejahr bedeutet.

Der Prozess der Alternanz ist im Erwerbsobstbau unerwünscht, da ein Baum über die Jahre konstant Früchte tragen sollte und daher eine frühe und gezielte Ausdünnung notwendig macht (TROMP 2000). Bei der Planung einer Ausdünnstrategie am Beginn der Saison sollte daher vor einer Fruchtausdünnung immer eine Blütenausdünnung erfolgen (BERATUNGSRING 2015). Eine Fruchtausdünnung alleine ist meistens nicht zielführend, um ein gutes Verhältnis zwischen Ertrag und Qualität zu finden.

### 4.3 Möglichkeiten zur Ertragsregulierung

Jede Saison und jede Apfelsorte erfordert eine eigene Strategie für eine zielführende Ertragsregulierung, d.h. eine Kombination aus Blütenausdünnung, Fruchtausdünnung und Handausdünnung (im besten Fall so wenig wie möglich). Zur Ertragsregulierung in Südtirol gibt es dafür mehrere Möglichkeiten (siehe *Anhang 10.1*). Die gängigsten können grob nach Einsatzzeitpunkt – Blüten- oder Fruchtausdünnung – und Methodik – chemisch, mechanisch oder händisch – eingeteilt werden (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015).

Alle chemischen Ausdünnmittel haben einen optimalen phänologischen Einsatzzeitpunkt, optimale Einsatzbedingungen und einen konzentrationsabhängigen Wirkungsbereich (GOSCH und STICH 2009). Um Nebenwirkungen so gering wie möglich zu halten und trotzdem eine gute Ausdünnwirkung zu erzielen, sollten in der Praxis folgende Regeln beachtet werden (*BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015*):

- bei sonnigen Standorten ist der Fruchtansatz meistens höher (evtl. unteres Baumdrittel oder Schattenseite nicht behandeln)
- in höheren Anbaulagen fällt der Fruchtansatz meistens stärker aus
- Hagelnetze können den Fruchtansatz verringern bzw. den Fruchtfall fördern
- Bäume mit stärkerem Wachstum reagieren empfindlicher auf Ausdünnmittel
- Bevor eine Anlage nicht in Vollertrag ist, sollte vorsichtig ausgedünnt werden

Für eine gezielte Ertragsregulierung spielt, wie in *Tabelle 2* ersichtlich, das phänologische Entwicklungsstadium eine entscheidende Rolle:

Entwicklungsstadium nach Fleckinger	Ballonstadium	Zentralblüte Offen	Vollblüte	Abgehende Blüte	Ende der Blüte	Haselnussgröße	Walnussgröße	
	E2	F	F2	G	H	I	J	
BBCH-Stadium	59	61	65	67	69	71	72	73
Fruchtgröße [mm]	-	-	≤5		8-12	12-14	20-22	
Ausdünnmethode	Ethylenbildner		Synthetische Auxine				Ethylenbildner	
	Ätzmittel bzw. Blattdünger			Synthetische Cytokinine				
	Ausdünnmaschine				Photosynthesehemmer			
						Transpirationshemmer		

**Tabelle 2:** Übersicht der gängigsten Ausdünnmethoden zu ihrem optimalen Einsatzzeitpunkt je nach physiologischem Entwicklungsstadium (bearbeitet nach LAFER 2014).

a. *Chemische Blütenausdünnung* (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015)

Die chemische Blütenausdünnung kann mit Ammoniumthiosulfat (ATS) oder Schwefelkalk durchgeführt werden. Ethylenbildner können relativ früh zur Blütenausdünnung eingesetzt werden und auch synthetische Auxine können in der abgehenden Blüte zum Einsatz kommen.

b. *Mechanische Blütenausdünnung* (POLDERVAART 2011)

Die mechanische Blütenausdünnung kommt zwischen Ballonstadium und Blüte (Königsblüte und zwei oder drei Seitenblüten offen) zum Einsatz. Dabei werden die Baumreihen mit einer baumhohen rotierenden Spindel (Fadengerät, am Traktor montiert) beidseitig behandelt. Die, je nach angestrebter Ausdünnwirkung, schneller oder langsamer rotierende Spindel wirbelt mit ihren Kunststofffäden durch die Baumkrone und schlägt Blüten ab. Die Ausdünnwirkung hängt nicht nur von der Rotordrehzahl, sondern auch von der Fahrtgeschwindigkeit des Traktors ab. Somit wird die Anzahl der Blüten pro Blütenbüschel und pro Baum reduziert.

c. *Chemische Fruchtausdünnung*

Die chemische Fruchtausdünnung kann mit synthetischen Auxinen bzw. Cytokininen, Ethylenbildnern oder Photosynthesehemmern (in Form eines Herbizides) durchgeführt werden (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015).

Auch Transpirationshemmer (in Form von Paraffinölen) können dabei zum Einsatz kommen (KELDERER *et al.* 2012a).

d. *Händische Fruchtausdünnung*

Die händische Fruchtausdünnung stellt im integrierten Anbau eine Korrekturmaßnahme dar, die nach Durchführung von chemischen oder mechanischen Maßnahmen und nach dem Junifall dazu dient, den Behang nochmals zu regulieren und die Qualität zu optimieren (COSTA *et al.* 2013). Im Bioanbau ist die Handausdünnung fester Bestandteil für die Fruchtbehangsregulierung, da es noch keine wirklichen Alternativen dafür gibt (KELDERER *et al.* 2012a).

e. *Ausdünnung durch Beschattung*

Die Ausdünnung durch Beschattung basiert auf Verdunkelungsnetzen, die bei 15mm Fruchtgröße über die Bäume gespannt werden und die Lichteinstrahlung mindestens um 60% reduzieren sollten um somit Photosynthese der Bäume zu verringern. Dies kann den Effekt des natürlichen Junifruchtfalles verstärken und im Vergleich zur Kontrolle bis zu 57% ausdünnen (KELDERER *et al.* 2008).

Für die Praxis des Südtiroler Apfelanbaues hat diese Ausdünnmethode wegen hoher Material-, Montage- und Arbeitskosten keine Bedeutung (KELDERER et al. 2008).

Es ist aber erwähnenswert, dass sich auch handelsübliche Hagelschutznetze auf die Lichteinstrahlung auswirken und durch ihre Beschattung den Fruchtansatz verringern können (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015).

#### 4.4 Einfluss des Fruchtalles und der Ausdünnung auf die Fruchtqualität

Je nach Witterung, Blühstärke, Befruchtung bzw. Fruchtbehang fällt der natürliche Fruchtfall stärker oder schwächer aus und gibt somit einen Basisbehang vor, der durch ausdünnende Maßnahmen korrigiert wird, um qualitativ hochwertige Früchte ernten zu können (BANGERTH 2000, LINK 2000).

Die Ertragsregulierung wirkt sich, wie in *Tabelle 3* beschrieben, folgendermaßen auf wichtige Qualitätsparameter der Früchte aus (LINK 2000):

Qualitätsparameter	Auswirkungen
<b>Fruchtgewicht</b>	Je mehr ausgedünnt wird, desto höher ist das durchschnittliche Fruchtgewicht. Dieses kann bis zu 30% gesteigert werden und resultiert, besonders bei einer frühen Ausdünnung, aus einer Verteilung der Assimilate auf einer reduzierten Anzahl von Früchten. Die Anzahl und Größe der sich entwickelnden Zellen der Früchte kann somit frühzeitig gesteuert werden und die durchschnittliche Fruchtgröße gesteigert werden.
<b>Fruchtgröße</b>	Ausdünnung kann die durchschnittliche Fruchtgröße um bis zu 45% zu den vermarktbareren Größen hin steigern.
<b>Fruchtfarbe</b>	Ausdünnmaßnahmen führen zu einer gelblicheren Grundfarbe und intensiveren Deckfarbe (je nach Sorte). Berostungen oder Formveränderungen können Nebenwirkungen beim Einsatz von bestimmten chemischen Ausdünnmitteln darstellen.
<b>Lagerfähigkeit</b>	Bei zu intensiven Ausdünnmaßnahmen kann die Lagerfähigkeit leiden, da im Durchschnitt zu viele Früchte mit großem Kaliber geerntet werden. Diese Früchte können physiologische Störungen, wie Stippe, aufweisen.

**Tabelle 3:** Auswirkungen der Fruchtbehangsregulierung auf innere und äußere Fruchtqualität.

## 5. Material und Methodik

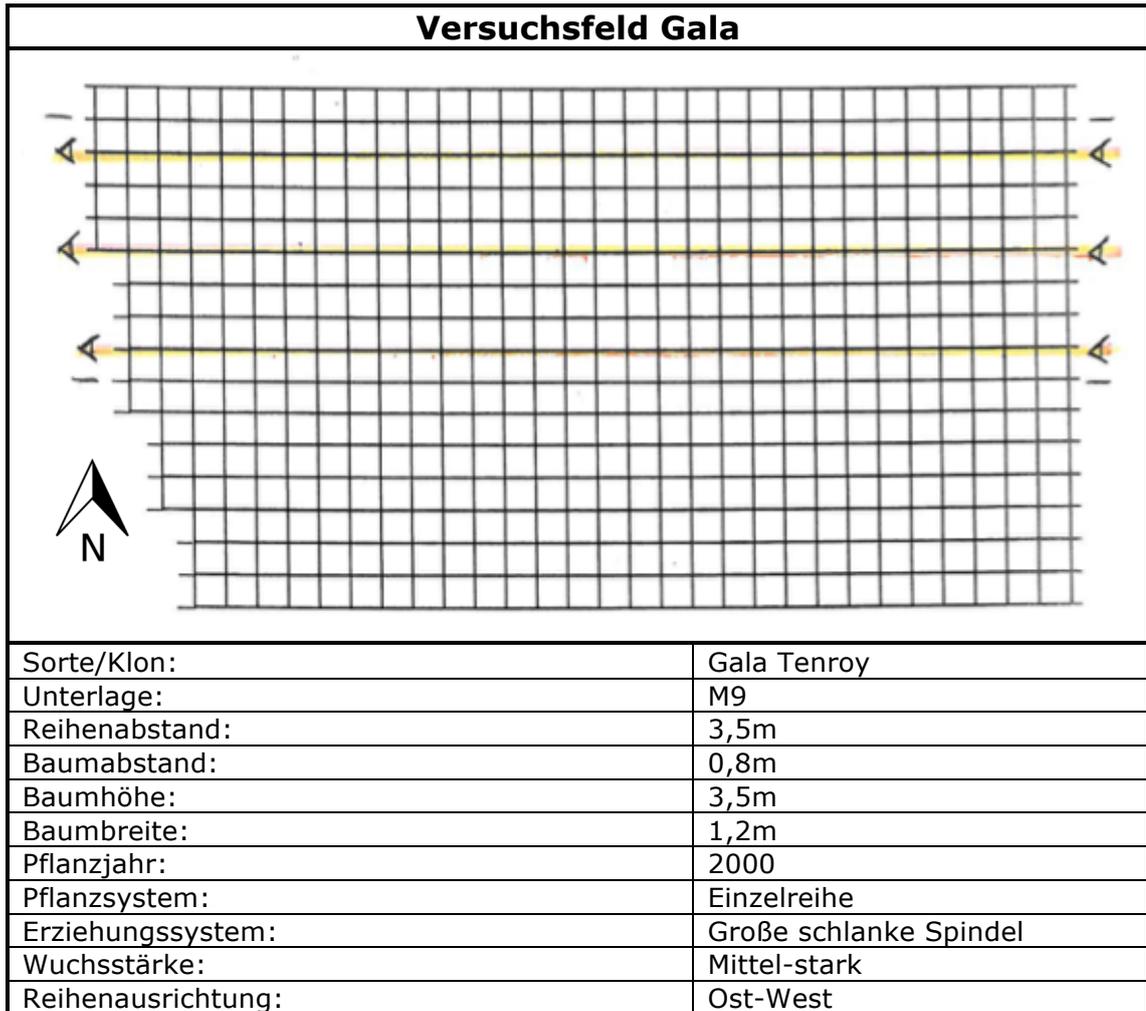
### 5.1 Lage und Beschreibung des Versuchsstandortes

Der Feldversuch und die Qualitätsauswertung fanden am Versuchszentrum für Obst- und Weinbau, Laimburg der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol (Gemeinde Pfatten) statt.

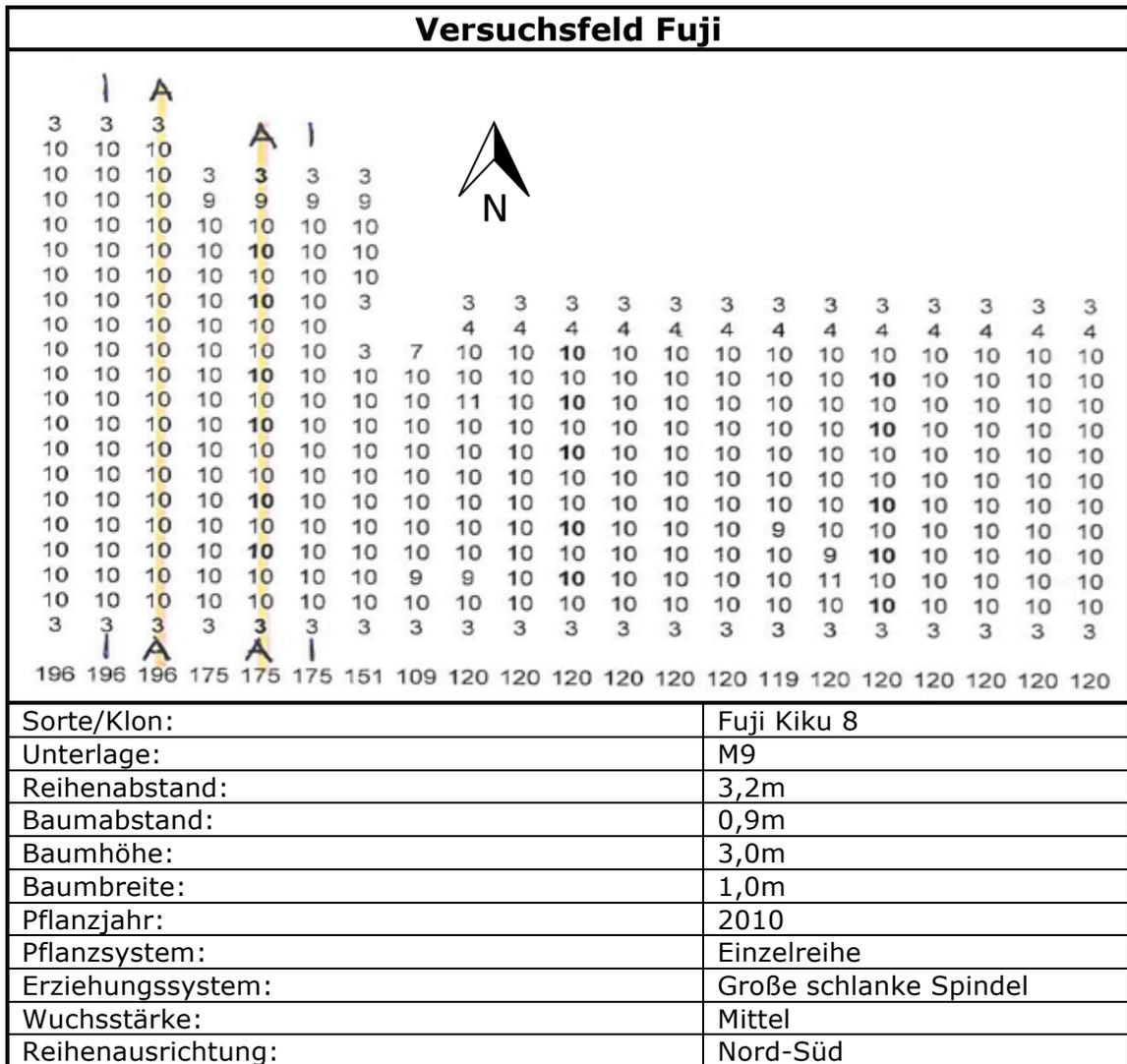
Für die Durchführung der Ausdünnversuche an den Sorten Gala (*Abbildung 4*) und Fuji (*Abbildung 5*) wurden zwei Felder (Blöcke) im Talkessel des Südtiroler Unterlandes auf sandigen Böden der Etsch und einer Meereshöhe zwischen 220 und 225 Metern über dem Meeresspiegel ausgewählt. Beide Felder werden nach den Richtlinien der integrierten Produktion bewirtschaftet, wobei in den jeweiligen Auswertungsreihen neben den hier beschriebenen Versuchsvarianten keine anderen Ausdünnmaßnahmen getroffen wurden. Die Grenz- bzw. Pufferreihen wurden mechanisch und manuell ausgedünnt. Das Fuji – Versuchsfeld war mit einem Hagelnetz ausgestattet, während am Gala – Versuchsfeld kein Hagelnetz vorhanden war. Das Hagelnetz in der Fuji – Anlage wurde am 05. Mai 2016 geschlossen. Im Fuji – Versuchsfeld wurde zudem ein starker Winterschnitt durchgeführt (auch bedingt durch den schwachen Boden, um Zuwachs zu generieren), sodass die Anzahl an potenziellen Blüten von vorne herein reduziert war.

Die Wahl der Versuchsfelder wurde um den Knospenaufbruch durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Anlagen ein möglichst gleichmäßiges Wachstum aufwiesen und eine gute Blüte zu erwarten war. Zwischen den ausgewählten Auswertungsreihen (A) wurde immer mindestens eine Pufferreihe bzw. Grenzreihe (I) belassen um eine gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Varianten zu vermeiden. Zwischen den jeweiligen Varianten innerhalb der Versuchsreihen wurde immer genügend Platz belassen, dass beim Umschalten des Versuchssprühers auf die nächste Testsubstanz der Sprühnebel der vorhergehenden Variante die nachfolgende Variante bestmöglich nicht beeinflussen konnte.

## Versuchsfeld Gala



**Abbildung 4:** Beschreibung des Gala-Versuchsfeldes mit schematischer Darstellung der gelb eingezeichneten Versuchsreihen (A) und Grenzreihen (I). Die Reihen verlaufen in Ost-West-Richtung, wobei die Versuchsvarianten auf die drei Versuchsreihen randomisiert verteilt wurden.



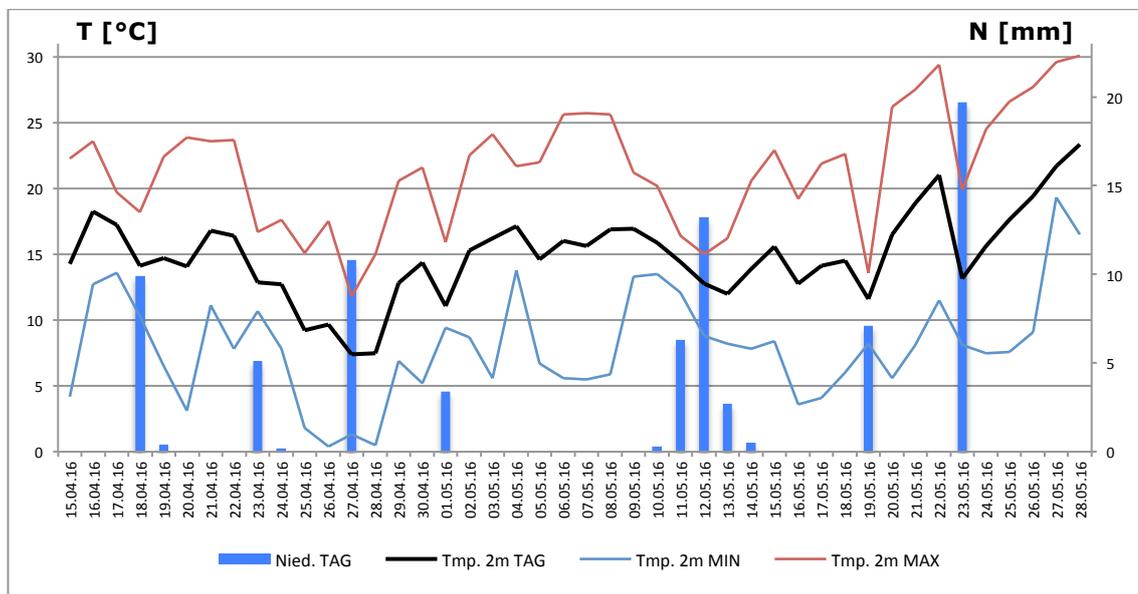
**Abbildung 5:** Beschreibung des Fuji-Versuchsfeldes mit schematischer Darstellung der gelb eingezeichneten Versuchsreihen (A) und Grenzreihen (I). Die Reihen verlaufen in Nord-Süd-Richtung, wobei die Versuchsvarianten auf die drei Versuchsreihen randomisiert verteilt wurden.

## 5.2 Witterung und Phänologie

### Verlauf der Witterung (Diagramm 1):

Alle Klimadaten wurden von der Wetterstation an der Laimburg erfasst und aufgezeichnet. Klimatologisch gesehen startete der April 2016 relativ warm mit einer längeren Periode von Saharastaubeintrag in die Atmosphäre (Verdunkelung der Atmosphäre). Im zweiten Monatsdrittel gab es in Südtirol Gewitter mit Hagel. Das Monat schloss mit einer Kaltfront, Schnee bis 500m und Frostnächten ab, wobei der 27. April besonders hervorzuheben ist: am Vormittag kühlte es mit Durchzug einer Kaltfront stark ab und durch eine sternklare Nacht gab es strengen Frost in den Apfelanlagen (MUNARI 2016 a).

Der Mai 2016 war klimatologisch gesehen relativ kühl bis gar zu kühl, im Vergleich mit dem Durchschnitt vergangener Jahre (MUNARI 2016 b).



**Diagramm 1:** Im Diagramm ist der Verlauf der maximalen Tagestemperatur, Durchschnittlichen Tagestemperatur minimalen Tagestemperatur ersichtlich. Die Balken zeigen den jeweiligen Tagesniederschlag. Alle notwendigen Wetterdaten wurden der Wetterstation am Standort Laimburg (220 m.ü.d.M.) entnommen.

### *Verlauf der Phänologie (Tabelle 4 und 5):*

Der Verlauf der Phänologie wurde bei Gala und Fuji zunächst visuell bestimmt. Zur genaueren Kenntnis wurde der Fruchtdurchmesser an der Königsblüte bzw. Mittelfrucht mit fortlaufendem Phänologischen Stadium kontinuierlich mit einer Schublehre gemessen. Dies geschah bis zum Erreichen der Fruchtgröße zur Behandlung mit dem jeweiligen Ausdünnmittel. Für einen aussagekräftigen Durchschnitt wurden insgesamt 50 Mittelfruchtdurchmesser beidseitig der Reihen erhoben. Die Vollblüte wurde am 08. April 2016 erreicht.

#### *Sorte Fuji*

<b>Datum</b>	<b>Ost [mm]</b>	<b>West [mm]</b>	<b>Gesamtdurchschnitt [mm]</b>
27.04.16	/	/	11,5
06.05.16	16,4	15,7	16,1

**Tabelle 4:** Fruchtgrößenmessungen an der Mittelfrucht bei Fuji zur Verfolgung der Phänologie.

#### *Sorte Gala*

<b>Datum</b>	<b>Süd [mm]</b>	<b>Nord [mm]</b>	<b>Gesamtdurchschnitt [mm]</b>
15.04.16	4,3	4,1	4,2
21.04.16	7	5,3	6,2
26.04.16	8,6	7,2	7,9
04.05.16	12,9	10,3	11,6
09.05.16	16,3	13,4	14,9

**Tabelle 5:** Fruchtgrößenmessungen an der Mittelfrucht bei Gala zur Verfolgung der Phänologie.

## **5.3 Versuchsvarianten**

Zur Erhebung der Ausdünnwirkung und des Einflusses auf die Fruchtqualität durch Metamitron und Paraffinöl bei den Sorten Gala und Fuji wurde ein randomisierter Blockversuch, wie in *Tabelle 6* dargestellt, geplant. Die Versuchsdurchführung für beide Sorten sollte folgendermaßen ablaufen:

Metamitron als Handelsformulierung Brevis® (Etikette in *Anhang 10.2*) und Paraffinöl als Handelsformulierung Eko Oil Spray® (Etikette in *Anhang 10.2*) sollten nach dem aktuellen Wissensstand der Literatur in jeweils zwei verschiedenen Dosierungen bei bestimmten phänologischen Stadien auf 15 Versuchsbäumen pro Variante appliziert werden (3 Wiederholungen mit jeweils 5 Bäumen pro Wiederholung). Insgesamt ergeben sich also 4 Testvarianten (Faktoren) pro Sorte. Zum Vergleich wurde eine unbehandelte Kontrolle mit insgesamt 15 Versuchsbäumen belassen. Um den Versuch praxisnahe zu gestalten (nach LAFER 2010), wurde die Sorte Fuji mit 300 ml/ha Ethrel (Ethephon, Etikette in *Anhang 10.2*) bei Abblüte vorgedünnt (ausschließlich der unbehandelten Kontrolle). Die Sorte Gala wurde nicht vorgedünnt, um die nachfolgenden Photosynthesemessungen nicht zu beeinflussen.

Sorte	Mittel	Dosis	Applikationsvariante	Phänologie
Gala	Brevis®	1,65 kg/ha	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	8-10 mm
		2,2 kg/ha	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	8-10 mm
	Eko Oil Spray®	1 x 1L	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	8-10 mm
		2 x 1L	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	8-10 mm <i>und</i> 14-16 mm
	Kontrolle	Unbehandelt	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	/
Fuji	Brevis®	1,65 kg/ha	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	10-12 mm
		2,2 kg/ha	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	10-12 mm
	Eko Oil Spray®	1 x 1L	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	10-12 mm
		2 x 1L	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	10-12 mm <i>und</i> 14-16 mm
	Kontrolle	Unbehandelt	5 Versuchsbäume 3 Wiederholungen	/

**Tabelle 6:** Für die beiden Sorten wurden jeweils zwei Dosierungen pro Ausdünnmittel an jeweils 15 Auswertungsbäumen bei einem bestimmten phänologischen Stadium appliziert. Insgesamt ergeben sich also 4 Testvarianten pro Sorte. Zum Vergleich wurde pro Sorte immer eine unbehandelte Kontrolle belassen.

## 5.4 Versuchsanordnung

### 5.4.1 Auswahl der Versuchsbäume

Bei der Wahl der insgesamt 75 Versuchsbäume pro Sorte wurde innerhalb der jeweiligen Versuchsfelder darauf geachtet, dass alle ausgewählten Bäume ein möglichst gleichmäßiges Wachstum und eine möglichst einheitliche und starke Blüte aufweisen, um die Notwendigkeit einer Ausdünnung an einem stark blühenden Baum simulieren zu können. Dies wurde durch die visuelle Abschätzung des Stammumfangs, der Wuchsstärke der Baumkrone und der Blühintensität erreicht.

### 5.4.2 Ausbringung der Ausdünnmittel

Zur Ausbringung der Ausdünnmittel wurde der Versuchssprüher mit Axialgebläse und Querstromaufsatz des Herstellers WAIBL Typ Q mit in *Tabelle 7* beschriebenen Einstellungen gewählt:

Düsentyp	Albuz CVI 80
Düsenfarbe	Grün 015
Düsenanzahl	14
Fahrtgeschwindigkeit [km/h]	4,1
Druck [bar]	9
Volumenstrom je Düse [l/min]	2,34
Arbeitsbreite [m]	3,2
Wassermenge pro Hektar [l]	1500
Dosierung	1-Fach
Wassermenge pro Baum [l]	0,48 bei Fuji; 0,53 bei Gala

**Tabelle 7:** Parameter zur Einstellung des Sprühgerätes und zur Ausbringung der zu testenden Ausdünnmittel.

Die Ausdünnmittel wurden, wie in *Tabelle 8* beschrieben, an folgenden Tagen bei folgendem phänologischen Stadium ausgebracht:

Datum	Sorte	Ausdünnmittel	Dosis	Phänologie
16.04.16	Fuji	Ethrel®	300 ml/ha	Abblüte
26.04.16	Gala	Brevis® Brevis® Eko Oil Spray®	1,65 kg/ha (225 ppm) 2,2 kg/ha (330 ppm) 1l/ha	7,9 mm
29.04.16	Fuji	Brevis® Brevis® Eko Oil Spray®	1,65 kg/ha (225 ppm) 2,2 kg/ha (330 ppm) 1l/ha	11,5 mm
05.05.16	Fuji	Eko Oil Spray®	1l/ha	16,1 mm
10.05.16	Gala	Eko Oil Spray®	1l/ha	14,9 mm

**Tabelle 8:** Chronik der Applikation der verschiedenen Ausdünnmittel bei beiden Sorten zu gemessenen phänologischen Zeitpunkten.

### 5.4.3 Photosynthesemessungen

Die Photosynthesemessungen wurden nur bei der Sorte Gala durchgeführt und sollten den Verlauf der unterdrückten Photosyntheseleistung bedingt durch beide Ausdünnmittel wiedergeben. Dafür wurde die Nettophotosynthese basierend auf den CO<sub>2</sub> – Gasaustausch gemessen. Dies wurde durch den portablen Infrarot – Gasanalysator CIRAS 2 (PP-Systems®) durchgeführt. Es wurde mit folgenden Einstellungen gemessen:

1. 2,5 cm<sup>2</sup> große PLC-6 Blattküvette
3. Fixe LED – Lichtquelle mit 1500 mmol/m<sup>2</sup>/s
4. Fixe CO<sub>2</sub> Zuflussrate von 380 ppm CO<sub>2</sub>
5. Temperatur innerhalb der Küvette zirka 25°C
6. Keine Lufttrocknung vor der Messung

Es wurden insgesamt 8 Bäume pro Variante (3-3-2 innerhalb der drei Wiederholungen) herausgesucht. An der Basis, in der Mitte und in der oberen Mitte der Baumkrone wurden insgesamt drei Fruchtbüschel pro Baum gewählt und davon jeweils das erste vollentwickelte Blatt des diesjährigen Austriebes zur Messung markiert (BRUNNER 2014). Insgesamt ergibt dies 24 Photosynthesemessungen pro Messdurchgang und Variante. Es wurde, wie in *Tabelle 9* beschrieben, an folgenden Tagen gemessen:

Datum	Bemerkung
26.04.16	Messung kurz vor der Ausbringung von Brevis® und 1l Eko Oil®
28.04.16	Zwischenmessung in kurzem Abstand
30.04.16	Zwischenmessung in kurzem Abstand
03.05.16	Zwischenmessung in kurzem Abstand
05.05.16	Zwischenmessung in kurzem Abstand
11.05.16	Messung nach Ausbringung des zweiten Mal 1l Eko Oil®
18.05.16	Zwischenmessung in langem Abstand
20.05.16	Zwischenmessung in kurzem Abstand
27.05.16	Abschlussmessung

**Tabelle 9:** Messintervalle der Photosynthesemessungen bei Gala.

#### 5.4.4 Ausdünnwirkung nach Junifruchtfall

Die Erhebung der Ausdünnwirkung nach dem Junifruchtfall wurde nach FANKHAUSER et al. 1979 durchgeführt (*Abbildung 6*). Dabei wurden die hängenden Früchte und abgefallenen Früchte (Nullstellen) von 100 Blütenbüscheln beidseitig pro Versuchsbaum und von der Basis (50 Büschel) über die Mitte (10 Büschel) bis zum Gipfel (40 Büschel) gezählt. Der Fruchtansatz ergibt sich somit folgendermaßen:

$$\text{Fruchtansatz [\%]} = \frac{\text{Anzahl Früchte pro Büschel}}{\text{Anzahl Blütenbüschel}} \times 100$$

Die Ausdünnwirkung ergibt sich aus dem Fruchtansatz der jeweiligen Variante im Verhältnis zur Kontrolle:

$$\text{ADW [\%]} = \frac{\text{Fruchtansatz Kontrolle} - \text{Fruchtansatz Variante}}{\text{Fruchtansatz Kontrolle}} \times 100$$



**Abbildung 6:** Die mit Pfeilen beispielhaft markierten Fruchtbüschel am Trieb werden vom Stamm nach außen gezählt, wobei sich von links nach rechts folgendes Muster ergibt: 2-1-0-0-2-0 (nach FANKHAUSER et al. 1979)

#### 5.4.5 Erhebung der äußeren Qualitätsparameter

Anhand der automatischen Trocken-Sortiermaschine AWETA wurden alle von den jeweiligen Versuchsbäumen einzeln gepflückten Äpfel erfasst und folgende äußere Qualitätsparameter pro Versuchsbaum erhoben:

- Anzahl der Früchte pro Baum
- Gesamtgewicht an Früchten pro Baum [kg]
- Durchschnittliches Einzelfruchtgewicht [g]
- Durchschnittlicher Einzelfruchtdurchmesser [mm]
- Ausfärbung als Rot-, Grün- und Gelbanteil

Zusätzlich wurden alle Äpfel anhand ihrer Einzelfruchtdurchmesser von der Sortiermaschine in vermarktungsgängige Größenklassen eingeteilt. Für beide Sorten gelten, wie in *Tabelle 10* beschrieben jeweils folgende vier Größenklassen:

Größenklasse	Gala	Fuji
	< 65 mm	< 70 mm
65 – 74,9 mm	70 – 79,9 mm	
75 – 84,9 mm	80 – 89,9 mm	
> 85 mm	> 90 mm	

**Tabelle 10:** Sortierklassen der Sorten Gala und Fuji.

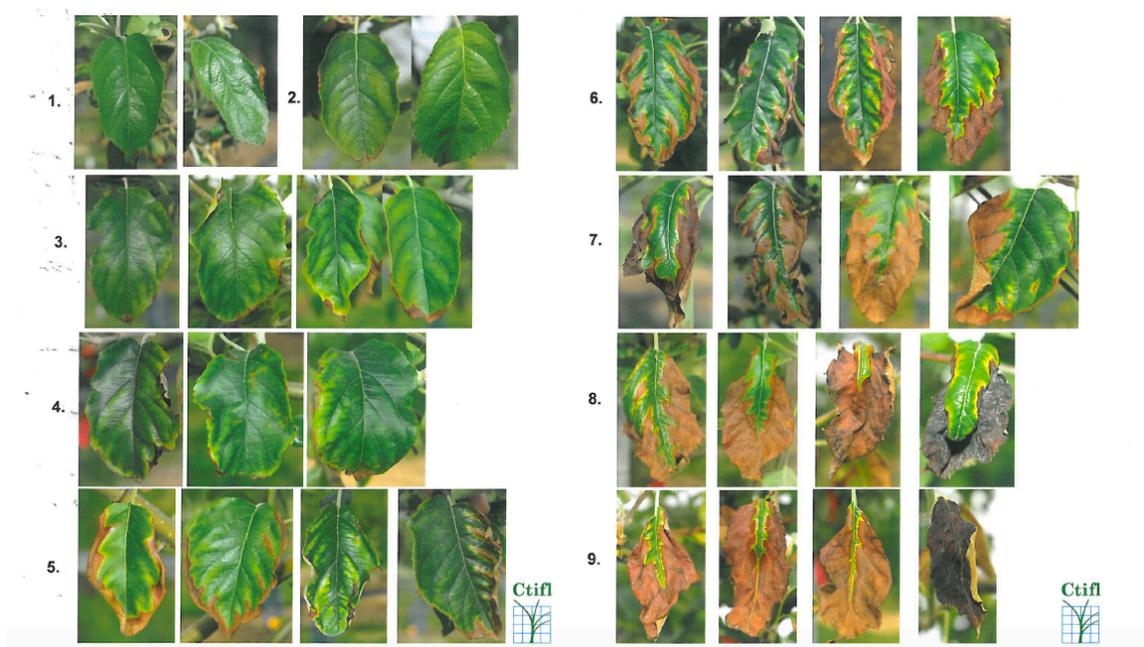
#### 5.4.6 Erhebung der inneren Qualitätsparameter

Pro Variante wurden aus den Sortierkanälen der Sortiermaschine insgesamt 15 Äpfel vermarktbarer Qualität randomisiert herausgenommen (5 Äpfel pro Baum ergeben 15 pro Variante). Anhand der halb-automatischen Pimprenelle von SETOP wurden anschließend folgende innere Qualitätsparameter erhoben:

- Lösliche Trockensubstanz [°Brix] pro Apfel
- Fruchtfleischfestigkeit [kg/cm<sup>2</sup>] pro Apfel
- Titrierbare Säure [g/l] aller 15 Äpfel zusammen

### 5.4.7 Erhebung der Pflanzenverträglichkeit

Zirka fünf Wochen nach der Applikation beider Mittel wurde deren phytotoxe Wirkung auf die Blätter beider Sorten erhoben. Zunächst wurden beide Sorten visuell vorbewertet um eine eventuelle Notwendigkeit der genaueren Bewertung erkennen zu können. Bei der genaueren Bewertung wurden die Schäden nach der Skala des CTIFL – Versuchszentrums (Frankreich) eingeordnet. Die Skala reicht, wie in *Abbildung 7* beschrieben, von 0 bis 9, wobei 0 keine Symptome bedeutet und 9 eine komplette Nekrotisierung der Blätter beschreibt. Werte bis 2 gelten laut Literatur als tolerierbar.



**Abbildung 7:** Phytotox-Skala nach dem Versuchszentrum CTIFL in Frankreich mit der Skalierung von 1 bis 9.

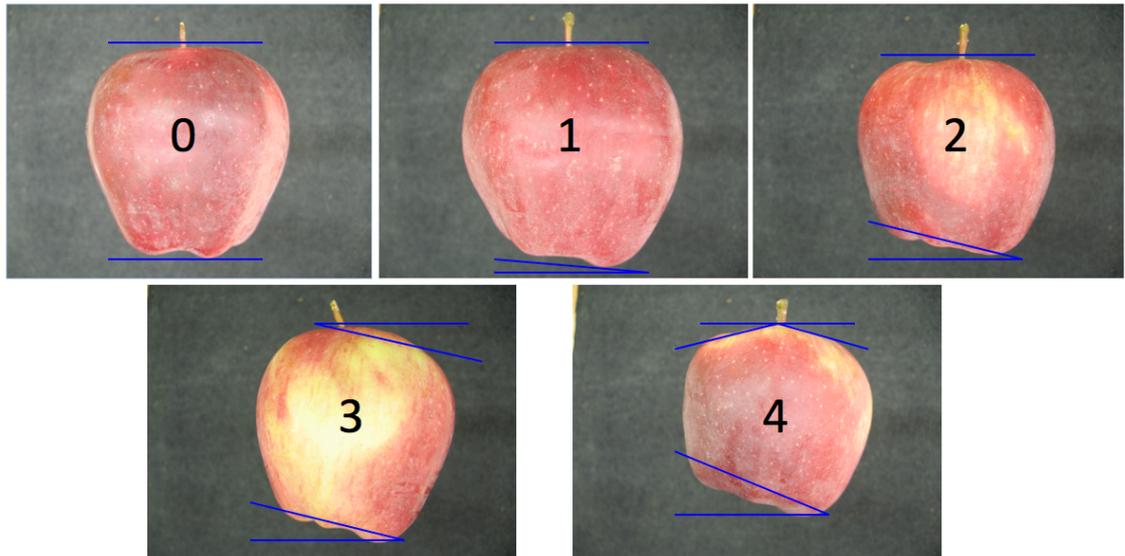
### 5.4.8 Bonitur der Fruchtberostung

Zunächst wurden beide Sorten bei der Ernte visuell vorbewertet um eine eventuelle Notwendigkeit der genaueren Bewertung erkennen zu können. Zur genauen Erhebung der Fruchtberostung wurde der Anteil an berosteter Oberfläche visuell erhoben und in eine Skala von 0 bis 10 zugeteilt, wobei 0 (0% Oberfläche) nicht berostet und 10 (100% Oberfläche) vollständig berostet bedeutet.

Dazu wurden vor der Sortierung randomisiert 20 Äpfel pro Baum hergenommen und bonitiert. Dies ergibt einen Stichprobenumfang von 100 Äpfeln pro Wiederholung und insgesamt 300 Äpfeln pro Variante.

#### 5.4.9 Erhebung von Fruchtdeformationen und Pygmäen

Zur Erhebung der Fruchtdeformationen und Pygmäenfrüchte wurde jeder geerntete Apfel einzeln bewertet und je nach Deformationsintensität, wie in *Abbildung 8* dargestellt, einer Skala von 0 bis 4 zugeordnet. Klein gebliebene Früchte (< 65 mm Fruchtdurchmesser) wurden einzeln nominal als „klein“ eingestuft. Die Klasse 4 wurde definitionsmäßig als Pygmäenfrucht eingestuft. Anschließend wurde von jeder Deformationsklasse deren Anzahl pro Baum bestimmt. Pygmäenfrüchte wurden aus Zeitgründen nur bei Fuji bestimmt.



**Abbildung 8:** Je nach Deformationsgrad wurden die Äpfel dem Schema zugeteilt. Nicht deformierte Äpfel wurden der Kategorie Null zugeteilt, an der Kelchgrube deformierte Äpfel wurden der Kategorie 1 oder 2 zugeteilt und an der Kelchgrube und Stielbucht deformierte Äpfel wurden der Kategorie 3 oder 4 (Pygmäenfrucht) zugeteilt. Phytotox-Skala nach dem Versuchszentrum Laimburg am Beispiel Stark Delicious.

## 5.5 Statistische Auswertung

Die statistische Datenauswertung und die Erstellung der Grafiken wurden mit den Programmen Microsoft EXCEL und SPSS (Version 20) von IBM durchgeführt. Folgende Datensätze wurden jeweils Pro Sorte und Variante mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht:

- a. Früchte pro 100 Blütenbüschel nach Junifruchtfall (Gesamt, Basis, Gipfel)
- b. Anzahl an Früchten pro Baum
- c. Gesamtgewicht an Früchten pro Baum in Kilogramm
- d. Durchschnittliches Fruchtgewicht pro Baum in Gramm
- e. Durchschnittlicher Fruchtdurchmesser pro Baum in Millimeter
- f. Ausfärbung als mittlerer Rotanteil pro Baum in Prozent
- g. Lösliche Trockensubstanz in Grad Brix
- h. Fruchtfleischfestigkeit in Kilogramm pro Quadratcentimeter
- i. Berostungsintensität in Prozent
- j. Pygmäenfrüchte
- k. Sortierergebnis jeweils pro Sortierklasse innerhalb der Sorte

Bei vorherrschender Normalverteilung wurden die Datensätze einer einfaktoriellen Varianzanalyse unterzogen (ANOVA). Die Varianzhomogenität wurde mittels Levene-Test überprüft. Bei vorherrschender Varianzhomogenität wurde ein paarweiser Mittelwertvergleich mittels Tukey-Test durchgeführt um herauszufinden welche Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden ( $p < 0,05$ ).

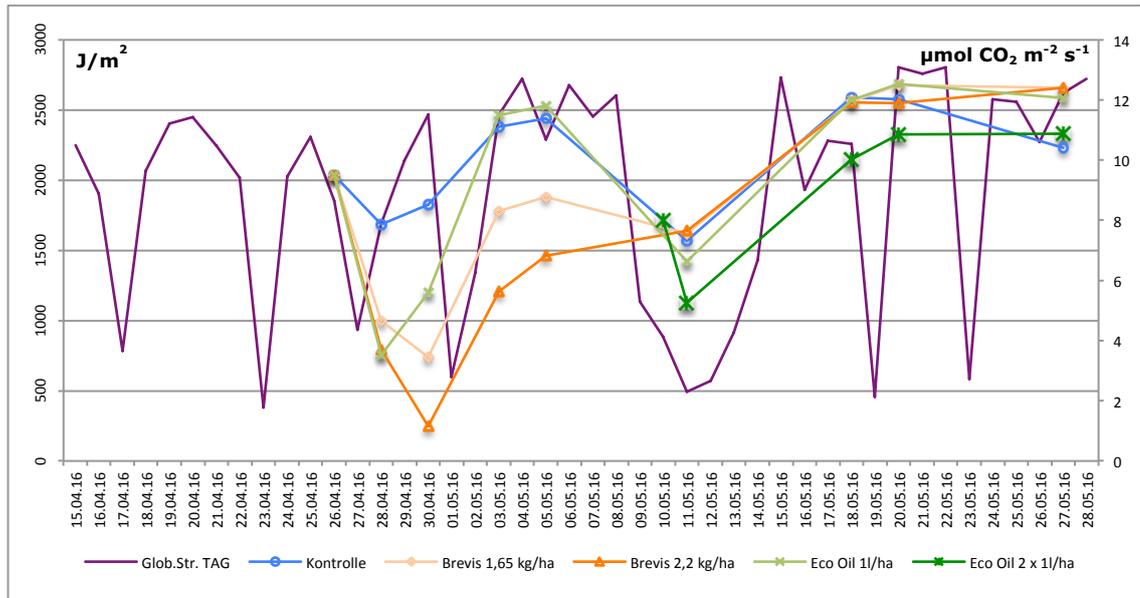
Bei nicht vorherrschender Normalverteilung wurden die Datensätze einem Kruskal – Wallis – Test und anschließendem paarweisem Vergleich mittels Dunn – Bonferroni – Test unterzogen ( $p < 0,05$ ).

Die Wetterdaten, die Erhebungen der Phänologie, die Nettphotosyntheseleistung, die Titrierbare Säure und die Pflanzenverträglichkeit wurden keiner statistischen Analyse unterzogen.

## 6. Ergebnisse

### 6.1 Photosyntheseleistung

Je nach Witterungsbedingungen konnten alle applizierten Varianten die Photosyntheseleistung mehr oder weniger senken. Die größte Photosyntheseinhibition zeigte Brevis mit 2,2 kg/ha.

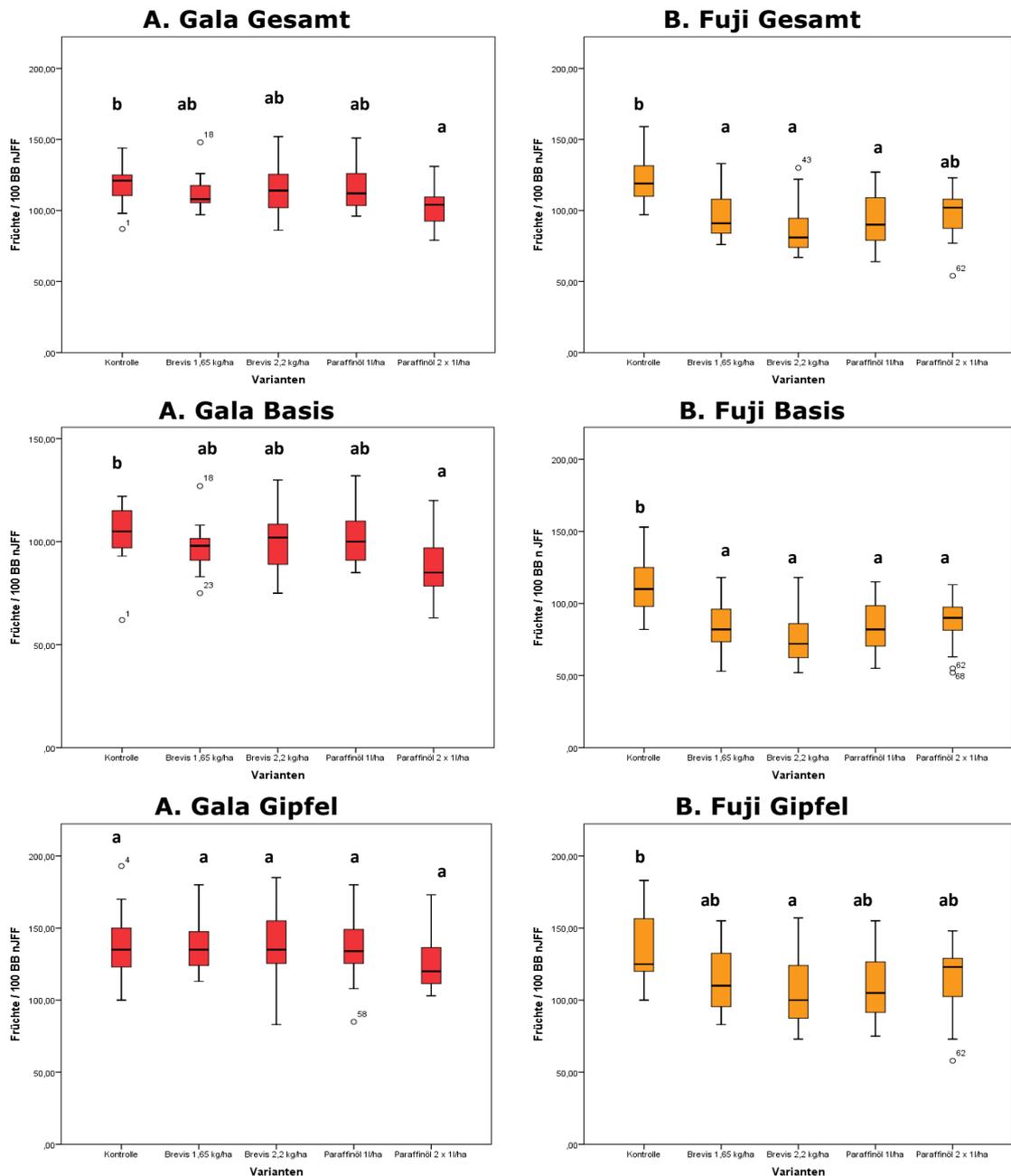


**Diagramm 2:** Nettophotosyntheseleistung der Blätter an den jeweils verschiedenen Messtagen bei unterschiedlicher Tagesglobalstrahlung.

Aus *Diagramm 2* ist ersichtlich, dass am Beginn der Photosynthesemessungen bei Gala beide Brevis – Varianten und die Eco Oil Variante mit 1l/ha die Photosynthese im Vergleich zur Kontrolle erfolgreich reduzieren konnten. Die Behandlung von 1l/ha Eco Oil erholte sich nach fünf Tagen relativ rasch während die beiden Behandlungen mit Brevis, besonders diejenige mit 2,2 kg/ha, die Photosynthese bis zum 11. Mai immer noch wesentlich um bis zur Hälfte auf bis zu  $6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  reduzieren konnten. Durch eine, wie in *Diagramm 1* ersichtlichen, Schlechtwetterperiode vom 10. – 14. Mai brach die Globalstrahlung und mit ihr auch die Photosynthese aller Behandlungen ein und war in den nachfolgenden Messtagen annähernd gleich der Kontrollvariante auf  $7-8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Das am 11. Mai zum zweiten Mal ausgebrachte Eco Oil konnte die Photosyntheseleistung noch zwei Wochen um zirka einen Viertel (zirka  $4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) hemmen. Man kann annehmen, dass sich alle behandelten Varianten vier Wochen nach Behandlungsbeginn wieder erholen konnten.

## 6.2 Fruchtansatz nach Junifruchtfall

Bei Gala zeigte insgesamt nur Paraffinöl mit 2 x 1l/ha überhaupt eine signifikante Ausdünnwirkung. Bei Fuji dünnte Brevis mit 2,2 kg/ha tendenziell am besten aus.



**Diagramm 3:** Der Fruchtansatz bei Gala Gesamt, Gala Basis und Fuji Gesamt ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis signifikante Unterschiede auf. Der Fruchtansatz bei Gala Gipfel ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis keine signifikanten Unterschiede auf. Der Fruchtansatz bei Fuji Basis und Fuji Gipfel ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Dunn – Bonferroni bzw. Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **A. Sorte Gala**

Bei der statistischen Auswertung der Erhebung der Ausdünnwirkung auf den gesamten Baumbereich bei Gala konnten, wie in *Diagramm 3A* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen den Varianten Kontrolle und 2 x 1l/ha Paraffinöl festgestellt werden. Dies bedeutet, dass die Variante mit 2 x 1l/ha Paraffinöl im Vergleich zur Kontrolle eine signifikante Ausdünnwirkung von 13,4% auf den gesamten Baumbereich erzielen konnte. Die nächstbeste Variante mit Brevis 1,65 kg/ha kam über eine Ausdünnwirkung von 4,2% nicht hinaus.

Im Basisbereich des Baumes bei Gala konnten, wie in *Diagramm 3A* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen den Varianten Kontrolle und 2 x 1l/ha Paraffinöl festgestellt werden. Dies bedeutet, dass die Variante mit 2 x 1l/ha Paraffinöl im Vergleich zur Kontrolle eine signifikante Ausdünnwirkung von 16,3% auf den Basisbereich der Bäume (untere 50 Fruchtbüschel) erzielen konnte. Die nächstbeste Variante mit Brevis 1,65 kg/ha zeigte eine Ausdünnwirkung von 6,7%.

Im Gipfelbereich des Baumes konnten bei Gala, wie *Diagramm 3A* zeigt, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Dies bedeutet, dass zwischen den Varianten im Gipfelbereich der Bäume kein Unterschied besteht. Die Variante 2 x 1l/ha Paraffinöl konnte im Vergleich zur Kontrolle eine Ausdünnwirkung von 10,8 im Gipfelbereich erzielen.

## **B. Sorte Fuji**

Bei der statistischen Auswertung der Erhebung der Ausdünnwirkung auf den gesamten Baumbereich bei Fuji konnten, wie in *Diagramm 3B* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und allen anderen Varianten festgestellt werden. Die Variante Brevis 1,65 kg/ha erzielte eine Ausdünnwirkung von 20,8% im Vergleich zur Kontrolle während Brevis 2,2 kg/ha mit 28% die höchste Ausdünnwirkung erreichen konnte. Die Variante 1l/ha Paraffinöl erzielte im Vergleich zur Kontrolle eine Ausdünnwirkung von 22,4% auf den gesamten Baumbereich, während die Variante 2 x 1l/ha Paraffinöl die geringste Ausdünnwirkung mit 19,2% erzielte.

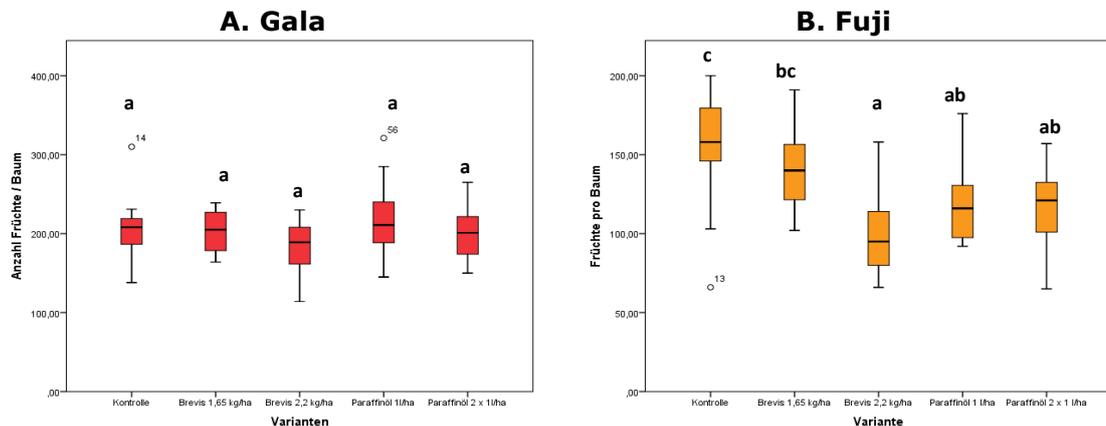
Bei der statistischen Auswertung der Ausdünnwirkung des Basisbereiches bei Fuji konnten, wie *Diagramm 3B* zeigt, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und allen anderen Varianten festgestellt werden. Die Variante Brevis 1,65 kg/ha erzielte eine Ausdünnwirkung von 25,7% im Vergleich zur Kontrolle während Brevis 2,2 kg/ha mit 34,5% die höchste Ausdünnwirkung erreichen konnte. Die Variante 1l/ha Paraffinöl erzielte im Vergleich zur Kontrolle eine Ausdünnwirkung von 26,5% auf den Basisbereich des Baumes, während die Variante 2 x 1l/ha Paraffinöl die geringste Ausdünnwirkung mit 23,9% erzielte.

Die Erhebung der Ausdünnwirkung auf den Gipfelbereich des Baumes bei Fuji zeigt, wie in *Diagramm 3B* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und der Variante Brevis mit 2,2 kg/ha. Dies bedeutet, dass die Behandlungen mit 2,2 kg/ha Brevis im Vergleich zur Kontrolle eine signifikante Ausdünnwirkung von 20,1% auf den Gipfelbereich des Baumes erzielen konnte. Die nächstbeste Variante mit 1l/ha Paraffinöl kam über eine Ausdünnwirkung von 17,9% nicht hinaus.

## 6.3 Äußere Qualitätsparameter

### 6.3.1 Anzahl an Früchten pro Baum

Bei Gala konnten keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl an Früchten pro Baum festgestellt werden. Bei Fuji konnte Brevis mit 2,2 kg/ha die Anzahl der Früchte pro Baum am meisten verringern.



**Diagramm 4:** Die Anzahl an Früchten pro Baum bei Gala ist normalverteilt und weist nach ANOVA keine signifikante Unterschiede auf. Bei Fuji ist die Anzahl an Früchten pro Baum auch normalverteilt, weist nach ANOVA aber signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### A. Sorte Gala

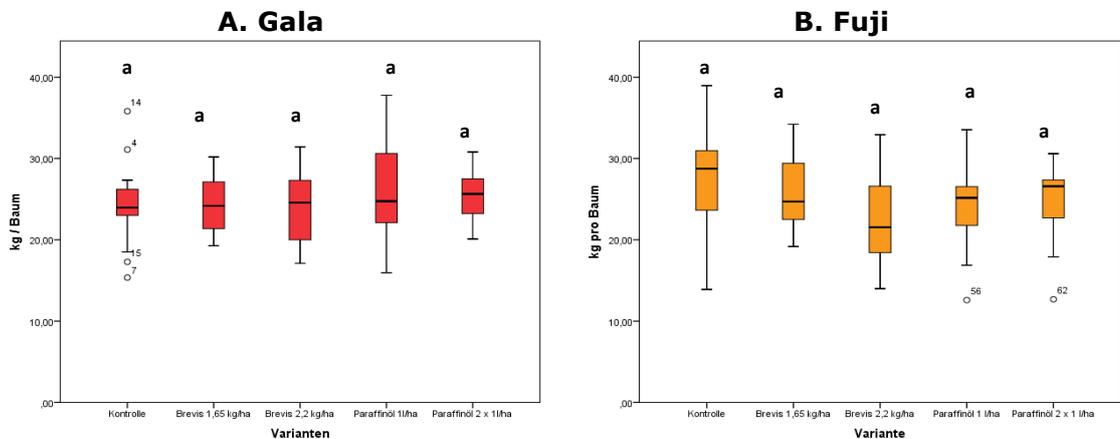
Bei der statistischen Auswertung der Anzahl an Früchten pro Baum bei Gala konnten, wie aus *Diagramm 4A* ersichtlich, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Im Mittel liegt der höchste Wert bei der Variante 1 l/ha Paraffinöl bei 205 Früchten pro Baum. Die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1 l/ha Paraffinöl konnten den Behang im Mittel auf 182 und 197 Früchte pro Baum reduzieren. Die Variante Brevis 1,65 kg/ha konnte den Behang im Mittel auf 202 Früchte pro Baum reduzieren, während die Kontrolle im Mittel bei 205 Früchten pro Baum liegt.

#### B. Sorte Fuji

Bei der Auswertung der Anzahl an Früchten pro Baum bei Fuji wurden, wie *Diagramm 4B* zeigt, signifikante Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Im Mittel liegt der höchste Wert bei der Kontrolle mit 156 Früchten pro Baum. Die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1 l/ha Paraffinöl konnten den Behang im Mittel auf 100 und 119 Früchte pro Baum erfolgreich reduzieren. Die Variante Brevis 1,65 kg/ha konnte den Behang im Mittel auf 139 Früchte pro Baum reduzieren, während die Variante 1 l/ha Paraffinöl im Mittel bei 120 Früchten pro Baum liegt.

### 6.3.2 Gesamtgewicht an Früchten pro Baum in Kilogramm

Beim Gesamtgewicht an Früchten pro Baum gibt es sowie bei Gala als auch bei Fuji keine signifikanten Unterschiede.



**Diagramm 5:** Das Gesamtgewicht an Früchten pro Baum bei Gala und Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA keine signifikante Unterschiede auf.

#### A. Sorte Gala

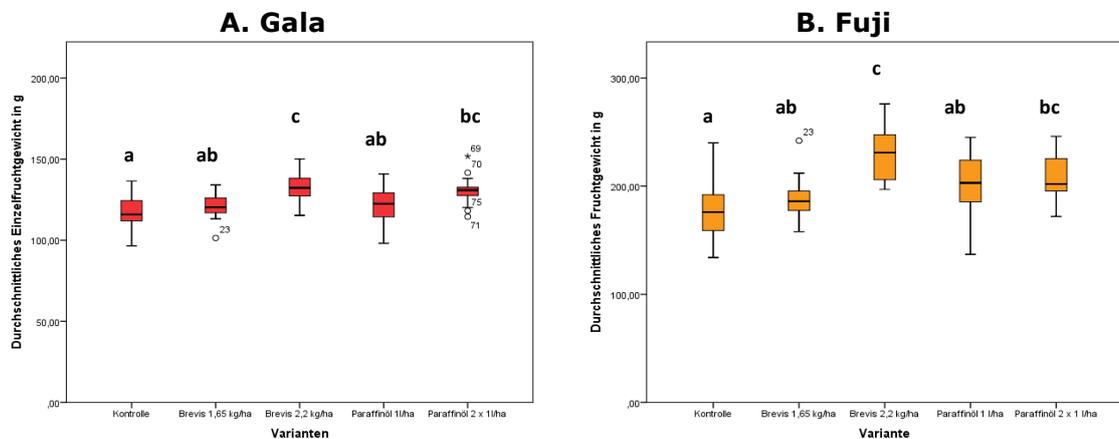
Bei der statistischen Auswertung des Gesamtgewichtes an Früchten pro Baum bei Gala konnten, wie aus *Diagramm 5A* ersichtlich, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Mit 26,14 kg und 25,59 kg wiesen die Varianten 1l/ha Paraffinöl und 2 x 1l/ha Paraffinöl im Mittel das höchste Gesamtgewicht an Früchten pro Baum auf. Die restlichen Varianten lagen im Mittel um 24,4-24,3 kg pro Baum.

#### B. Sorte Fuji

Bei der Erhebung des Gesamtgewichtes an Früchten pro Baum bei Fuji wurden, wie *Diagramm 5B* zeigt, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt. Mit 27,51 kg und 25,90 kg wiesen die Kontrolle und die Variante Brevis 1,65 kg/ha im Mittel das höchste Gesamtgewicht an Früchten pro Baum auf. Die Variante Brevis 2,2 kg/ha reduzierte das Gesamtgewicht pro Baum auf 22,83 kg. Die Varianten mit Paraffinöl lagen im Mittel um 24,1-24,6 kg pro Baum.

### 6.3.3 Durchschnittliches Einzelfruchtgewicht

Bei Gala und auch bei Fuji konnten die beiden Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1l/ha Paraffinöl das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht erfolgreich erhöhen.



**Diagramm 6:** Das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht bei Gala und Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### A. Sorte Gala

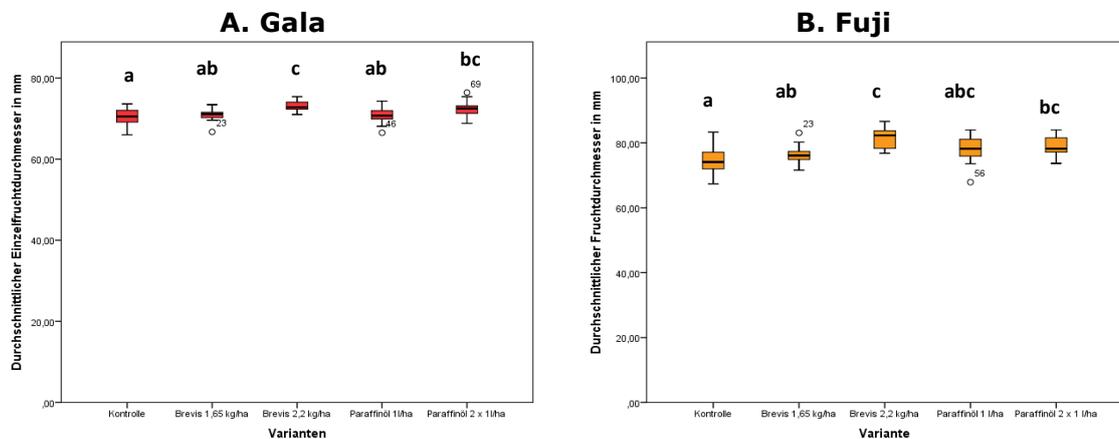
Bei der statistischen Auswertung der Erhebung des durchschnittlichen Einzelfruchtgewichtes bei Gala konnten, wie aus *Diagramm 6A* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und den restlichen Varianten festgestellt werden. Besonders die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1l/ha schnitten mit einem durchschnittlichen Einzelfruchtgewicht von 133 g und 131 g im Vergleich zur Kontrolle mit 119 g ab. Die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und 1l/ha Paraffinöl lagen mit 120 g und 121 g beim durchschnittlichen Einzelfruchtgewicht nahezu identisch im Mittelfeld.

#### B. Sorte Fuji

Bei der Erhebung des durchschnittlichen Einzelfruchtgewichtes bei Fuji wurden, wie *Diagramm 6B* zeigt, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und den restlichen Varianten festgestellt werden. Besonders die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1l/ha schnitten mit einem durchschnittlichen Einzelfruchtgewicht von 229 g und 208 g im Vergleich zur Kontrolle mit 178 g ab. Die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und 1l/ha Paraffinöl lagen mit 188 g und 202 g beim durchschnittlichen Einzelfruchtgewicht im Mittelfeld.

### 6.3.4 Durchschnittlicher Einzelfruchtdurchmesser

Auch den durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser konnten die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1l/ha Paraffinöl bei beiden Sorten erfolgreich erhöhen.



**Diagramm 7:** Der durchschnittliche Einzelfruchtdurchmesser bei Gala und Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### A. Sorte Gala

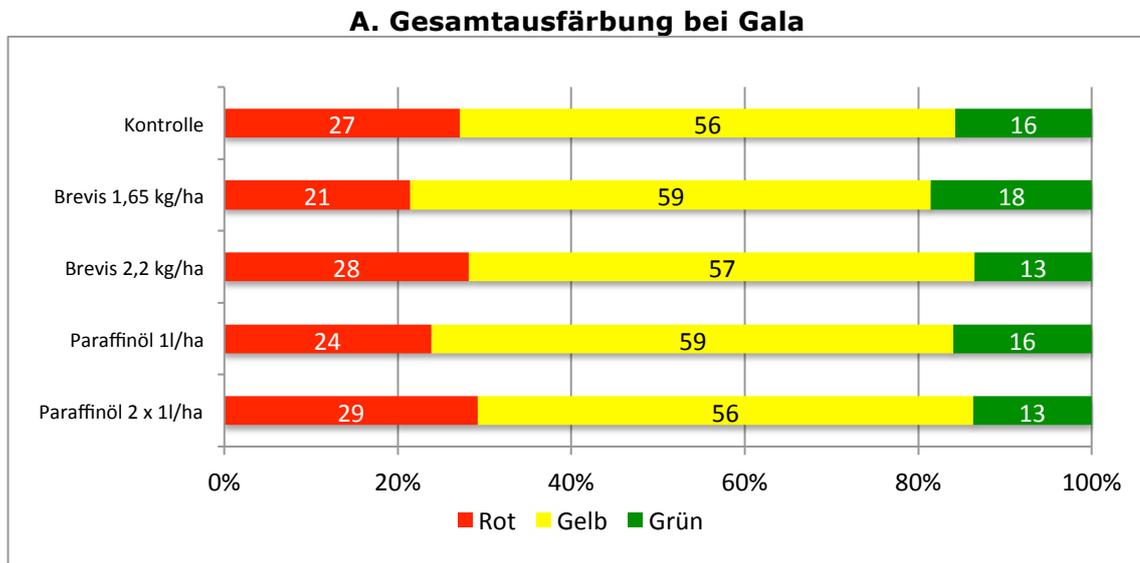
Bei der statistischen Auswertung der Erhebung des durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmessers bei Gala konnten, wie aus *Diagramm 7A* ersichtlich, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und den restlichen Varianten festgestellt werden. Auch hier wiesen besonders die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1l/ha einen höheren durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser von 73,1 mm und 72,4 mm im Vergleich zur Kontrolle mit 70,4 mm auf. Die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und 1l/ha Paraffinöl lagen mit 70,8 mm und 70,9 mm beim durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser im Mittelfeld.

#### B. Sorte Fuji

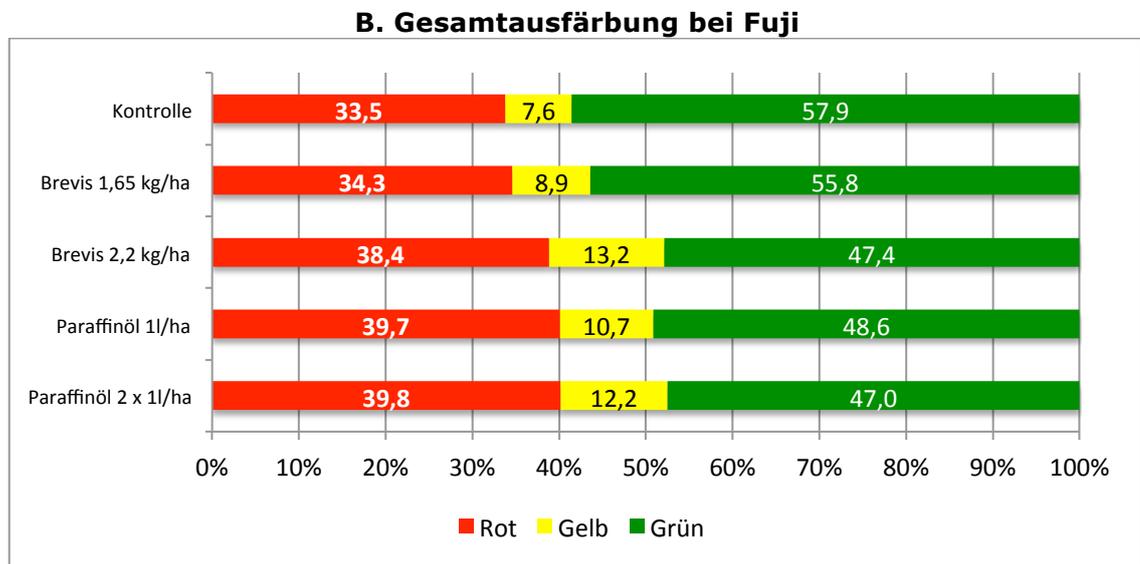
Bei der Erhebung des durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmessers bei Fuji konnten, wie *Diagramm 7B* zeigt, signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und den restlichen Varianten festgestellt werden. Auch hier wiesen besonders die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1l/ha einen höheren durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser von 81,6 mm und 79 mm im Vergleich zur Kontrolle mit 74,6 mm auf. Die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und 1l/ha Paraffinöl lagen mit 76,2 mm und 78 mm beim durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser im Mittelfeld.

### 6.3.5 Ausfärbung

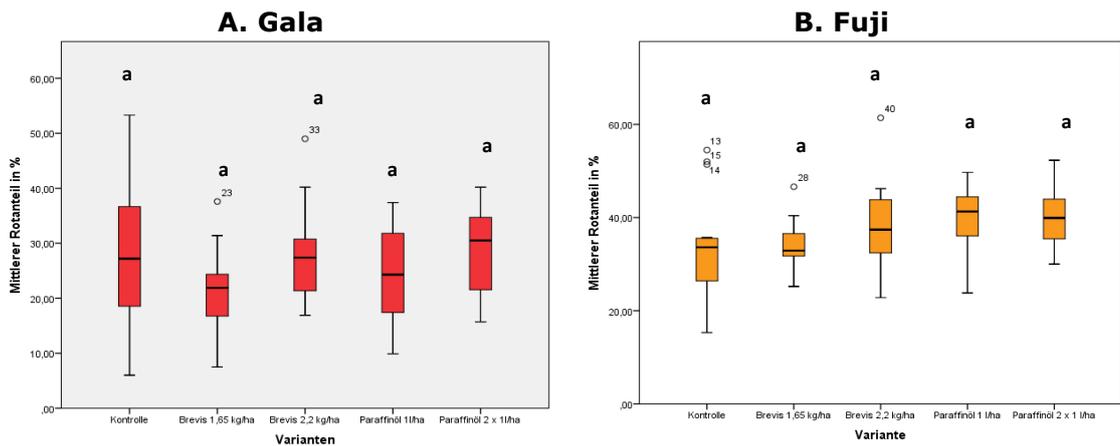
Aus *Diagramm 8 und 9* lässt sich die Ausfärbung der sortierten Äpfel in Rot-, Gelb- und Grünanteil der jeweiligen Varianten in Prozent entnehmen. Bei beiden Sorten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Ausfärbung festgestellt werden.



**Diagramm 8:** Die Gesamtausfärbung bei Gala beträgt 100%, wobei seine Farbbestandteile prozentuell je nach Rot-, Gelb-, oder Grünanteil und Variante variieren.



**Diagramm 9:** Die Gesamtausfärbung bei Fuji beträgt 100%, wobei seine Farbbestandteile prozentuell je nach Rot-, Gelb-, oder Grünanteil und Variante variieren.



**Diagramm 10:** Der mittlere Rotanteil bei Gala und Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA keine signifikanten Unterschiede auf.

### A. Sorte Gala

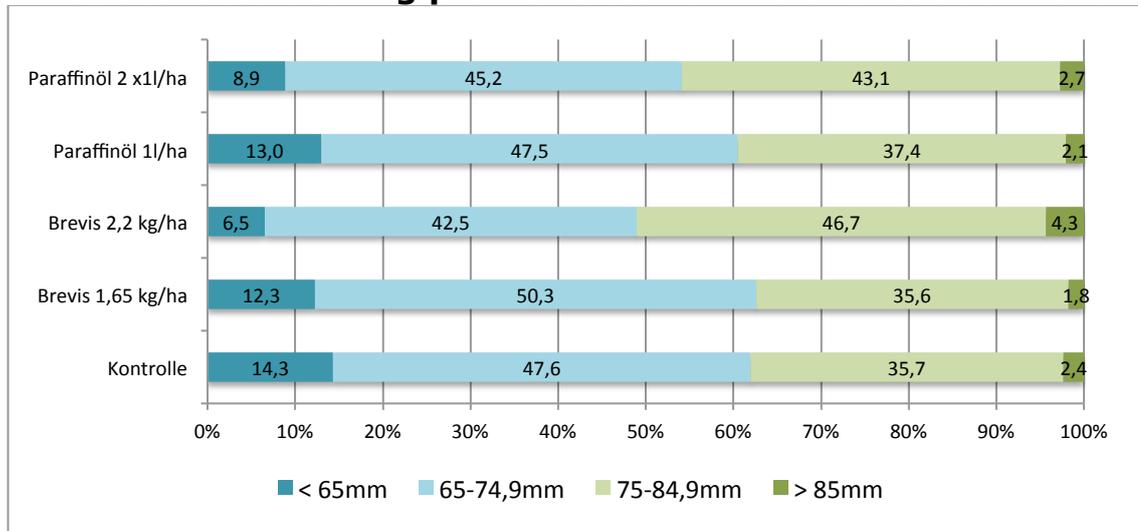
Die statistische Auswertung des mittleren Rotanteiles bei Gala in *Diagramm 8 & 10A* hat ergeben, dass sich die Varianten in ihrer Ausfärbung nicht signifikant unterscheiden. Mit einem mittleren Rotanteil von 28,8% und 27,8% lagen die Varianten 2 x 1 l/ha Paraffinöl und 2,2 kg/ha Brevis leicht über der Kontrolle mit 26,8%. Die restlichen Varianten positionierten sich bei der Ausfärbung als mittlerer Rotanteil hinter der Kontrolle.

### B. Sorte Fuji

Die Auswertung des mittleren Rotanteiles bei Fuji in *Diagramm 9 & 10B* hat ergeben, dass sich die Varianten in ihrer Ausfärbung nicht signifikant unterscheiden. Mit einem mittleren Rotanteil von jeweils 40% lagen die Varianten 2,2 kg/ha Brevis und 2 x 1 l/ha Paraffinöl deutlich über dem der Kontrolle. Die Variante mit 1,65 kg/ha Brevis schnitt hier am schlechtesten ab.

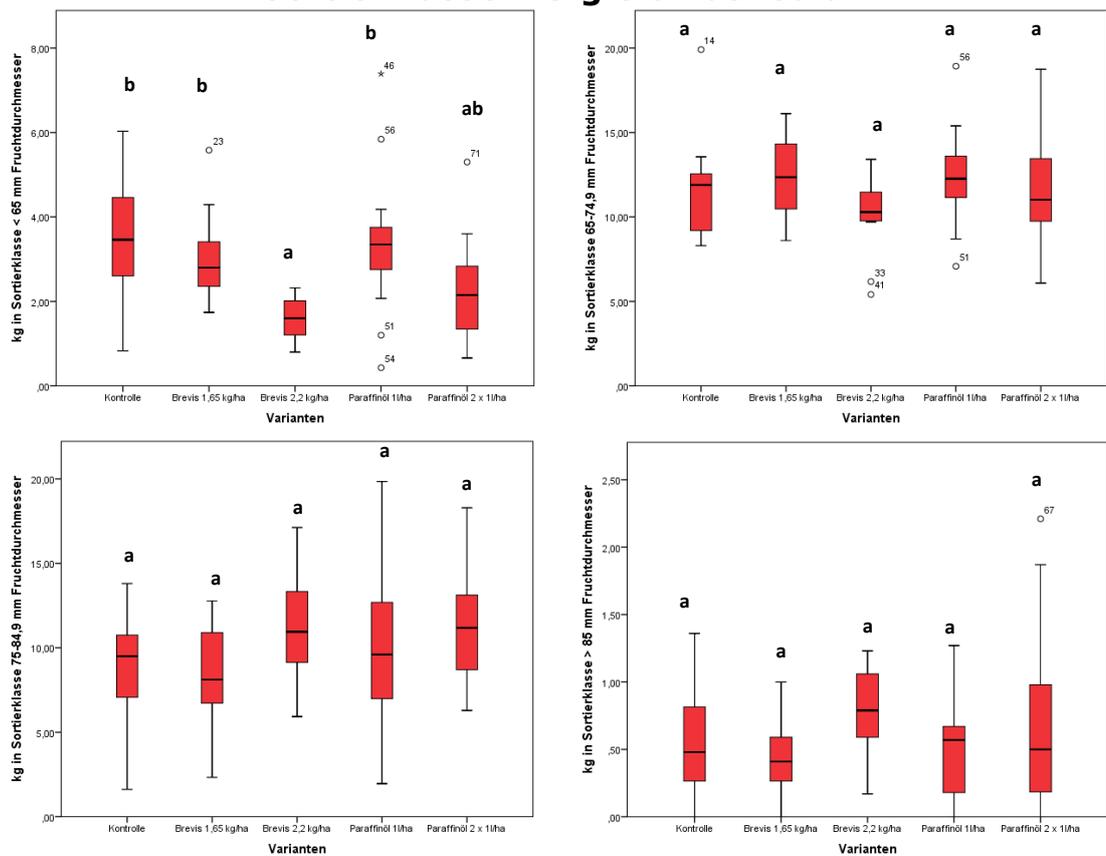
## 6.3.6 Sortierergebnis

### Prozentueller Behang pro Variante in Sortierklassen bei Gala



**Diagramm 11:** Das Diagramm zeigt die prozentuelle Einordnung der Gesamternte der jeweiligen Varianten zu den jeweiligen Sortierklassen bei Gala.

### Sortierklassenvergleich bei Gala



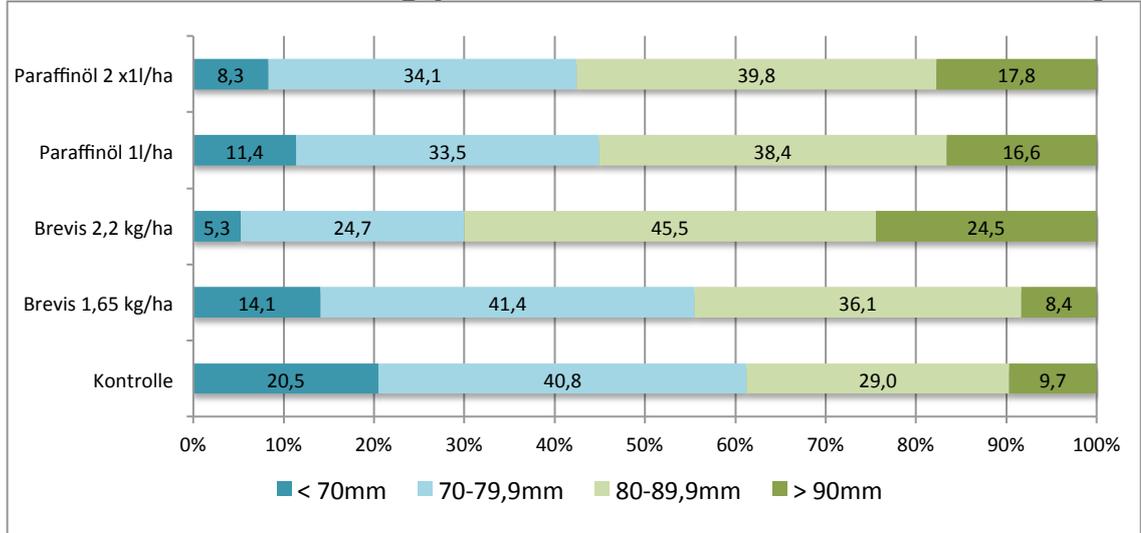
**Diagramm 12:** Die Sortierklasse < 65 mm ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Die Sortierklassen 65 - 74,9 mm (nicht normalverteilt), 75-84,9 mm (normalverteilt) und > 85 mm (nicht normalverteilt) weisen keine signifikanten Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **A. Sorte Gala**

Aus *Diagramm 12* kann man entnehmen, dass sich im Vergleich nur die Sortierklasse < 65 mm Fruchtdurchmesser in den jeweiligen Varianten unterscheidet. Dabei wiesen besonders die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1l/ha Paraffinöl einen geringen Anteil an Früchten auf, die in die kleinste Sortierklasse fallen.

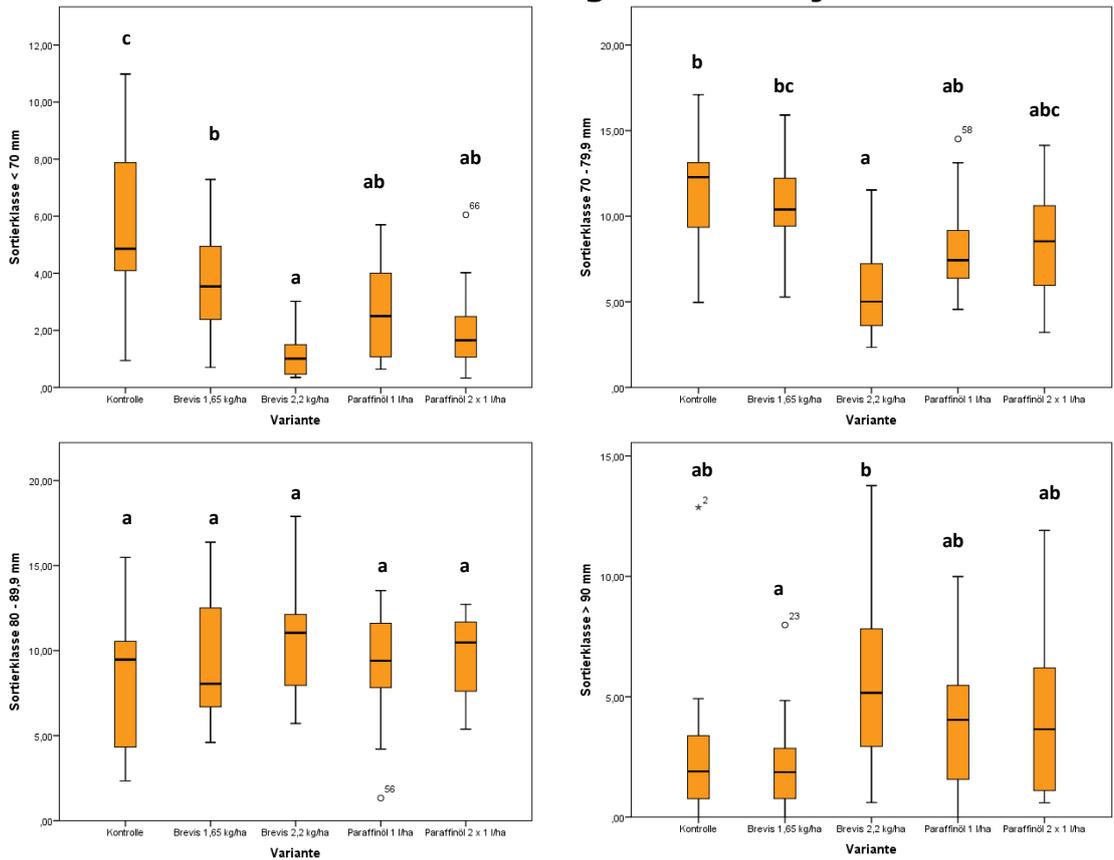
*Diagramm 11* zeigt den prozentuellen Behang pro Variante in den Sortierklassen bei Gala der jeweiligen Varianten. Bei der Variante Brevis 2,2 kg/ha fällt der größte Anteil mit 46,7% in die Sortierklasse 75-84,9 mm. Hier fällt mit 4,3% der größte Anteil in die Übergrößenklasse > 85 mm und auch mit 6,5% der kleinste Anteil in die Untergrößenklasse < 65mm. Bei allen anderen Varianten fällt der größte Anteil jeweils immer in die Klasse 65-74,9 mm. Der größte Anteil an kleinen Früchten < 65mm ist in der Kontrolle mit 14,3% zu finden. Auch die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und 1l/ha Paraffinöl weisen mit 13% und 12,3% einen höheren Anteil an kleinen Früchten auf.

## Prozentueller Behang pro Variante in Sortierklassen bei Fuji



**Diagramm 13:** Das Diagramm zeigt die prozentuelle Einordnung der Gesamternte der jeweiligen Varianten zu den jeweiligen Sortierklassen bei Fuji.

## Sortierklassenvergleich bei Fuji



**Diagramm 14:** Die Sortierklasse < 70 mm ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal - Wallis signifikante Unterschiede auf. Die Sortierklasse 70 - 79,9 mm ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Die Sortierklasse 80-89,9 mm ist normalverteilt und weist keine signifikanten Unterschiede auf. Die Sortierklasse > 90 mm ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal Wallis signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey bzw. Dunn - Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

## **B. Sorte Fuji**

Aus *Diagramm 14* kann man entnehmen, dass im Vergleich nur die Sortierklasse mit 80-89,9 mm Fruchtdurchmesser homogen verteilt ist und keine signifikanten Unterschiede aufweist. Alle anderen Sortierklassen weisen, wie aus *Diagramm 23* beschrieben, signifikante Unterschiede auf.

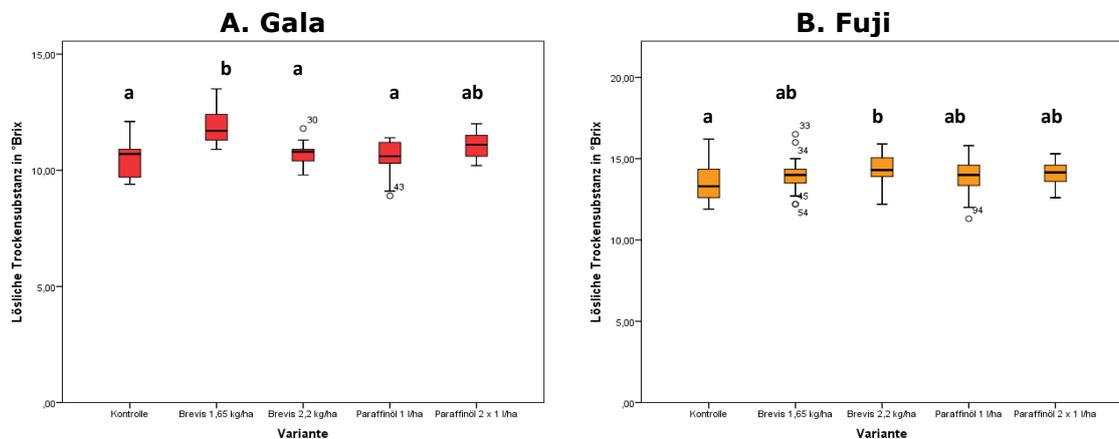
*Diagramm 13* zeigt den prozentuellen Behang pro Variante in den Sortierklassen bei Fuji der jeweiligen Varianten. Bei der Variante Brevis 2,2 kg/ha fällt der größte Anteil mit 45,5% in die Sortierklasse 80-89,9 mm. Hier fällt mit 24,5% der größte Anteil in die Klasse > 90 mm und auch mit 5,3% der kleinste Anteil in die Klasse < 70 mm. Bei der Variante Brevis 1,65 kg/ha und bei der Kontrolle fällt der größte Anteil jeweils mit 41,4% und 40,8% in die Klasse 70-79,9 mm. Bei den beiden Paraffinöl – Varianten hingegen fällt der größte Anteil um 38-39% in die Klasse 80-89,9 mm. Der größte Anteil an kleinen Früchten < 65mm ist in der Kontrolle mit 20,5% zu finden. Auch die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und die Kontrolle weisen mit 14,1% und 20,5% einen höheren Anteil an kleinen Früchten auf.

## 6.4 Innere Qualitätsparameter

Zum Zeitpunkt der Erhebung der inneren Qualitätsparameter war die Stärke, sei es bei Gala als auch bei Fuji, bereits zu Zucker (lösliche Trockensubstanz) umgebaut.

### 6.4.1 Lösliche Trockensubstanz

Bei der Sorte Gala zeigte die Variante 1,65 kg/ha Brevis den höchsten Gehalt an löslicher Trockensubstanz, während bei Fuji die Variante Brevis 2,2 kg/ha am höchsten abschnitt.



**Diagramm 15:** Die lösliche Trockensubstanz bei Gala ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis signifikante Unterschiede auf. Die lösliche Trockensubstanz bei Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Dunn – Bonferroni bzw. Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### A. Sorte Gala

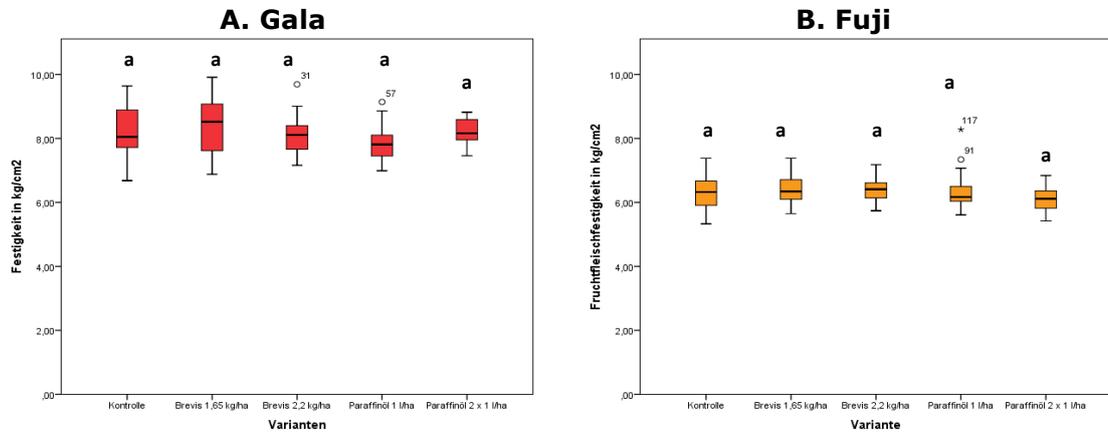
Aus *Diagramm 15A* kann man entnehmen, dass die Varianten Brevis 1,65 kg/ha mit 11,9° Brix und 2 x 1l/ha Paraffinöl mit 11,1° Brix einen signifikant höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz im Vergleich zu den anderen Varianten bei Gala besitzen. Die restlichen Varianten besitzen einen mittleren Gehalt an löslicher Trockensubstanz von 10,5° Brix.

#### B. Sorte Fuji

*Diagramm 15B* zeigt, dass die Variante Brevis 2,2 kg/ha mit 14,5° Brix einen signifikant höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz im Vergleich zu den anderen Varianten bei Fuji besitzt. Die Kontrolle weist mit 13,7° Brix am wenigsten lösliche Trockensubstanz auf.

## 6.4.2 Fruchtfleischfestigkeit

Bei der Fruchtfleischfestigkeit konnten sei es bei Gala als auch bei Fuji keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.



**Diagramm 16:** Die Fruchtfleischfestigkeit bei Gala und Fuji ist normalverteilt und weist nach ANOVA keine signifikanten Unterschiede auf.

### A. Sorte Gala

Aus *Diagramm 16A* kann man entnehmen, dass sich die Varianten nicht signifikant in ihrer Fruchtfleischfestigkeit bei Gala unterscheiden. Die Kontrolle und die Variante Brevis 1,65 kg/ha weisen mit 8,4 kg/cm<sup>2</sup> eine leicht höhere Fruchtfleischfestigkeit auf als die restlichen Varianten mit zirka 8 kg/cm<sup>2</sup>.

### B. Sorte Fuji

*Diagramm 16B* zeigt, dass sich die Varianten nicht signifikant in ihrer Fruchtfleischfestigkeit bei Fuji unterscheiden. Die Variante Brevis 2,2 kg/ha weist mit 6,39 kg/cm<sup>2</sup> eine leicht höhere Fruchtfleischfestigkeit auf als die Kontrolle mit 6,12 kg/cm<sup>2</sup>. Die restlichen Varianten liegen dicht im Mittelfeld.

### 6.4.3 Titrierbare Säure

Die titrierbare Säure wurde jeweils immer aus 15 Äpfeln pro Variante erhoben:

Variante	A. Gala [g/l]	B. Fuji [g/l]
Kontrolle	2,8	2,7
Brevis 1,65 kg/ha	3,1	2,7
Brevis 2,2 kg/ha	2,9	2,7
Paraffinöl 1 l/ha	3,6	2,5
Paraffinöl 2 x 1 l/ha	4,0	2,5

**Tabelle 11:** Titrierbare Säure in Gramm pro Liter jeweils pro Variante und Sorte.

Aus *Tabelle 11* kann man entnehmen, dass bei Gala besonders die Varianten mit Paraffinöl im Mittel einen höheren Säuregehalt aufweisen, während die restlichen Varianten mehr oder weniger homogen darunter liegen. Bei Fuji hingegen gibt es kaum Unterschiede zwischen den Varianten. Die beiden Varianten mit Paraffinöl liegen hier im Säuregehalt leicht unter den restlichen Varianten.

## 6.5 Untersuchung von Nebeneffekten

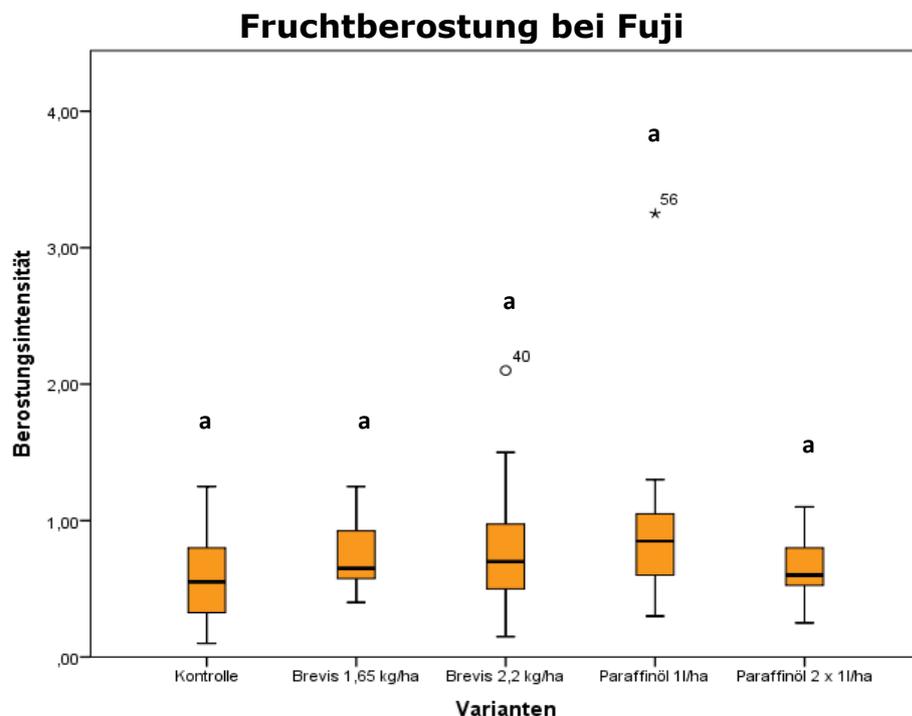
### 6.5.1 Pflanzenverträglichkeit

Zirka fünf Wochen nach der Applikation beider Mittel wurde deren phytotoxe Wirkung auf die Blätter beider Sorten zunächst visuell vorbewertet. Eine Notwendigkeit der genaueren Bewertung konnte bei beiden Sorten nicht festgestellt werden. Trotzdem wurde die Sorte Gala sicherheitshalber nach der Skala des CTIFL – Versuchszentrums (Frankreich) am 07. Juni 2016 bewertet und eingeordnet. Dabei konnten keine Werte über 1,5 festgestellt werden und die minimalen Blattschäden als tolerierbar eingestuft werden. Die Variante 2 x 1 Liter Paraffinöl pro Hektar wies bei Gala leicht höhere phytotoxe Schäden auf, die aber immer im tolerierbaren Bereich blieben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass an beiden Sorten keine untolerierbaren phytotoxen Schäden auftraten.

### 6.5.2 Fruchtberostung

Zunächst wurden beide Sorten bei der Ernte visuell vorbewertet um eine eventuelle Notwendigkeit der genaueren Bewertung erkennen zu können. Bei Gala bestand keine Notwendigkeit der genaueren Bonitur, da während der Ernte keine berosteten Äpfel sichtbar waren. Bei Fuji hingegen war eine genauere Bewertung nötig, wobei die Berostung visuell erhoben und in eine Skala von 0 bis 10 eingeteilt wurde. Dabei wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt.

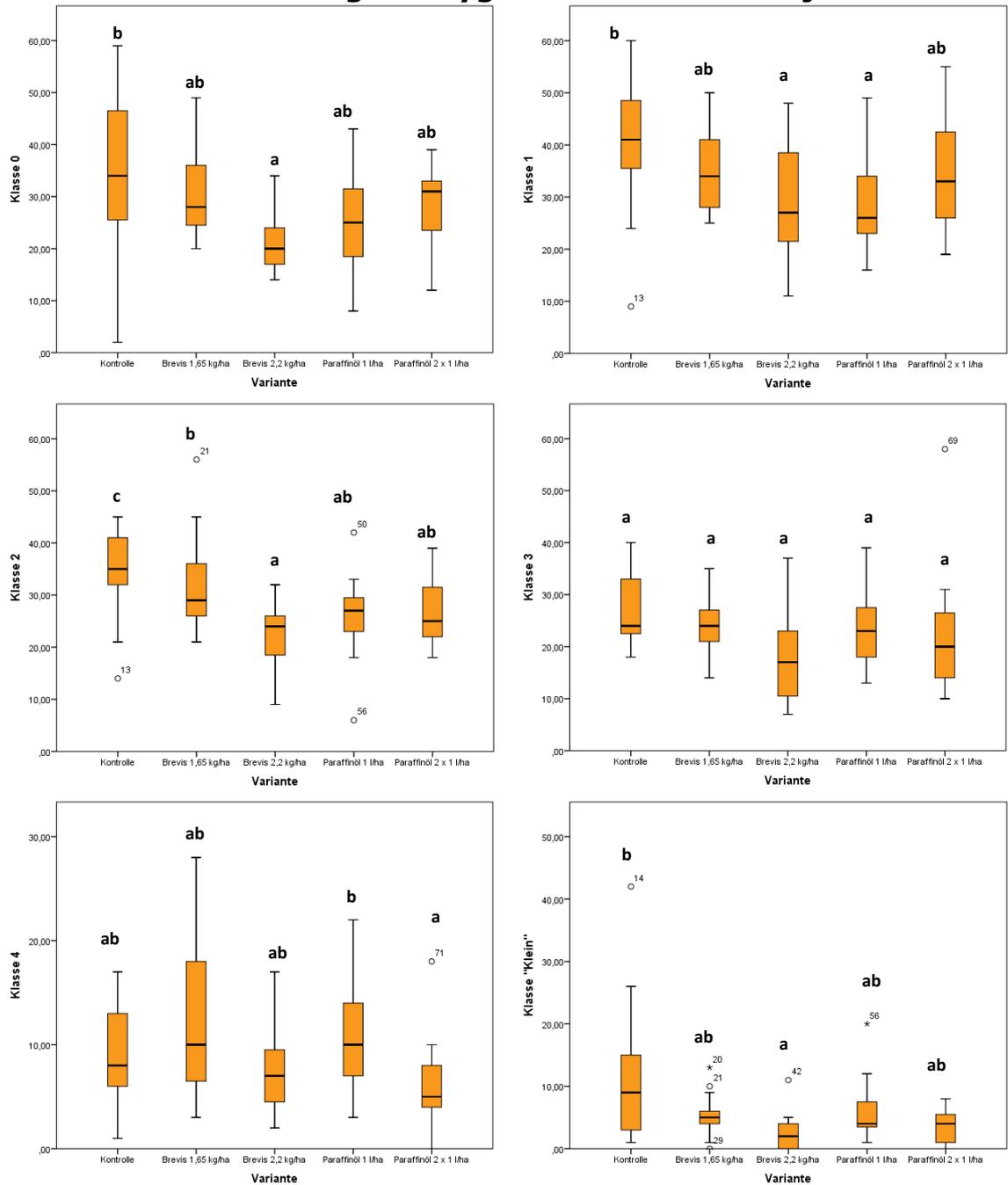


**Diagramm 17:** Die mittlere Berostungsintensität bei Gala ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auf.

Aus *Diagramm 17* kann man entnehmen, dass sich die Varianten nicht signifikant in ihrer Berostungsintensität bei Fuji unterscheiden. Die Kontrolle weist mit einem Berostungsmittelwert von 0,57 die geringste Berostung aller Varianten auf. Die Variante 1 l/ha Paraffinöl weist mit einem Berostungsmittelwert von 0,97 den höchsten Anteil an berosteten Früchten auf. Die Variante mit 2 x 1l/ha Paraffinöl liegt mit einem Berostungsmittelwert von 0,68 nahe dem der Kontrolle, während sich die beiden Varianten mit Brevis (1,65 kg/ha mit 0,74 und 2,2 kg/ha mit 0,81) dem Höchstwert nähern.

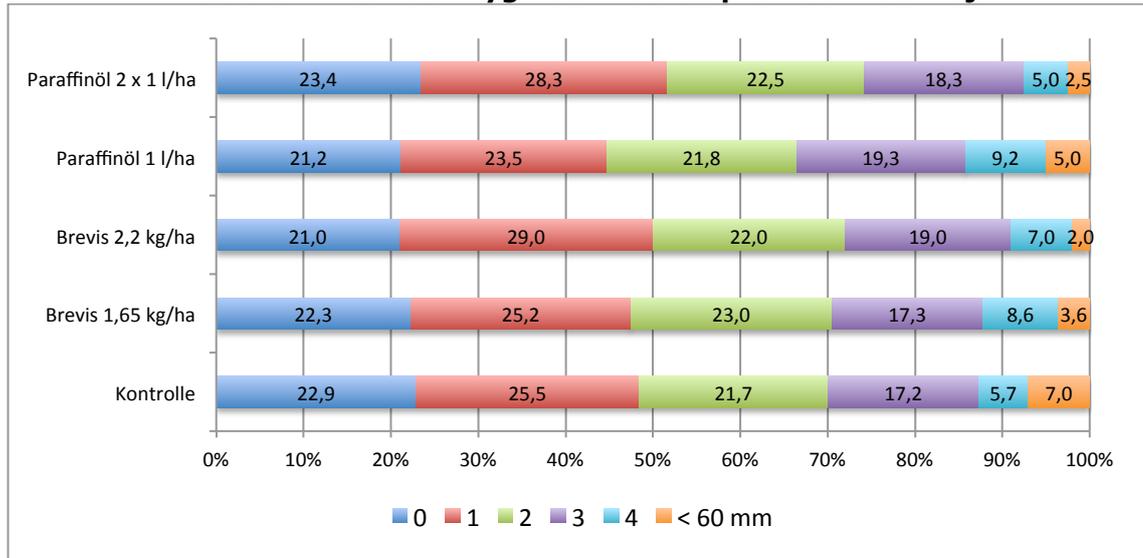
## 6.5.3 Fruchtdeformationen und Pygmäenfrüchte

### Auswertung der Pygmäenfrüchte bei Fuji



**Diagramm 18:** Klasse 0 und 1 sind normalverteilt und weisen nach ANOVA signifikante Unterschiede auf. Klasse 2 ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis signifikante Unterschiede auf. Klasse 3 und 4 sind nicht normalverteilt, wobei Klasse 3 nach Kruskal - Wallis keine signifikanten Unterschiede aufweist und Klasse 4 signifikante Unterschiede aufweist. Die Klasse „Klein“ ist nicht normalverteilt und weist nach Kruskal – Wallis signifikante Unterschiede auf. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach Tukey bzw. Dunn - Bonferro ni ( $p < 0,05$ ).

### Mittlerer Anteil der Pygmäenfrüchte pro Baum bei Fuji



**Diagramm 19:** Mittlerer Anteil in Prozent an Pygmäenfrüchten bei Fuji pro Baum innerhalb der jeweiligen Varianten.

Aus *Diagramm 18* kann man entnehmen, dass sich alle Varianten innerhalb der Klassen signifikant unterscheiden, bis auf Klasse 3, wo sich die Varianten in ihrem Anteil an Fruchtdeformationen nicht unterscheiden.

Innerhalb der Klassen liegt meist die Kontrolle mit dem höchsten Anteil an Fruchtdeformationen vorne. Die Kontrolle besitzt aber auch am meisten undeformierte Früchte der Klasse 0. Bei der Klasse 4 besitzen die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und Paraffinöl 1 l/ha den höchsten Anteil an Pygmäenfrüchten, wobei hier die Streubreite aber auch relativ hoch ist. Die Variante Brevis 2,2 kg/ha weist durchgehend den niedrigsten Anteil an Fruchtdeformationen auf. Die Varianten mit Paraffinöl liegen meist im Mittelfeld.

Wenn man sich die absoluten Daten (auf 100% jeder Variante berechnet) aus *Diagramm 19* anschaut, dann kann man erkennen, dass sich die Klassen 0, 2 und 3 kaum unterscheiden, in der Klasse 1 aber Brevis mit 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1 l/ha mehr Fruchtdeformationen aufweisen. In der Klasse 4 und < 65 mm hingegen weisen die Varianten mit Brevis 1,65 kg/ha und Paraffinöl 1 l/ha einen höheren Anteil an Pygmäenfrüchten auf. In der Klasse < 65 mm tendiert auch die Kontrollvariante zu höheren Fruchtdeformationen.

## 7. Interpretation der Daten

Vorab muss gesagt werden, dass sich der Vergleich von Versuchsergebnissen aus Freilandversuchen eher qualitativ als quantitativ gestaltet, da neben dem Wuchshabitus der jeweiligen Sorte der Standort (Frühjahrsfröste, Sonnenexposition), die Bodenbeschaffenheiten und die Kulturführung (Formierung, Winterschnitt, Sommerschnitt, Wurzelschnitt) Einfluss auf das Versuchsergebnis nehmen. Der wichtigste und unberechenbarste Faktor bleibt die Witterung, die es nicht zulässt, über die Jahre eine Patentlösung zur Ausdünnung zu entwerfen, sodass Ausdünnversuche eine Momentanaufnahme für einen gewissen Standort darstellen und durch qualitative Vergleiche und Erfahrungen auf andere Saisonen und Standorte projiziert werden können.

### 7.1 Photosynthesehemmung

Prinzipiell kann man sagen, dass die Photosyntheseleistung bei Gala, sei es durch Metamitron als auch durch Paraffinöl, bis zu vier Tage nach der Applikation stark gehemmt werden konnte. In diesem Zeitraum herrschten sehr tiefe Temperaturen, mit Nachttemperaturen um 0°C und bewölktem bzw. wechselnd bewölkttem Wetter, wobei die Pflanzen ihre physiologische Tätigkeit vermutlich sehr reduzierten. In dieser Phase, bedingt durch eine verlangsamte physiologische Tätigkeit, scheinen die Behandlungen mit Metamitron und Paraffinöl nicht in dem Maße gewirkt zu haben wie bei KÖPCKE 2005 und BRUNNER 2014, d.h. eine über mehrere Wochen messbare starke Photosynthesehemmung konnte nicht beobachtet werden. Wahrscheinlich wurde die Photosyntheseleistung durch die tiefen Temperaturen gehemmt, dass die biochemischen Prozesse in der Pflanze nur sehr langsam ablaufen konnten und daher auch der Hemmprozess durch den Transpirationshemmer und den Photosynthesehemmer sehr langsam abliefen.

In den darauffolgenden fünf Tagen stieg die Photosyntheseleistung durch einen Anstieg der Globalstrahlung und der Temperaturen wieder langsam an. In diesem Zeitraum scheint ein rascher Wirkungsabbau beider Mittel stattgefunden zu haben, bis 15 Tage nach der ersten Applikation, wo für alle Varianten, bis auf die am Vortag applizierte zweite Behandlung von Paraffinöl, eine ähnliche Photosyntheseleistung festgestellt werden konnte, da rund um den Messtag fünf Tage Regenwetter mit Durchschnittstemperaturen um 13°C herrschte. In den darauffolgenden 16 Tagen bis zur letzten Messung konnte nur mehr die zweite Applikation von Paraffinöl die Photosyntheseleistung um durchschnittlich  $2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  im Vergleich zu den restlichen Varianten senken.

Vor der fünftägigen Schlechtwetterperiode korrelierte bei den Behandlungen mit Metamitron die Dosis mit dem Grad der Photosynthesehemmung, wie bei BRUNNER 2014. Eine drei- bzw. vierwöchige Photosynthesehemmung durch Metamitron, wie bei KÖPCKE 2005 und BRUNNER 2014, konnte hier wegen der lang anhaltenden Schlechtwetterphase nicht beobachtet werden. Im Vergleich zur Behandlung mit Paraffinöl kann festgestellt werden, dass unter diesen Bedingungen ein Biochemischer Eingriff in die Photosynthese eine stärkere Hemmung bringt als der physikalische Hemmeffekt eines Transpirationshemmers.

Speziell beim Paraffinöl konnte im Gegensatz zu SPARER 2012 und KELDERER et al. 2012b in diesem Versuch, wie bei BAUDOIN et al. 2006, eine signifikante Hemmung der Photosynthese durch das Paraffinöl im Vergleich zur Kontrolle erzielt werden. Bei der ersten Behandlung mit Paraffinöl konnte die Photosynthese zirka eine Woche lang gehemmt werden, während die Hemmwirkung der zweiten Behandlung gut zwei Wochen anhielt. Die Ergebnisse der ersten Behandlung sind vergleichbar mit den Annahmen von BAUDOIN et al. 2006, wobei Niederschlag von über  $10\text{mm/m}^2$  unmittelbar nach der Applikation den Ölfilm teilweise abgewaschen und die relativ tiefen Temperaturen die Viskosität und Aufnahme des Öles beeinträchtigt haben könnte (BEATTIE et al. 2002).

Zur zweiten Behandlung herrschten ähnliche Bedingungen wie bei der ersten Behandlung, jedoch mit höheren Temperaturen und größeren Niederschlagsmengen, verteilt auf mehrere Tage. Daher konnte ein Teil des Öles wahrscheinlich schneller und besser aufgenommen werden und führte zu einer längeren aber schwächeren Hemmung der Photosynthese, da ein Teil wahrscheinlich wieder abgewaschen wurde. Auch eine ausgebildeterere Blattmorphologie und dickere Kutikula könnte am zweiten Behandlungstermin, wie nach BAUDOIN et al. 2006 und BEATTIE et al. 2002, einen Einfluss auf die bessere Aufnahme gehabt haben.

## 7.2 Ausdünnwirkung

### Sorte Fuji:

Bei Fuji verfolgte die Ausdünnwirkung von Metamitron den Trend der Photosynthesehemmung, ähnlich der Beobachtungen von DORIGONI und LEZZER 2007 und BRUNNER 2015b, d.h. dass die Variante mit höherer Konzentration (2,2 kg/ha) besser ausdünnte als die Variante mit niedriger Konzentration (1,65 kg/ha), da eine höhere Konzentration auch dementsprechend eine stärkere Photosynthesehemmung erreichen konnte. Im Vergleich zeigt das auch der Versuch von CLEVER 2007, der mit 350 ppm Metamitron bei 6-8 mm Fruchtgröße einen Behang von 78 Früchten pro 100 Blütenbüschel erreichte, während in diesem Versuch mit 330 ppm Metamitron bei 11,5 mm ein Behang von 87 Früchten pro 100 Blütenbüschel erreicht wurde.

Die Ausdünnwirkung der 330 ppm Metamitron von BRUNNER 2015b mit 45% konnte dieser Versuch mit 28% jedoch nicht erreichen, da die Nachttemperaturen bei diesem Versuch bis zu fünf Tage nach der Behandlung nie über 10°C stiegen und daher als wichtige Bedingung wie nach BRUNNER 2015a und LAFER 2015 nicht gegeben waren. Somit konnten nicht genug Assimilate (ATP) veratmet werden und kein ausreichendes Kohlenhydratdefizit zur Induktion eines Fruchtfalles in der Pflanze geschaffen werden.

Die Variante mit 1 l/ha Paraffinöl dünnte ähnlich der Variante mit 1,65 kg/ha Brevis aus und konnte mit 94 Früchten pro 100 Blütenbüschel einen besseren, reduzierten Behang erzielen als in den Versuchen von KELDERER et al. 2014 mit 120 Früchten pro 100 Blütenbüschel. An diesem Beispiel wird sichtbar, dass bei einem – vom Vorjahr frostbedingten – starken Anfangsbehang, wie bei KELDERER et al. 2014, der Ausdünnereffekt durch 1 l/ha Paraffinöl tendenziell niedrig ist.

Die Variante mit 2 x 1 l/ha Paraffinöl zeigte bei Fuji die niedrigste Ausdünnwirkung. Vergleichsweise kühle Nächte rund um den Behandlungstag und hohe Globalstrahlung an den Tagen nach der Behandlung, stellten – wie LAFER bereits 2015 bei Metamitron erkannte – auch für Paraffinölbehandlungen keine optimalen Bedingungen für eine gute Ausdünnwirkung dar. Der Trend der Gesamtausdünnwirkung lässt sich nahezu identisch auf die Basis und den Gipfel des Baumes übertragen, daher kann im Vergleich zu den Ergebnissen von LARDSCHNEIDER et al. 2016 gesagt werden, dass auch gesamte Baumbehandlungen ein uniformes Ausdünnergebnis bringen können.

## **Sorte Gala:**

Bei Gala waren keine signifikanten Unterschiede in der Ausdünnwirkung unter den Varianten nach dem ersten Behandlungstag sichtbar. Wahrscheinlich war hier eher das sehr kalte und frostige Wetter an den Tagen unmittelbar vor und nach der Behandlung statt des frühen phänologischen Stadiums ausschlaggebend, dass die Behandlung erst gar nicht wirken konnte und die optimalen Einsatzbedingungen mit milden Nächten nach GREENE 2014, BRUNNER 2015a und LAFER 2015 somit nicht erfüllt wurden.

Auch der Niederschlag am Tag nach der Behandlung könnte, wie bei der Beeinflussung der Photosynthese, Folgen auf die Wirksamkeit der Ausdünnmittel gehabt haben. Die Globalstrahlung bei der ersten Behandlung mit Paraffinöl war im Vergleich zur zweiten Behandlung mit Paraffinöl bei Gala wesentlich höher, die Ausdünnwirkung der zweiten Behandlung war aber besser als die der ersten. In diesem Fall dürften die außergewöhnlich niedrigen Temperaturen einen größeren Einfluss auf die schlechte Wirksamkeit der Ausdünnmittel bei der ersten Behandlung gehabt haben als die Globalstrahlung.

Die Variante mit 2 x 1 l/ha Paraffinöl war die einzige die bei Gala überhaupt eine signifikante Ausdünnwirkung zeigte, da unmittelbar vor und nach der Behandlung Tage mit wärmeren Nächten herrschten und so, wie nach KELDERER et al. 2014 und BRUNNER 2015a, mehr Assimilate veratmet werden konnten und ein Kohlenhydratdefizit im Baum entstanden ist (BYERS 2002). Ein ähnlicher Fruchtbehang mit rund 40 Früchten pro 100 Blütenbüschel wie bei KELDERER et al. 2014 konnte mit Eko Oil bei Gala nicht ansatzweise erreicht werden. KELDERER et al. 2010 konnten mit Behandlungen im Abstand von wenigen Tagen eine Ausdünnwirkung von 20-30% erreichen. In diesem Versuch konnte in einem Abstand von 14 Tagen eine Ausdünnwirkung von 13% erreicht werden. Wahrscheinlich war die Zeitspanne zwischen den beiden Paraffinölbehandlungen mit 14 Tagen zu groß, um eine kontinuierliche und effiziente Photosynthesehemmung und damit Ausdünnwirkung zu erreichen.

Die Ausdünnwirkung war im Vergleich bei Gala nicht so hoch wie bei Fuji, da mehrere Tage nach der zweiten Paraffinölbehandlung von Gala über vier Tage in Folge regnerisches Wetter herrschte. Es herrschten also bessere Bedingungen zur Wirkstoffaufnahme aber schlechtere Bedingungen zur dauerhaften Photosynthesehemmung.

Mit einer Dosierung von 2,2 kg Brevis pro Hektar konnte trotz suboptimalen Wetterbedingungen bei Fuji verhältnismäßig gut ausgedünnt werden und die Dosierung von 1l Eko Oil pro Hektar konnte mit der Variante 1,65 kg/ha Brevis sehr gut mithalten.

Die Variante mit 2 x 1l/ha Eko Oil war die einzige, die sich bei Gala signifikant von der Kontrolle unterschied. Im Vergleich mit der Behandlung bei Fuji konnte aber festgestellt werden, dass bei Gala durch schlechtere Wetterbedingungen und zu weitem Intervall zwischen den beiden Spritzungen ein verminderter Ausdünnereffekt zustande gekommen ist.

Auch wenn in diesem Versuch keine Vergleiche zu unterschiedlichen phänologischen Stadien durchgeführt wurden, kann man behaupten, dass die phänologische Spanne zur Durchführung von Ausdünnversuchen mittels Photosynthesehemmern oder Transpirationshemmern zwischen 8 und 16mm Fruchtgröße liegt, ideale Wetterbedingungen kurz vor und ein paar Tage nach der Behandlung aber weitaus wichtiger sind als das exakte phänologische Stadium selbst. Aus dem Versuch wird ersichtlich, dass die Witterung zum Zeitpunkt der Ausbringung der Ausdünnmittel eine fundamentale Rolle spielt. Davon hängt nämlich die Hemmung der Photosynthese ab, sei es mittels Metamitron oder Paraffinöl, die sich folglich auf die Ausdünnung auswirkt und die innere und äußere Qualität beeinflusst.

### **7.3 Äußere Qualitätsparameter**

Durch die schwache bis nicht vorhandene Ausdünnwirkung bei Gala gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl an Früchten pro Baum zwischen den Varianten im Vergleich zur Kontrollvariante.

Bei Fuji konnten Brevis 2,2 kg/ha und die beiden Paraffinöl – Varianten die Anzahl an Früchten pro Baum durch eine wirkungsvolle Ausdünnung reduzieren. Die Variante Brevis 1,65 kg/ha schnitt bei Fuji am schlechtesten ab. Obwohl die Ausdünnwirkung ähnlich der Paraffinöl – Varianten war, muss hier ein schwächerer Fruchtfall stattgefunden haben.

Das gesamte Gewicht an Früchten pro Baum unterscheidet sich, wie bei DORIGONI und LEZZER 2007 sowohl bei Gala als auch bei Fuji nicht signifikant innerhalb der Varianten. Da der Baum wahrscheinlich über die Varianten die selben Ressourcen zur Verfügung hat und einmal mehr, einmal weniger Äpfel versorgen muss, sodass das Gesamtgewicht in Summe das selbe bleibt, der Einzelfruchtdurchmesser und das Einzelfruchtgewicht sich aber ändern bzw. steigern.

Sowohl beim durchschnittlichen Einzelfruchtgewicht als auch beim durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser lässt sich bei Fuji und auch bei Gala der Schluss ziehen, dass die Kontrollvariante das durchschnittlich kleinste Einzelfruchtgewicht mit dem durchschnittlich kleinsten Einzelfruchtdurchmesser besitzt. Dies bedeutet, dass die einzelnen Behandlungen, wie bei KÖPCKE 2005, SCHNITZER 2011, KELDERER et al. 2012b, SULZER 2015 und BRUNNER 2015b, durch den Ausdünneneffekt und der Reduktion von Früchten pro Baum das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht und den durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser erfolgreich erhöhen konnten.

Generell lässt sich sagen, dass die Unterschiede bei Gala zwar statistisch signifikant sein mögen, aber im durchschnittlichen Vergleich zu Fuji sehr klein ausfallen und für die Praxis nahezu nicht relevant sein dürften.

Bei Fuji und auch bei Gala haben die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1 l/ha Paraffinöl am besten abgeschnitten, mit Früchten großem Durchmesser und höherem Gewichtes.

Mit den 330 ppm Metamitron in diesem Versuch konnten maximal 290g pro Frucht bei Fuji erreicht werden, während DORIGONI und LEZZER 2007 bei gleichem Behang ein durchschnittliches Einzelfruchtgewicht von 250g bei Fuji erreichen konnten. Hier ist zu sagen, dass in diesem Versuch bereits eine Überdünnung stattgefunden haben könnte, da das Einzelfruchtgewicht bei Fuji sehr hoch liegt und demnach zu wenig Früchte am Baum belassen wurden, sodass sie dazu neigen übergroß (für die Präferenzen des Marktes) zu werden. Dies bedeutet für die Praxis, dass im Lager physiologische Schäden auftreten könnten und dies somit einen Qualitätsverlust darstellen könnte.

Die Variante mit 1 l/ha Paraffinöl befindet sich im Mittelfeld, während die unbehandelte Kontrolle und die Variante Brevis 1,65 kg/ha hier am schlechtesten abgeschnitten haben, da dort die Anzahl an Früchten pro Baum höher war und damit auch deren Fruchtgewicht und Fruchtdurchmesser kleiner geblieben ist. Somit kann hier der Ausdünneneffekt als unzureichend definiert werden.

Bei der Ausfärbung als mittlerer Rotanteil gibt es, wie bei KÖPCKE 2005, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten, sei es bei Gala als auch bei Fuji.

Beim Sortierergebnis unterscheiden sich die Varianten bei Gala nicht allzu sehr bis auf Brevis 2,2 kg/ha und 2 x 1 l/ha Paraffinöl, die den kleinsten Anteil an kleinkalibrigen Früchten aufweisen. Hier spiegelt sich das Ergebnis der Analyse des durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmessers wieder, wobei diese beiden Varianten verhältnismäßig besser abschnitten. Dies wiederum ist bedingt durch eine leichte Ausdünnwirkung dieser beiden Varianten, da sie den Fruchtbehang bei Gala im Vergleich zu den anderen Varianten minimal reduzieren konnten. Der größte Anteil an Früchten landete in der Sortierklasse 65-74,9mm gefolgt von der Sortierklasse 75-84,9mm, wobei zur Kontrolle keine signifikanten Unterschiede bestehen. Dies bedeutet, dass auch trotz verminderter Ausdünnwirkung Früchte über 65mm Fruchtdurchmesser geerntet werden konnten und daher als vermarktbar Ware gewertet werden können.

Beim Sortierergebnis von Fuji lässt sich feststellen, dass der Hauptteil der Ernte der Variante Brevis 2,2 kg/ha und der beiden Paraffinölvarianten in der Sortierklasse 80-89,9mm zu finden ist, wobei hier auch tendenziell mehr Übergrößen > 90mm zu finden sind. Dies bedeutet, dass die Ausdünnung gewirkt hat, die Früchte pro Baum reduzieren konnte und den durchschnittlichen Einzelfruchtdurchmesser steigern konnte. CLEVER konnte 2007 bei einer Behandlung mit 350ppm Metamitron feststellen, dass 80% der Früchte einen Fruchtdurchmesser über 70mm aufwiesen. In diesem Versuch sind bereits 80% der Früchte in der Kontrolle über 70mm groß, d.h. der Anfangsbehang der gesamten Versuchsreihe muss relativ niedrig gewesen sein. Daraus könnten sich auch die hohen Anteile an Übergrößen ergeben und somit zu einer Überdünnung geführt haben. Dies könnte auch durch den starken Schnitt der Anlage beeinflusst worden sein, der praktiziert wurde um das Wachstum auf dem sandigen Standort zu fördern.

Die Kontrolle und die Variante Brevis 1,65 kg/ha brachten tendenziell kleinere Früchte hervor. Hierbei konnten auch am meisten Früchte in der Klasse < 70mm festgestellt werden. Hier spiegeln sich der verminderte Fruchtfall und die verhältnismäßig hohe Anzahl an Früchten pro Baum wieder.

Die Wirkung der höheren Dosierungsstufen spiegelt sich somit auch im Sortierergebnis wieder, wo die Varianten mit höchster Dosierungsstufe im Versuch den kleinsten Anteil an kleinkalibrigen Früchten aufwiesen. In einer Saison mit optimalen Witterungsbedingungen zur Ausdünnung könnten die höheren Dosierungen jedoch überdünnend wirken und zu wenig Früchte am Baum belassen.

## **7.4 Innere Qualitätsparameter**

Bei der Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit konnte, wie bei KÖPCKE 2005, kein signifikanter Einfluss der jeweiligen Ausdünnmittel auf die Sorten Gala oder Fuji festgestellt werden.

Bei der löslichen Trockensubstanz zeigten die Varianten 1,65 kg/ha Brevis und 2 x 1 l/ha Paraffinöl bei Gala und Brevis 2,2 kg/ha bei Fuji einen höheren Gehalt. Hier decken sich die Ergebnisse teilweise mit denen von BRUNNER 2015b, d.h. eine höhere Dosis an Ausdünnmittel bringt eine höhere Ausdünnwirkung und einen höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz. Die Tendenz bei Gala, dass die Variante mit 1,65 kg/ha Brevis den höchsten Gehalt an löslicher Trockensubstanz hat, lässt sich schwer erklären. Mit Sicherheit hätte es pro Variante einen größeren Stichprobenumfang gebraucht, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu bekommen.

Bei Fuji kann aber der Schluss gezogen werden, dass die Variante mit der höchsten Ausdünnwirkung auch einen höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz entwickelt. Die Ausdünnungsvarianten mit den höheren Dosierungsstufen konnten daher auch den Gehalt an löslicher Trockensubstanz erhöhen.

Bei der Bestimmung des Säuregehaltes konnten bei Fuji signifikanten keine Unterschiede festgestellt werden, während bei Gala die Varianten mit Paraffinöl tendenziell einen höheren Säuregehalt aufwiesen. Hier könnte die Theorie aufgestellt werden, dass das Paraffinöl leicht reifeverzögernd wirkt, da im Vergleich zu den restlichen Varianten bei den beiden Paraffinölvarianten zum Erntezeitpunkt weniger Säure abgebaut wurde. Um diese Theorie untermauern zu können, wären weitere Versuche mit einem größeren Stichprobenumfang und mit der Erhebung der Stärkewerte zum Erntezeitpunkt notwendig.

## **7.5 Phytotoxizität bei Gala**

Wie bereits DORIGONI und LEZZER 2007 und BRUNNER 2015b herausfanden, konnten auch bei diesem Versuch keine signifikanten Pflanzenunverträglichkeiten gegenüber Metamitron bei Gala festgestellt werden. Bei den Behandlungen mit Paraffinöl konnten die Ergebnisse von KELDERER et al. 2014 bestätigt werden, wobei nur gering ausgeprägte und tolerierbare phytotoxe Schäden durch Behandlungen mit Eko Oil ohne Schwefelkalk erkennbar waren.

Trotz schwieriger Witterungsbedingungen während der Ausdünnphase konnten also keine phytotoxe Schäden an den Blättern bei Gala nachgewiesen werden.

## **7.6 Fruchtberostung bei Fuji**

Bei der Erhebung der Fruchtberostung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden, wobei die Kontrolle tendenziell am wenigsten berostet war.

Die Ergebnisse der Intensität der Fruchtberostung bei Metamitron decken sich in etwa mit denen von CLEVER 2007 und BRUNNER 2015b, wo nur leichte und tolerierbare Berostungen in den behandelten Varianten erkennbar waren.

Vergleichbare Berostungsintensitäten bei den Paraffinölbehandlungen wie bei SCHNITZER 2011 und KELDERER et al. 2012b konnten nicht festgestellt werden. Es kann also gesagt werden, dass die Paraffinölbehandlungen bei Fuji trotz der schwierigen Witterungsverhältnisse keine signifikanten Berostungen hervorbrachten. Punktuell wurden stärker berostete Bäume gefunden, die aber auf die strengen Fröste Ende April zurückzuführen sein könnten.

## **7.7 Fruchtdeformationen und Pygmäenfrüchte**

Laut Literatur stellten Fruchtdeformationen bei Metamitronbehandlungen bis dato kein Problem dar. Auch bei Paraffinölbehandlungen konnte SULZER 2015 keine Probleme mit Fruchtdeformationen oder Veränderungen in der Samenanzahl feststellen. Im Versuchsjahr 2015 herrschte aber auch, trotz Frost, sehr gutes Blühwetter.

Wenn man die Anzahl an Früchten pro Variante bei Fuji summiert und aus der Anzahl der Fruchtdeformationen pro Klasse in der Variante Prozente bildet, so könnte man den Ausdünneneffekt bzw. ungleichmäßigen Behang ausblenden und alle Daten auf eine Ebene heben um sie vergleichen zu können. Demnach kann man sagen, dass sich die nicht verformten Früchte gleichmäßig auf alle Varianten inklusive Kontrolle verteilen.

Die Varianten Brevis 2,2 kg/ha und Paraffinöl mit 2 x 1 l/ha neigen eher zu leichten Fruchtverformungen, während die Varianten Brevis 1,65 kg/ha und Paraffinöl 1 l/ha zu stärkerer Pygmäenfruchtbildung neigen müssten. Da das Wetter rund um die Vollblüte am 08. April ziemlich verregnet und kalt war, könnte es eine teilweise schlechte Befruchtung der Blüten und damit eine unregelmäßige Entwicklung der Samen gegeben haben. Nach BANGERTH 2000 müssten diese Früchte eigentlich beim Nachblütefall abfallen, da sie nicht genug Auxine exportieren können und damit in der Konkurrenz mit den anderen Früchten die schwächeren darstellen.

Wahrscheinlich haben sich aus diesen Blüten trotzdem Früchte entwickelt, die durch eine ungleichförmige Samenentwicklung deformiert waren, bei schwacher Ausdünnwirkung am Baum verblieben und händisch entfernt werden müssten.

Das heißt, dass bereits das Blühwetter entscheidende Einflüsse auf alle weiteren Ausdünnmaßnahmen haben kann und bei unzureichender Ausdünnung mit niedrigen Dosen die Qualität durch einen erhöhten Anteil stärker deformierter Früchte negativ beeinflussen kann.

## 8. Zusammenfassung

Als Ziel dieser Arbeit wurden die Fruchtausdünnungsmittel Brevis® und Eko Oil® mit den Wirkstoffen Metamitron und Paraffinöl bei den Sorten Gala und Fuji getestet und deren Ausdünnwirkung und Einfluss auf die Fruchtqualität erhoben. Das Ergebnis dieser Arbeit sollte schlussendlich dazu dienen, ein gutes Verhältnis zwischen Ertrag und Qualität zu erzielen und den Aufwand und die Kosten für die Handausdünnung zu senken, ohne dass die Fruchtqualität negativ beeinflusst wird. Transpirationshemmer und Photosynthesehemmer können effiziente Maßnahmen sein, um den Fruchtansatz nach der Blüte nochmals zu regulieren. Eine Blütenausdünnung bleibt in den meisten Fällen unerlässlich, um eine Wiederblüte und damit über Jahre konstante Erträge garantieren zu können.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das sich das tägliche Wetter nach Knospenaufbruch in der äußeren und inneren Qualität widerspiegelt. Es bleibt die Kunst, im Zeitraum der Vegetationsperiode fruchtbehangsregulierende Maßnahmen gekonnt bei der optimalen Witterung einzusetzen bzw. zu kombinieren, um einen hohen Ertrag bei optimaler Qualität ohne Nebeneffekte erreichen zu können.

Bei kalten Witterungsperioden, wie sie bei Gala der Fall waren, sollte nicht ausgedünnt werden sondern ein geeigneter Zeitpunkt mit besseren Bedingungen abgewartet werden, immer im Rahmen zwischen 8 und 16 mm Fruchtgröße. Die Dosierungen von 2,2 kg Brevis und 2 x 1l Eko Oil pro Hektar brachten gute Ergebnisse bei Fuji, sei es bei der Ausdünnung als auch bei den äußeren und inneren Qualitätsparemtern. Auch wenn keine Variante mit Handausdünnung belassen wurde, wäre hier Handausdünnung wahrscheinlich nicht mehr notwendig gewesen, d.h. es wären keine Kosten durch zusätzliche Arbeitskraftstunden entstanden.

Brevis mit 1,65 kg/ha brachte eine durchschnittliche Ausdünnwirkung, schnitt bei der äußeren Qualität jedoch am schlechtesten ab. Im Vergleich dazu schnitt Eko Oil mit einer Dosis von 1 l/ha deutlich besser ab, d.h. unter schwierigen Witterungsbedingungen scheint dies für eine moderate Ausdünnwirkung die bessere Wahl zu sein um Qualitätsware produzieren zu können.

Ausblickend kann man sagen, dass die Paraffinölbehandlungen vielversprechend erscheinen und dies auch eine zukunftsweisende Fruchtausdünnmethode für den Bioanbau sein könnte.

Von äußerster Wichtigkeit bleibt immer noch die globale Betrachtung der interagierenden Faktoren wie Baumschnitt, Fruchtbehangsregulierung, Bodenverhältnisse und Nährstoffversorgung, Witterungsverhältnisse, die den Ertrag und die Qualität maßgeblich beeinflussen und bei allen Maßnahmen im Feld bedacht werden müssen.

## 9. Literaturverzeichnis

ABBASPOOR, M.; TEICHER, H.B.; STREIBIG, J.C. (2005): The Effect of Root-Absorbed PS II Inhibitors on Kautsky Curve Parameters in Sugar Beet. *Weed Research* 46, 226-235

ADAMA ® (ohne Datum): Brevis – less is more. Creating simplicity in thinning. (30.09.2016)

[http://www.adama.com/belgium/nl/Images/A0%20poster%20Brevis%20final%20druk%2011%20mei\\_tcm48-65814.pdf](http://www.adama.com/belgium/nl/Images/A0%20poster%20Brevis%20final%20druk%2011%20mei_tcm48-65814.pdf)

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2016): Agrar- und Forstbericht 2015. (26.09.2016)

<http://www.provinz.bz.it/landwirtschaft/flip/afb2015/default.htm>

BANGERTH, F.K. (1990): Polar auxin transport in fruit trees in relation to fruit drop. *Acta Hort*: 275, 461-468

BANGERTH, F.K. (1993): Polar auxin transport as a signal in the regulation of tree and fruit development. *Acta Hort*: 329, 70-76

BANGERTH, F.K. (2000): Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regulation* 31: 43-59

BANGERTH, F.K. (2004): Internal Regulation of Fruit Growth and Abscission. *Acta Hort* 636: 235-248

BAUDOIN, A.; FINGER MC DONALD, S.; WOLF, T.K. (2006): Factors affecting Reductions in Photosynthesis Caused by Applying Horticultural Oil to Grapevine Leaves. *Hort Science* 41 (2): 346-351

BEATTIE, A.; WATSON, D.; STEVENS, M.; RAE, D.; SPOONER-HART, R. (2002): Spray Oils beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management. G.A.C. Beattie, University of Western Sydney, 170-178

BERATUNGSRING SÜDTIROL (2015): Qualitätsverbesserung. Leitfaden Apfel 2015. Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, 126-138

BRUNNER, P. (2014): Impact of Metamitron as a Thinning Compound on Apple Plants. *Acta Hort* 1042: 173-182

BRUNNER, P. (2015a): Das Potenzial des Ausdünnungsproduktes Brevis®. *European Fruit Magazine* (4), 14-15

- BRUNNER, P. (2015b): Brevis® – Ein neues Ausdünnmittel mit Potenzial. *Obstbau-Weinbau* 52 (3): 69-75
- BYERS, R.E.; LYONS, C.G.; YODER, K.S.; BARDEN, J.A.; YOUNG, R.W. (1985): Peach and Apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *Journal of Horticultural Science* 60 (4), 465-472
- BYERS, R.E.; BARDEN, J.A.; CARBAUGH, D.H. (1990 a): Thinning of Spur Delicious Apples by Shade, Terbacil, Carbaryl and Ethephon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 (1): 9-13
- BYERS, R.E.; BARDEN, J.A.; POLOMSKI, R.F.; YOUNG, R.W.; CARBAUGH, D.H. (1990 b): Apple Thinning by Photosynthetic Inhibition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 (1): 14-19
- BYERS, R.E. (2002): Influence of Temperature and Darkness on Apple Fruit Abscission and Chemical Thinning. *Journal of Tree Fruit Production* 3 (1), 41-53
- CLEVER, M. (2007): A comparison of different thinning products applied to the apple variety Elstar Elshof in the Lower Elbe Region. *Erwerbs-Obstbau* 49: 107-109
- COSTA, G.; BLANKE, M. M.; WIDMER, A. (2013): Principles of Thinning in Fruit Tree Crops – Needs and Novelties. *Acta Hort* 998, 17-26
- DECKERS, T.; SCHOOF, H.; VERJANS, W. (2010): Looking for Chemical Fruit Thinning on Apple. *Acta Hort* 884, 237-244
- DENNIS, F.G. Jr. (2000): The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31: 1-16
- DORIGONI, A.; LEZZER, P. (2007): Chemical thinning of apple with new compounds. *Erwerbs-Obstbau* 49, 93-96
- FANKHAUSER, F.; SCHUMACHER, R.; STADLER, W. (1979): Ausdünnversuche mit unterschiedlichen Brühmengen und Konzentrationen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 115 (6): 205-213
- GREENE, D.W. (2014): Use of Metamitron Alone and in Combination with 6-Benzyladenine for Thinning Apples. *Acta Hort* 1042:167-172
- KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E.; CASERA, C. (2008): Tree shading: an efficient method to control alternate bearing? *Ecofruit – 13th International Conference in Organic Fruit Growing. Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V.*, 310-313

KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E.; TOPP, A. (2010): Effect of Transpiration Inhibitors on June fruit drop of apple Trees. Ecofruit – 14th International Conference in Organic Fruit Growing. Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V., 206-211

KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E.; GUNGL, M. (2012a): Ertragsregulierung im ökologischen Anbau mit Transpirationshemmern. Obstbau-Weinbau 49 (4): 136-138

KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E.; RAINER, A. (2012b): Crop Regulation on different Apple Cultivars with Transpiration Inhibitors. Ecofruit – 15th International Conference in Organic Fruit Growing. Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V., 131-139

KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E.; TELFSER, J. (2014): Interaction between varieties, lime sulphur and hailnet on the thinning effect and on side effects using paraffin oil as a June drop thinner. Ecofruit – 16th International Conference in Organic Fruit Growing. Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V., 132-141

LARDSCHNEIDER, E.; SCHÜTZ, R.; KELDERER, M. (2016): Cultivar-specific adaptation of crop load regulation with transpiration inhibitors in the cultivars Gala, Braeburn and Kanzi. Ecofruit – 17th International Conference in Organic Fruit Growing. Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V., 116-122

KÖPCKE, D. (2005): Praktische, physiologische und betriebswirtschaftliche Aspekte zur Fruchtausdünnung mit Metamitron bei Apfelbäumen. Dissertation Universität Hannover, Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes (Beiheft Nr. 9)

KÖSSLER, G. (2016): Hausaufgaben. Apfel Aktuell 30 (2), 2

LAFER, G. (2010): Effects of Chemical Thinning with Metamitron on Fruit Set, Yield and Fruit Quality of Elstar. Acta Hort 884: 531-536

LAFER, G. (2014): Rekordernte 2014? Tipps zur Blüten- und Fruchtausdünnung. Besseres Obst (4), 6-11

LAFER, G. (2015): Research into chemical fruit thinning using the photosynthetic inhibitor Brevis<sup>®</sup>. European Fruit Magazine (3): 20-24

LAKSO, A.N.; ROBINSON, T.L.; GREENE, D.W. (2006): Integration of Environment, Physiology and Fruit Abscission via Carbon Balance Modeling – Implications for Understanding Growth Regulator Responses. Acta Hort 727: 321-326

LANG, M.; THOMANN, M. (2009): Betriebswirtschaftliche Aspekte der Fruchtausdünnung im Apfelanbau. Obstbau-Weinbau 46 (2), 77-79

LANG, M.; THOMANN, M. (2016): Kosten im Apfelanbau - Betriebswirtschaftliche Kennzahlen für den Südtiroler Apfelanbau. Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, 17-23

LINK, H. (2000): Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. Plant Growth Regulation 31: 17-26

LUCKWILL, L.C. (1953): Studies of fruit development in relation to plant hormones. I. Hormone production by the developing apple seed in relation to fruit drop. HortScience 28, 25-40

MAAS, F. (2014): Developments in European fruit thinning research. European Fruit Magazine (4), 16-18

MUNARI, M.; PETERLIN, D.; TOLLARDO, M.; GEIER, G.; TARTAROTTI, P. (2016 a): Climareport Südtirol – April. Landeswetterdienst – Autonome Provinz Bozen, 244

MUNARI, M.; PETERLIN, D.; TOLLARDO, M.; GEIER, G.; TARTAROTTI, P. (2016 b): Climareport Südtirol – Mai. Landeswetterdienst – Autonome Provinz Bozen, 245

POLDERVAART, G. (2011): Ausdünnmaschine als Alternative zu ATS oder Ethephon. European Fruit Magazine (3), 14-16

SCHNITZER, M. (2011): Ausdünnwirkung von transpirations- bzw. photosynthesehemmenden Substanzen auf den Apfel und Prognose des Junifruchtfalles. Bachelorarbeit in Agrarwissenschaften und Agrartechnologie - Freie Universität Bozen

SCHOCKEMÖHLE, U. (2016): Europa: Reichliche Apfelblüte überwiegt. Apfel Aktuell 30 (2), 30

SCHRÖDER, M.; BANGERTH, F.K. (2006): The possible Mode of Action of Thinning Bioregulators and its possible Contribution to the Understanding of Thinning Variability in Apples. Acta Hort 727, 437-444

SPARER, P. (2012): Wirkung von transpirationshemmenden Paraffinölen auf den Junifruchtfall verschiedener Apfelsorten. Bachelorarbeit in Agrarwissenschaften und Agrartechnologie – Freie Universität Bozen

STRIMMER, M.; KELDERER, M.; PIEBER, K. (1997): Neue Ausdünnungsmethoden im biologischen Apfelanbau. *Erwerbsobstbau* 39, 130-136

SULZER, T. (2015): Ertragsregulierung bei verschiedenen Apfelsorten mittels Mineralöl, Schwefelkalk oder Einnetzung. Diplomarbeit in Nutzpflanzenwissenschaften – Universität für Bodenkultur Wien

TORGGLER, B. (2015): Brevis: Wie setzt man es ein? *Obstbau-Weinbau* 52 (3), 76-77

TORGGLER, B. (2016): Erste Praxiserfahrungen mit Brevis. *Obstbau-Weinbau* 52 (3), 12-13

TROMP, J. (2000): Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31: 27-34

DEL VALLE, T.B.G.; BARDEN, J.A.; BYERS, R.E. (1985): Thinning of Peaches by Temporary Inhibition of Photosynthesis with Terbacil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 (6): 804-807

VIGL, J. (2009): Wirkungsweise von ATS. *Obstbau-Weinbau* 46 (2), 49-52

WIEDMER, R. (2009): Von der Knospe zum Apfel. *Obstbau-Weinbau* 46 (2), 41-44

WILLIAMS, M. (1989): Control of flowering, fruit set, and development in apple (*Malus domestica* borkh.) with chemical growth regulators. *Acta Hort* 240, 221-228

WINTER, F.; LUCAS, E. (2002): Lucas Anleitung zum Obstbau (32. Auflage). Ulmer Verlag, Stuttgart. 210-216

## 10. Anhang

### 10.1 In Südtirol verwendete Ausdünnmittel

#### 1. Ätzmittel bzw. Blattdünger

*a. Wirkstoffe (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Ammoniumthiosulfat, Schwefelkalk

*b. Wirkungsweise (VIGL 2009):*

- Blütenorgane werden ausgetrocknet (hygroskopische Wirkung)
- Eizelle der Blüte kann nicht befruchtet werden, das Pollenschlauchwachstum wird gehemmt
- Kann auch durch kurzzeitige Photosynthesehemmung über das Blatt wirken
- Samenanzahl in den Früchten wird gehemmt
- Triebwachstum wird gefördert
- Vermindert den Auxintransport aus den Früchten. Damit steigt die Ethylenanfälligkeit und nichtbefruchtete Blüten werden abgestoßen

*c. Empfohlener Einsatz (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Ein bis zwei mal zur Vollblüte, je nach Blühstärke
- Bei Petalenfall der Mittelblüte
- Ideale Temperatur 18-22°C

*d. Nebenwirkungen (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Blattverbrennungen durch ATS bei Ausbringung auf nassen Blättern
- Wachstumshemmende Wirkung in bereits schwachwachsenden Anlagen

#### 2. Ethylenbildner

*a. Wirkstoffe (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Ethephon (2-Chlorethylphosphonsäure)

*b. Wirkungsweise (GOSCH und STICH 2009):*

- Wird in der Pflanze zum Phytohormon Ethylen umgebaut
- Die Wirkung erfolgt ausschließlich über die Frucht
- Ethylen führt in Wechselwirkung mit Auxin zur Trenngewebsbildung und somit zum Fruchtfall
- Wiederblütefördernd

*c. Empfohlener Einsatz (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Zwischen Roter Knospe und Aufblühen haben Ethylenbildner einen starken Ausdünneneffekt. Ganze Blütenbüschel und Mittelblüten können abfallen. Nur für stark blühende, alternanzanfällige Sorten
- Bei der Abblüte haben Ethylenbildner eine schwächere Ausdünnwirkung
- Auch zwischen 20-22mm Fruchtgröße kann der Blütenknospenansatz für die nächste Saison gefördert werden
- Ideale Temperatur 12-25°C

*d. Nebenwirkungen (GOSCH und STICH 2009):*

- Der Vorgang ist sehr stark temperaturabhängig!
- Jede Sorte besitzt eine andere Sensitivität des Gewebes gegenüber Ethephon

### 3. Synthetische Auxine

*a. Wirkstoffe (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- 1-Naphtylelessigsäure (NAA), 1-Naphtylacetamid (NAD)

*b. Wirkungsweise (GOSCH und STICH 2009):*

- Verstärkt die Auxinkonzentration in den dominierenden Organen, das zu einer stärkeren Abszission der dominierten Früchten führt, da die basipetale Transportkapazität vom Auxin umso mehr ausgelastet wird
- Die exogene Auxinbehandlung kann die endogene Auxinproduktion verringern, wobei es nach Abbau der behandelten Konzentration zu einem endogenen Auxinmangel kommt. Dabei werden schlecht entwickelte Früchte abgeworfen.
- Durch exogene Auxinbehandlungen kann es zu samenlosen Früchten oder Zwergfrüchten kommen
- Vorzeitiger Fruchtfall kann durch Auxinapplikationen verringert werden (hält den Auxinstrom aufrecht)

*c. Empfohlener Einsatz (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

**NAA**

- Hauptsächlich zur Wirkungssteigerung mit synthetischen Cytokininern gemischt
- Ideale Temperatur  $\leq 25^{\circ}\text{C}$

**NAD**

- Abblühen bis  $\leq 7\text{mm}$
- Ideale Temperatur  $12-25^{\circ}\text{C}$
- Bewirkt selektive, frühe Ausdünnung
- Mit Ethephon mischbar (alternierende Anlagen)
- mildere Wirkung als NAA

*d. Nebenwirkungen (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Red Delicious, Fuji, Braeburn vertragen NAD nicht
- Wachstumsdepressionen bei jungen Bäumen möglich
- Wachstumshemmend bei schwachwachsenden Bäumen
- NAA (höher dosiert) kann die Bildung von Pygmäenfrüchten fördern oder Wachstumsschocks hervorrufen

### 4. Synthetische Cytokinine

*a. Wirkstoffe (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- 6-Benzyladenin (BA)

*b. Wirkungsweise (GOSCH und STICH 2009):*

- Die Wirkstoffaufnahme beschränkt sich weitgehend aufs Blatt
- Benzyladenin stimuliert kurzzeitig das Wachstum naheliegender Sprosse
- Der basipetale Auxinstrom der Früchte wird somit gehemmt, eine korrelative Abszission tritt auf und der Fruchtfall wird verstärkt
- Positiver Effekt auf die Fruchtgröße durch Stimulierung der Zellteilung

*c. Empfohlener Einsatz (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Ein- bis zweimal bei 10-16mm Fruchtgröße
- Als Mischungspartner mit NAA empfohlen. Erster sollte die Samenanzahl in den Jungfrüchten überprüft werden, da bei schlechter Befruchtung, durch einen verringerten Gibberellinausstoß der Samen, die Dosis verringert werden muss.
- Ideale Temperatur 18-25°C mit 50% Luftfeuchtigkeit
- Hohe Temperaturen in den darauffolgenden Tagen verstärken die Ausdünnwirkung

*d. Nebenwirkungen (BERATUNGSRING SÜDTIROL 2015):*

- Bei höherer Dosierung kann es zu Berostung, Farbverminderung und Pygmäenfrüchten kommen.
- Bei Red Delicious nicht empfohlen
- Reduktion der Dosis bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Blattmasse

## **10.2 Etiketten der eingesetzten Ausdünnmittel**

a) Etiketle Brevis®

[http://www.adama.com/italia/it/Images/Brevis%C2%AE-Etichetta-Ministeriale-CLP\\_tcm101-46627.pdf](http://www.adama.com/italia/it/Images/Brevis%C2%AE-Etichetta-Ministeriale-CLP_tcm101-46627.pdf)

b) Anhang 2: Etiketle Eko Oil Spray®

[http://www.adama.com/italia/it/Images/EKO%20OIL%20SPRAY%20ETI%20OVALIDITA%2030SET2014\\_tcm101-56969.pdf](http://www.adama.com/italia/it/Images/EKO%20OIL%20SPRAY%20ETI%20OVALIDITA%2030SET2014_tcm101-56969.pdf)

c) Anhang 3: Etiketle Ethrel®

[http://www.cropscience.bayer.it/~media/Bayer%20CropScience/Country-Italy/Prodotti/Etiche/te/Vari/Ethrel\\_Etiche.ashx](http://www.cropscience.bayer.it/~media/Bayer%20CropScience/Country-Italy/Prodotti/Etiche/te/Vari/Ethrel_Etiche.ashx)