

Prüfung verschiedener Möglichkeiten zur Wachstumsregulierung beim Apfelbaum

Evaluation of different methods for the shoot growth regulation of apple trees

Confronto di diversi metodi per controllo dello sviluppo del melo

Magdalena Peterlin¹, Christian Andergassen¹, Daniel Pichler¹

¹ Versuchszentrum Laimburg, Pfatten, Italien

ABSTRACT

Growth regulation of apple trees is an important measurement to guarantee a constant yield and good fruit quality. In two different trials at Laimburg Research Centre, few methods of growth regulation were evaluated. With the commercial product *Paclot New*, the active agent paclobutrazol - well known in the past as the commercial product *Cultar* - was also evaluated. Despite positive results in the past with paclobutrazol, in these two trials no effect of growth inhibition was observed. Only the treatments with prohexadione-Ca could reduce the shoot growth significantly in comparison with the untreated control. Moreover, the root pruning and treatments with paclobutrazol reduced the fruit size significantly in some years. No residues of paclobutrazol were detected during the trials; only in the leaf and shoots and one single year in the soil residues were found.

KEYWORDS

apple, growth inhibition, growth regulation, paclobutrazol, prohexadione- Ca, residues, root pruning, shoot growth

CITE ARTICLE AS

Peterlin Magdalena, Andergassen Christian, Pichler Daniel et.al. (2022). Evaluation of different methods for the shoot growth regulation of apple trees. Laimburg Journal 04/2022

[DOI: 10.23796/LJ/2022.002](https://doi.org/10.23796/LJ/2022.002)

CORRESPONDING AUTHOR

Christian Andergassen
Laimburg 6, Pfatten, 39040 Auer (BZ), Italien
christian.andergassen@laimburg.it
+390471969666



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: © Versuchszentrum Laimburg.

Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: © Centro di Sperimentazione Laimburg.

For all figures and tables without mention of the originator applies: © Laimburg Research Centre.

EINLEITUNG

Die Regulierung des vegetativen Wachstums spielt im Apfelanbau eine wichtige Rolle [1]. Starkes vegetatives Wachstum steht besonders in der Zeit nach der Vollblüte in Konkurrenz mit generativem Wachstum [2]. Dies führt zu einer Reduktion der Zellen innerhalb der Frucht, was eine kleinere Fruchtgröße zur Folge hat [3].

Bei übermäßigen Triebwachstum werden die Belichtung im Inneren der Baumkrone herabgesetzt, der Ertrag reduziert und die Fruchtqualität vermindert. Zudem sind der Winterschnitt und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln aufwendiger, was zu erhöhten Produktionskosten führt [4]. Das starke Triebwachstum wirkt sich auch negativ auf Blüteninduktion und Qualität der Wiederblüte aus [3].

Ist das Wachstum innerhalb eines Baumes moderat, wird die Blütenbildung und der Fruchtansatz bei jungen Bäumen gefördert, und alte Bäume sind einer geringeren Beschattung ausgesetzt. Die Photosyntheseleistung und Fruchtausfärbung sind stärker ausgeprägt [5].

Das vegetative Wachstum kann durch verschiedene pflanzenbauliche Maßnahmen kontrolliert werden, wie z.B. durch die Auswahl von Sorte und Unterlage [6]. In der Praxis wird dem Baumschnitt [5] die größte Bedeutung zur Wachstumsregulierung beigegeben. Auch das Biegen und Brechen von Trieben, eine reduzierte Düngung [5] und Bewässerung sowie der Wurzelschnitt und das Einsägen des Stammes [1] zeigen Wirkung. Eine solche Regulierung ist oftmals aber nicht ausreichend [7], weshalb auf chemische Regulatoren zurückgegriffen wird.

Die wichtigste Gruppe chemischer Wachstumsregulatoren sind die Gibberellin (GA)-Biosynthese-Hemmer. Das Triazol Paclobutrazol ((2RS,3RS) -1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol) gehört zu jenen Hemmstoffen, die die Oxidation von Ent-Kauren über Ent-Kauren-säure zu GA12-Aldehyd katalysieren [5]. Dies führt zu einer Verzögerung des vegetativen Wachstums, und die Assimilate werden verstärkt auf generative Pflanzenteile aufgeteilt, was zu einem höheren Ertrag führt [8]. Paclobutrazol wurde 1936 als neuer und sehr potenter Wachstumsregulator auf den Markt gebracht [5]. Er reduziert das Triebwachstum, erhöht die Blütenknospenbildung und die Blüte sowie den Fruchtansatz, außerdem wird die Fruchtqualität

gesteigert und die Toleranz gegenüber Frost und Krankheiten erhöht. Ein weiterer Vorteil ist die Verminderung von Schnittschäden [8].

Paclobutrazol weist eine hohe Persistenz auf und reichert sich sowohl in der Pflanze als auch im Boden über einen längeren Zeitraum an. Die durchschnittliche Halbwertszeit beträgt etwa 6 Monate [5]. Bei einer einzelnen Paclobutrazol-Behandlung können bis zu vier Jahre danach noch Rückstände gefunden werden [3]. Die maximale Rückstandshöhe (MRL) im Apfel beträgt 0,05 mg/kg [9]. Bis zum 31. Mai 2023 ist Paclobutrazol in der Europäischen Union zugelassen und wird im Apfelanbau als *Paclot New*, *Ragtime 250* und *Romulan* verwendet [10].

Prohexadion-Ca ist ein weiterer Gibberellin-Biosynthese-Hemmer, der das Triebwachstum verringert. Im Gegensatz zu Paclobutrazol wird er im Boden recht schnell zu CO₂ abgebaut und weist eine geringe Toxizität auf [11].

Das Ziel dieser Arbeit ist der Vergleich von verschiedenen wachstumsregulierenden Maßnahmen zur Beruhigung des Triebwachstums an Apfelbäumen der Sorte *Cripps Pink*. Dazu wurden zwei Versuche im Zeitraum von 2016-2020 durchgeführt. Ein Augenmerk wird dabei auf die Wirksamkeit des Wirkstoffes Paclobutrazol gelegt.

MATERIAL UND METHODEN

Die nachfolgend beschriebenen Versuche wurden an Apfelbäumen der Sorte *Cripps Pink* am Versuchszentrum Laimburg (220 m ü. NN) in Pfatten durchgeführt. Die homogenen Versuchsbäume mit einer mittleren Wuchsstärke sind auf Unterlagen der Sorte *M9* veredelt und werden als große schlanke Spindel erzogen. Der Abstand zwischen den Reihen beträgt 3,30 m und der Baumabstand innerhalb einer Einzelreihe 1,10 m. Die Bäume sind etwa 3,50 m groß und haben einen durchschnittlichen Kronendurchmesser von 1,20 m. Die Anlage ist von Norden nach Süden ausgerichtet.

Als Versuchsdesign wurde für beide Versuche ein randomisierter Blockversuch gewählt mit fünf verschiedenen Varianten. Für jede Variante gibt es drei Wiederholungen, pro Parzelle werden fünf Bäume ausgewertet. Das ergibt eine Gesamtanzahl von 75 Versuchsbäumen pro Versuch.

Die Pflanzenschutzmittel wurden mit dem betriebseigenen Versuchssprüher der Firma

Waibl in einfacher Konzentration appliziert. Die Menge an ausgebrachtem Wasser beträgt 1500 L/ha. Die Ernte erfolgte im praxisüblichen Erntefenster. Die Äpfel wurden getrennt geerntet und mit der Sortiermaschine nach Größe, Gewicht und Ausfärbung sortiert.

In den Versuchsjahren 2016-2020 gab es eine Jahresdurchschnittstemperatur von 12,4 °C. Im Frühjahr lagen die Temperaturen bei 13,4 °C. Besonders das Jahr 2017 sticht mit Frühjahrstemperaturen von 14,4 °C hervor, am kältesten war es im Jahr 2019 mit 12,4 °C. Die Niederschlagsmenge lag in den fünf Jahren durchschnittlich bei 830,72 mm. Von März bis Mai fielen durchschnittlich 196,46 mm Niederschlag, davon am wenigsten im Jahr 2017 mit 148,4 mm. Die größte Menge wurde 2019 mit 260,4 mm aufgezeichnet.

VERSUCH 1: EINFLUSS VERSCHIEDENER WACHSTUMSREGULIERENDER MAßNAHMEN ZUR BERUHIGUNG DES TRIEBWACHSTUMS

Der Versuch zur Prüfung von verschiedenen wachstumsregulierenden Methoden startete im Jahr 2016. Es wurden die Phyto regulatoren Paclobutrazol (Handelsname *Paclot New*) und Prohexadion-Ca (Handelsname *Regalis Plus*), der Blattdünger *Actiflow Ca 560* bestehend aus 560 g/L CaO, 8 g/L Mn und 26 g/L Zn und der Wurzelschnitt sowie eine unbehandelte Kontrolle (Kontrolle) miteinander verglichen. Die Aufwandmengen und Applikationszeitpunkte sind in Tabelle 1 genauer dargestellt.

VERSUCH 2: EINFLUSS VON PROHEXADION-CA UND PACLOBUTRAZOL AUF DAS PFLANZENWACHSTUM

2017 wurde mit dem Vergleich der drei Handelsprodukte zur Regulierung des Wachstums *Regalis Plus* (Prohexadion-Ca), *Paclot New* (Paclobutrazol) und *Corto WG* (Prohexadion-Ca) begonnen. Als Kontrolle diente eine unbehandelte Parzelle. 2016 wurde bei allen Varianten zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs ein Wurzelschnitt durchgeführt. In Tabelle 2 sind die Aufwandmenge pro ha und der Einsatzzeitpunkt angegeben.

In Versuch 1 und 2 wurden gleichmäßig auf Norden und Süden verteilte Frucht-, Blatt-, Trieb- und Bodenproben entnommen, um Rückstände von Paclobutrazol festzustellen. Dazu wurden vor Erntebeginn auf 1-1,30 m

Tab. 1: Varianten und Behandlungen mit den jeweiligen Aufwandmengen und dem Einsatzzeitpunkt, dargestellt als Phänologisches Entwicklungsstadium und dem genauen Applikationsdatum eines jeden Versuchsjahres (2016-2019). * Der Wurzelschnitt wurde östlich der Reihe durchgeführt. ** Der Wurzelschnitt wurde westlich der Reihe durchgeführt. // *Thesis and treatments with their concentrations and application times, shown with the phenological development stages and the exact date each year (2016-2019). * Root pruning was made in the eastern side of the rows. ** Root pruning was made in the ovest side of the rows.*

Variante <i>thesis</i>	Behandlung <i>treatment</i>	Aufwandmenge <i>concentration</i>	Phänologisches Entwicklungsstadium <i>phenological development stages</i>	2016	2017	2018	2019
1	Kontrolle						
2	Wurzelschnitt	20 cm	Knospenaufbruch	17.03.*	07.03.**		
3	<i>Prohexadion-Ca</i>	1,25 kg/ha	3. Blatt (Abgehende Blüte)	05.04.	02.04.	16.04.	08.04.
	<i>Prohexadion-Ca</i>	1,25 kg/ha	+ 30 Tage	05.05.	29.04.	17.05.	08.05.
4	<i>Paclobutrazol</i>	200 ml/ha	Fruchtfall	20.05.	18.05.	25.05.	17.05.
	<i>Paclobutrazol</i>	200 ml/ha		26.05.	25.05.	01.06.	23.05.
	<i>Paclobutrazol</i>	200 ml/ha		01.06.	01.06.	08.06.	31.05.
	<i>Paclobutrazol</i>	200 ml/ha		10.06.	08.06.	15.06.	07.06.
5	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha	4. Blatt (7 Tage nach Abblüte)	11.04.	09.04.	22.04.	18.04.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha		20.04.	21.04.	27.04.	29.04.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha		30.04.	29.04.	07.05.	03.05.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha		10.05.	08.05.	11.05.	10.05.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha		20.05.	18.05.	25.05.	17.05.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha		01.06.	25.05.	01.06.	23.05.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha			01.06.	08.06.	31.05.
	<i>Actiflow Ca560</i>	10 L/ha			08.06.	15.06.	07.06.

Höhe 30 Früchte pro Variante geerntet. Das entspricht zwei Äpfel je Versuchsbaum. Pro Variante wurden 90 Blätter analysiert. Entnommen wurden dafür die untersten fünf Blätter der Triebe nach der Blattrosette. Für die Holzproben wurden 12 einjährige Triebe mit 15 cm Länge abgeschnitten. Der Boden wurde mittels Bodenbohrer entnommen. Die Analyse der Proben fand im Labor für Boden- und Pflanzenanalysen mit der Multi-methode S19 (Frucht, Holz und Boden) und der Blattmethode nach Rapporti ISTISAN 1997 23 (Blatt) statt.

Nach der Ernte wurden bei beiden Versuchen die Triebhöhen ausgewertet. Bei zwei Versuchsbaumen wurden pro Variante und Wiederholung alle einjährigen Triebe mit einer Mindestlänge von 5 cm gemessen. Außerdem wurden die Ausgangs- und Wiederblüte und der Stammumfang, sowie alle relevanten Erntedaten ausgewertet. Für die Innere Fruchtqualität wurde vor und nach

Einlagerung der Gehalt an Zucker (°Brix), die Festigkeit (kg/cm²) und die Säure (g/L) bestimmt.

Die Auswertung der gesammelten Daten erfolgte mittels Excel und der Statistiksoftware *IBM SPSS Statistics 24*. Die Signifikanz der Varianzen wurde mit Hilfe des Duncan Tests ermittelt ($p < 0,05$).

ERGEBNISSE

VERSUCH 1: EINFLUSS VERSCHIEDENER WACHSTUMSREGULIERENDER MAßNAHMEN ZUR BERUHRUNG DES TRIEBWACHSTUMS

RÜCKSTANDSANALYSE PACLOBUTRAZOL

Die Ergebnisse der Rückstandsanalyse werden in Abbildung 1 dargestellt. Der Wirkstoff Paclobutrazol konnte hauptsächlich im Blatt

nachgewiesen werden. Im Blatt wurde in allen vier Versuchsjahren die MRL um durchschnittlich 0,085 mg/kg überschritten. Die höchsten Rückstände wurden in den Jahren 2016 mit 0,12 mg/kg und 2018 mit 0,11 mg/kg nachgewiesen. Auch beim Holz konnte mit 0,11 mg/kg im Jahr 2018 ein ähnlicher Wert festgestellt werden. Ansonsten blieben die nachgewiesenen Werte unter der MRL. Die Analysen des Bodens ergaben Rückstände in einem einzigen Jahr (2018), sie waren mit 0,06 mg/kg nur knapp über der MRL. Die Früchte der Versuchsbaume blieben in allen vier Versuchsjahren frei von Paclobutrazol-Rückständen.

VEGETATIVE PARAMETER

ANZAHL DER EINJÄHRIGEN TRIEBE

Die durchschnittliche Anzahl an einjährigen Trieben pro Variante und Jahr wird in Abbildung 2 dargestellt. Im Jahr 2016 ist die durchschnittliche Anzahl an Trieben in den

Tab. 2: Varianten und Behandlungen mit den jeweiligen Aufwandmengen und dem Einsatzzeitpunkt, dargestellt als Phänologisches Entwicklungsstadium und dem genauen Applikationsdatum eines jeden Versuchsjahres (2017-2020). // *Thesis and treatments with their concentrations and application times, shown with the phenological development stages and the exact date each year (2017-2020).*

Variante <i>thesis</i>	Behandlung <i>treatment</i>	Aufwandmenge <i>concentration</i>	Phänologisches Entwicklungsstadium <i>phenological development stages</i>	2017	2018	2019	2020
1	Kontrolle						
2	<i>Regalis Plus 2x</i>	1,25 kg/ha	3. Blatt (Abgehende Blüte)	02.04.	16.04.	08.04.	10.04.
	<i>Regalis Plus 2x</i>	1,25 kg/ha	+ 30 Tage	29.04.	17.05.	08.05.	12.05.
3	<i>Paclot New</i>	200 ml/ha	Abblüte	09.04.	22.04.	12.04.	10.04.
	<i>Paclot New</i>	200 ml/ha	+ 7 Tage	14.04.	27.04.	18.04.	17.04.
	<i>Paclot New</i>	200 ml/ha	+ 7 Tage	21.04.	07.05.	29.04.	27.04.
	<i>Paclot New</i>	200 ml/ha	+ 7 Tage	29.04.	11.05.	03.05.	04.05.
4	<i>Corto WG</i>	2,5 kg/ha	3. Blatt	02.04.	16.04.	08.04.	10.04.
5	<i>Corto WG</i>	1,25 kg/ha	3. Blatt	02.04.	16.04.	08.04.	10.04.
	<i>Corto WG</i>	1,25 kg/ha	+ 30 Tage	29.04.	17.05.	08.05.	12.05.

einzelnen Varianten höher als in der Kontrolle, es besteht aber kein signifikanter Unterschied. Auch zwischen den einzelnen Varianten ist dieser nicht gegeben. 2017 und 2019 sind alle Varianten statistisch gleich zur Kontrolle. Es gibt aber einen statistischen Unterschied zwischen Variante 2 mit 110 bzw. 93 Trieben und Variante 4 mit 154 bzw. 143 Trieben. Die Grafik veranschaulicht, dass 2018 durchschnittlich weniger Triebe gezählt wurden. In diesem Jahr unterscheiden sich Variante 2 und 4 statistisch signifikant von der Kontrolle und voneinander.

TRIEBLÄNGEN

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, haben die Varianten einen Einfluss auf das Längenwachstum der Triebe. Im Jahr 2016 konnte bei den Varianten 2 und 3 im Vergleich zur Kontrolle eine Verkürzung der Triebe festgestellt werden (signifikant). Bei Variante 4 und 5 gab es eine leichte Verlängerung, signifikant unterschiedlich zur Kontrolle. 2017 kam es wiederum bei den Varianten 2 und 3 zu einer Verkürzung der Triebe, während Variante 4 und 5 längere Triebe aufwiesen. Variante 4 hatte um durchschnittlich 23% längere Triebe im Vergleich zur Kontrolle. Nur Variante 2 unterscheidet sich signifikant von der Kontrolle. Dies wiederholt sich auch 2018 wieder. Auch 2019 haben sich die Triebe der Bäume in Variante 4 und 5 im Vergleich zur Kontrolle verlängert. Die Variante 2 und 3

hat wiederum eine Verkürzung erreicht, wobei beide sich signifikant von der Kontrolle unterscheiden. In den vier Versuchsjahren hat die Kontrolle eine durchschnittliche Trieblänge von 24 cm. Die verschiedenen Varianten konnten die Triebe im Durchschnitt um 32% (Variante 2) und 29% (Variante 3) verkürzen bzw. bei Variante 4 um 11% und Variante 5 um 3% verlängern.

PRODUKTIVE PARAMETER

FRUCHTQUALITÄT

Im ersten Versuchsjahr ist das Fruchtgewicht zwischen den Varianten relativ ausgewogen (Abb. 4). Die durchschnittlich schwersten Äpfel hat Variante 2, jene mit dem kleinsten Gewicht die Kontrolle. Alle Varianten sind statistisch gleich. 2017 weist die Kontrolle ein durchschnittliches Gewicht von 186 g auf, wie auch Variante 4, während Variante 2 leichter und Variante 3 und 5 schwerer sind. Die Kontrolle und die einzelnen Varianten unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander. Auch 2018 hat die Variante 2 das geringste durchschnittliche Fruchtgewicht. Die Varianten 3, 4 und 5 weisen ein höheres Gewicht auf. Nur die Variante 3 unterscheidet sich signifikant von der Kontrolle, genauso wie im Jahr 2019. Dort ist bei allen fünf Varianten das durchschnittliche Fruchtgewicht im Vergleich zu den vorherigen Jahren geringer.

Grundsätzlich erkennt man, dass das Gewicht bei der Kontrolle sowie bei Variante 2 und 3 mit den Jahren abgenommen, während es bei Variante 5 zugenommen hat. Zusammenfassend hat die Variante 3 das höchste durchschnittliche Fruchtgewicht im Versuch aufzuweisen.

Die Äpfel der Variante 2 haben 2016 den größten durchschnittlichen Fruchtdurchmesser. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, ist Variante 2 signifikant unterschiedlich zur Kontrolle und zu den anderen Varianten, die keinen signifikanten Unterschied zur Kontrolle zeigen. 2017 weisen Variante 3 und 5 den höchsten Fruchtdurchmesser auf. Sie sind statistisch signifikant unterschiedlich zueinander, unterscheiden sich statistisch aber nicht von der Kontrolle und den anderen Varianten. Den kleinsten Fruchtdurchmesser weist im Jahr 2018 die Variante 2 auf, sie unterscheidet sich statistisch signifikant von der Kontrolle und den anderen Varianten. Alle anderen Varianten unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. 2019 weisen die Früchte, im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren einen geringeren Durchmesser auf. Variante 3 und 5 weisen den größten Durchmesser auf, wobei nur Variante 3 statistisch nicht signifikant zur Kontrolle ist. Alle anderen Varianten unterscheiden sich statistisch signifikant nicht von der Kontrolle. Grundsätzlich hat die Variante 3 über die vier Versuchsjahre den größten

durchschnittlichen Fruchtdurchmesser. Bei Variante 2 ist der Durchmesser mit den Jahren kleiner geworden, während er bei den anderen Varianten in etwa gleich groß geblieben ist. Ausgenommen 2019, wo die Werte stark abnehmen.

ERTRAG

Der höchste durchschnittliche Ertrag (Abb. 6) in kg/Baum konnte 2016 bei Variante 5 und der Kontrolle festgestellt werden. Am wenigsten gab es bei Variante 2. Sie unterscheidet sich statistisch signifikant von der Kontrolle und von den anderen Varianten, die im Gegenteil gleich zur Kontrolle sind. 2017 hat die Variante 4 mit 36 kg den höchsten durchschnittlichen Ertrag, ansonsten gilt dasselbe wie im Jahr 2016. 2018 ist der höchste Ertrag in der Variante 3 zu finden, ansonsten gilt auch hier dasselbe wie 2016/17. Im Jahr 2019 wurden in Variante 4 durchschnittlich am meisten und in Variante 2 am wenigsten kg Früchte geerntet. Zwischen den Varianten und der Kontrolle gibt es keinen signifikanten Unterschied. Durchschnittlich hat die Variante 3 in allen vier Versuchsjahren den höchsten durchschnittlichen Ertrag, während bei Variante 2 mit 22 kg am wenigsten kg Frucht geerntet wurden.

INNERE FRUCHTQUALITÄT

Die innere Fruchtqualität wird in Tabelle 3 als gewogenes Mittel aller Versuchsjahre dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass sich sowohl der Zuckergehalt in °Brix als auch der Säuregehalt in g/L der einzelnen Varianten

Tab. 3: Gewogenes Mittel der Parameter der inneren Fruchtqualität (Zucker in °Brix, Festigkeit in kg/cm² und Säure in g/L) von den einzelnen Versuchsvarianten in den Versuchsjahren 2016-2019 // *Weighted average of internal fruit quality (sugar in °brix, firmness in kg/cm² and acidity in g/L) of the different treatments in the period 2016-2019.*

Behandlung treatment	Zucker sugar [°Brix]	Festigkeit firmness [kg/cm ²]	Säure acidity [g/L]
Kontrolle	14,175	7,161	5,617
Wurzelschnitt	14,381	7,305	5,875
<i>Prohexadion-Ca</i>	13,477	6,915	4,996
<i>Paclobutrazol</i>	14,119	7,169	5,183
<i>Actiflow Ca560</i>	14,012	7,160	5,508

kaum merklich voneinander unterscheiden. Auch bei der Fruchtfleisfestigkeit gibt es keine besonderen Unterschiede. Ausnahme bildet die Variante 3, wo die Werte bei allen drei Parametern etwas geringer sind.

VERSUCH 2: EINFLUSS VON PROHEXADION-CA UND PACLOBUTRAZOL AUF DAS PFLANZENWACHSTUM

RÜCKSTANDSANALYSE PACLOBUTRAZOL

In Versuch 2 wurden die vier Pflanzenteile von 2017-2019 auf Rückstände untersucht. Wie in Abbildung 7 ersichtlich, konnten innerhalb dieser Versuchsdauer keine Rückstände über 0,01 mg/kg festgestellt werden, sei es beim Apfel als auch im Boden. In den Blättern und im Holz waren die nachgewiesenen Mengen nie über den MRL von 0,05 mg/kg. Eine Ausnahme bildete das Jahr 2018, dort ergab die Analyse eine Akkumulation von Paclobutrazol mit 0,23 mg/kg in den Blättern. Die MRL wurde um 0,18 mg/kg überschritten.

VEGETATIVE PARAMETER

ANZAHL DER EINJÄHRIGEN TRIEBE

In Abbildung 8 wird die durchschnittliche Anzahl der Triebe von Versuch 2 dargestellt. 2017 konnten in Variante 3 durchschnittlich 123 Triebe gezählt werden, in Variante 2 106 Stück. Die Kontrolle hatte im Schnitt 114 Triebe. Keine der Varianten unterscheidet sich signifikant voneinander und von der Kontrolle. Im Jahr 2018 gab es bei der Kontrolle die wenigsten Triebe, während Variante 5 die meisten zählte. Einen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten und der Kontrolle gab es nicht. Auch in den Jahren 2019 und 2020 sind alle Varianten statistisch gleich zur Kontrolle. Die Variante 3 ist in beiden Jahren jene mit der höchsten Anzahl an Trieben, während die geringste Triebanzahl 2019 Variante 2 und 2020 Variante 4 hat. Nimmt man die Anzahl Triebblängen aller Jahre, so hat die Variante 3 den höchsten und die Variante 4 den kleinsten Wert.

TRIEBLÄNGEN

Im Jahr 2017 konnte, wie in Abbildung 9 ersichtlich, die Kontrolle durchschnittlich die längsten Triebe aufweisen. Die Triebblänge aller Varianten wurde im Vergleich zur Kontrolle reduziert. Die Triebe von Variante 2

und 4 wurden durchschnittlich um 34% verkürzt, jene von Variante 3 um 15%. Die statistische Analyse ergibt, dass sich alle Varianten, mit Ausnahme die Variante 3, signifikant von der Kontrolle unterscheiden. 2018 haben die Kontrolle und Variante 3 in etwa dieselbe durchschnittliche Triebblänge. Sie sind zusammen mit Variante 5 statistisch signifikant gleich. Variante 2 und 4 unterscheiden sich statistisch von der Kontrolle. Bei allen Varianten konnte die Triebblänge reduziert werden, außer bei Variante 3, dort erhöhte sich die Triebblänge um 4%. Die Kontrolle hat 2019 durchschnittlich die längsten Triebe, die kürzesten hat Variante 4. Dort konnten die Triebe im Vergleich zur Kontrolle um 29% verkürzt werden. Die Variante 3 ist um 17%, Variante 5 um 12% und Variante 2 um 25% kürzer. Keine der Varianten unterscheidet sich statistisch signifikant von der Kontrolle. Im Jahr 2020 hat die Variante 3 eine durchschnittliche Triebblänge von 26 cm, sie ist somit um 5% länger als die Kontrolle. Die restlichen Varianten werden um 33% (Variante 2 und 4) und 26% (Variante 5) verkürzt. Variante 4 und 5 sind statistisch signifikant unterschiedlich zu der unbehandelten Kontrolle, während die Varianten 2 und 3 keinen statistischen Unterschied aufweisen. Durchschnittlich konnten alle Varianten die Triebblängen über die Versuchsjahre verkürzen. Am meisten konnte das Triebwachstum bei Variante 4 gehemmt werden (32%), gefolgt von Variante 2 mit 31%, Variante 5 mit 19% Wachstumsreduktion und Variante 3 mit 6%. Variante 3 hat in allen vier Versuchsjahren durchschnittlich an Länge gewonnen.

PRODUKTIVE PARAMETER

FRUCHTQUALITÄT

Das kleinste durchschnittliche Fruchtgewicht, dargestellt in Abbildung 10, wurde 2017 mit 156 g bei Variante 3 gemessen. Das größte durchschnittliche Fruchtgewicht konnte mit 192 g bei Variante 4 festgestellt werden. Alle Varianten sind statistisch signifikant unterschiedlich zur Kontrolle sowie zu Variante 3. Auch im Jahr 2018 wiegt die Variante 3 durchschnittlich am wenigsten. Sie ist zur Kontrolle und zu den anderen Varianten statistisch unterschiedlich. Das höchste Gewicht weist die Variante 2 mit 201 g auf. Wie in den vorhergehenden Versuchsjahren, ist auch 2019 und 2020 die Variante 3 jene mit dem kleinsten durchschnittlichen Fruchtgewicht. 2019 gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der Variante 3

und der Kontrolle bzw. den Varianten. Insgesamt ist das Jahr von einem geringen durchschnittlichen Fruchtgewicht in allen Varianten gekennzeichnet. 2020 sind in Variante 2 im Durchschnitt die schwersten Äpfel vorhanden. Variante 2 ist statistisch unterschiedlich zur Kontrolle, zu Variante 3 und 5. Einen Unterschied zwischen Variante 3 und der unbehandelten Kontrolle gibt es statistisch gesehen nicht. Generell ist die Variante 3 innerhalb der Versuchsdauer jene Variante mit dem geringsten durchschnittlichen Fruchtgewicht.

Im Jahr 2017 wird bei der Variante 3 der kleinste durchschnittliche Fruchtdurchmesser festgestellt. Auch in den folgenden Jahren bleibt diese Variante, wie in Abbildung 11 ersichtlich, jene mit dem kleinsten Durchmesser. Alle Varianten sind 2017 statistisch signifikant unterschiedlich zur Variante 3 und zur Kontrolle. 2018 sind wiederum alle Varianten signifikant verschieden von der Variante 3, aber gleich zur Kontrolle. Dasselbe gilt für 2019, allerdings sind hier generell alle Fruchtdurchmesser saisonsbedingt geringer. Im Jahr 2020 gibt es zwischen Variante 3 und Kontrolle keinen statistisch signifikanten Unterschied. In der gesamten Versuchsdauer hat die Variante 3 mit 73 cm durchschnittlich den kleinsten Durchmesser, den größten hat Variante 4. Von 2017 auf 2018 nimmt die Größe der Früchte zu, sinkt 2019 relativ stark ab und nimmt 2020 wieder etwas zu.

ERTRAG

Den kleinsten durchschnittlichen Ertrag pro Baum hat 2017 die Variante 2, der größte konnte bei Variante 3 festgestellt werden (Abb. 12). Keine der Varianten unterscheidet sich statistisch signifikant von den anderen und von der Kontrolle. Im Jahr 2018 ist die Variante 3 jene mit dem kleinsten Durchschnittsertrag pro Baum. Ein hoher Ertrag ist bei Variante 4 und Variante 5 vorzufinden. Hier gibt es keine signifikanten Unterschiede untereinander und zur Kontrolle. Wie schon im Jahr zu vor, hat auch 2019 die Variante 3 den geringsten Ertrag. Sie unterscheidet sich statistisch nicht von der Kontrolle, wie auch Variante 2 und Variante 4. Die Variante 5 hat den größten Ertrag und unterscheidet sich signifikant von der Kontrolle. 2020 hat die Kontrolle den kleinsten durchschnittlichen Ertrag, den größten Ertrag hat wiederum die Variante 5. Sie ist auch jene Variante, die sich signifikant von der Kontrolle unterscheidet. Alle anderen Varianten sind statistisch gesehen gleich zur Kontrolle. Über die Jahre

konnte die Kontrolle den kleinsten durchschnittlichen Ertrag pro Baum aufweisen, gefolgt von Variante 2 und 3. Am meisten Ertrag brachte die Variante 5 mit durchschnittlich 27 kg/Baum und Jahr ein. 2018 war das Jahr mit dem insgesamt kleinsten Ertrag.

INNERE FRUCHTQUALITÄT

Die innere Fruchtqualität wird in Tabelle 4 als gewogenes Mittel aller Versuchsjahre dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass sich auch hier der Zuckergehalt in °Brix als auch der Säuregehalt in g/L der einzelnen Varianten kaum merklich voneinander unterscheiden. Auch bei der Fruchtfestigkeit gibt es keine besonderen Unterschiede. Eine Ausnahme bildet die Variante 5, die bei Zucker und Säure etwas geringer ist im Vergleich zu den anderen Varianten. Auch die Fruchtfestigkeit ist bei Variante 3 im Vergleich höher.

Tab. 4: Gewogenes Mittel der Parameter der inneren Fruchtqualität (Zucker in °Brix, Festigkeit in kg/cm² und Säure in g/L) von den einzelnen Versuchsvarianten in den Versuchsjahren 2017-2020 // *Weighted average of internal fruit quality (sugar in °brix, firmness in kg/cm² and acidity in g/L) of the different treatments in the period 2017-2020.*

Behandlung <i>treatment</i>	Zucker <i>sugar</i> [°Brix]	Festigkeit <i>firmness</i> [kg/cm ²]	Säure <i>acidity</i> [g/L]
Kontrolle	14,179	7,308	6,163
<i>Regalis Plus 2x</i>	14,062	7,212	5,850
<i>Paclot New</i>	14,012	7,602	6,071
<i>Corto WG</i>	13,990	7,230	6,067
<i>Corto WG 2x</i>	13,571	7,112	5,504

DISKUSSION

RÜCKSTANDSANALYSE PACLOBUTRAZOL

In den Blättern wurden in allen vier Jahren Paclobutrazol-Rückstände nachgewiesen, die die Rückstandshöchstgrenze teilweise überschritten. Paclobutrazol ist ein Triebwachstumshemmer [12], d.h. der Wirkstoff agiert hauptsächlich in den vegetativen Pflanzenteilen des Apfelbaumes. Weshalb vorwiegend Rückstände in den Blättern und Trieben gefunden wurden. Dass der Wirkstoff nicht im Boden vorgefunden wurde,

spricht dafür, dass mit der gängigen Applikationstechnik keine großen Abtropfverluste verursacht werden. Zusätzlich reichen die Rückstände im Falllaub nicht für eine Akkumulation im Boden aus. Nur im Jahr 2018 konnte bei einem Versuch im Boden ein Rückstand über dem Grenzwert festgestellt werden. Dies könnte man sich durch eine mögliche Abdrift bei ungünstigem Applikationszeitpunkt erklären. Da dies nur in einem Versuchsjahr festgestellt wurde, sprechen die Ergebnisse grundsätzlich gegen eine mögliche Akkumulation im Boden, bei einer Ausbringung nach guter Agrarpraxis.

VERSUCH 1: EINFLUSS VERSCHIEDENER WACHSTUMSREGULIERENDER MAßNAHMEN ZUR BERUHIGUNG DES TRIEBWACHSTUMS

Ein Einfluss von Paclobutrazol auf die Anzahl der Triebe ist in allen vier Versuchsjahren wenig bis kaum gegeben. Es lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen Kontrolle und Paclobutrazol sowie den anderen Varianten erkennen. Bäume, die mit Paclobutrazol behandelt wurden, haben durchschnittlich sogar eine höhere Anzahl an Trieben. Paclobutrazol dient dazu, die vegetative Entwicklung der Pflanzen einzudämmen und somit unter anderem das Triebwachstum zu reduzieren [8]. In dem Versuch von 2016-2019 konnte ein solcher Effekt allerdings nicht beobachtet werden. Der Wurzelschnitt und Prohexadion-Ca hat in allen Jahren eine signifikante Verkürzung der Triebe erreicht, während bei Paclobutrazol das Gegenteil erfolgte. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte der Einsatzzeitpunkt sein, der Wirkstoff wurde erst nach dem Junifruchtfall ausgebracht. In dieser Phase sind die Triebe bereits gut entwickelt und eine Wachstumsreduktion ist hier erschwert. Beim vorliegenden Versuch zeigte Prohexadion-Ca einen positiven Einfluss auf die Größe der Früchte. Betrachtet man allerdings die Ertragsleistung so hat der Wurzelschnitt die Ertragsleistung deutlich vermindert. Die innere Qualität der Früchte blieb weitgehend unbeeinflusst von den verschiedenen Maßnahmen, hier konnte man keine deutliche Verbesserung erzielen. Laut Praxisberichten sollte der Ca-Blattdünger *Actiflow Ca560* eine wachstumsberuhigende Wirkung haben, allerdings konnte dies während der Dauer des gesamten Versuches nicht festgestellt werden.

VERSUCH 2: EINFLUSS VON PROHEXADION-CA UND PACLOBUTRAZOL AUF DAS PFLANZENWACHSTUM

Alle getesteten wachstumsregulierenden Maßnahmen haben keinen bedeutenden Einfluss auf die Anzahl der einjährigen Triebe ausgeübt, denn sie unterscheiden sich nicht von der Kontrolle. Auch bei diesem zweiten Versuch konnte Paclobutrazol die durchschnittlichen Triebblänge nicht deutlich verkürzen, obwohl es bereits ab der Vollblüte eingesetzt wurde. Dies könnte wahrscheinlich auf eine zu geringe Dosierung (200 ml/ha *Paclot NEW*) zurückzuführen sein. Das Prohexadion-Ca Produkt *Corto WG*, konnte bei einer einmaligen Behandlung von 2,5 kg/ha in der Vollblüte die stärkste Triebverkürzung erreichen.

Da im Apfelanbau produktive Parameter wie Fruchtgewicht und Fruchtdurchmesser maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage sind, gilt es diese genau zu prüfen. Die Früchte der Paclobutrazol-Variante konnten dieser Anforderung nicht gerecht werden. Sie hatte in allen vier Versuchsjahren das durchschnittlich kleinste Fruchtgewicht und den durchschnittlich kleinsten Fruchtdurchmesser. Der Durchschnittsertrag in kg ähnelt der Kontrolle, was sich mit der Literatur widerspricht [8], die anführt, dass GA-Hemmer unter anderem einen positiven Einfluss auf den Ertrag haben. Starkes Triebwachstum zeigt negative Effekte unter anderem an der Fruchtqualität [4]. Daher haben Wachstumsregulatoren einen günstigen Einfluss auf die innere Fruchtqualität, was jedoch im vorliegenden Versuch bei Paclobutrazol nicht festgestellt werden konnte.

FAZIT

Diese mehrjährigen Versuche haben uns Stärken und Schwächen verschiedener wachstumsregulierender Maßnahmen aufgezeigt. Der Wirkstoff Paclobutrazol konnte dabei nicht mit den Prohexadion-Ca Produkten mithalten, welche wesentlich effizienter bei der Triebverkürzung waren. Laut Literatur wird der Wirkstoff Paclobutrazol als wichtiges Hilfsmittel in der Wachstumsregulation von Ertragspflanzen beschrieben, allerdings konnte sich dies bei den beiden Versuche nicht bestätigen. Ein zentraler Punkt hierbei ist sicherlich die Applikationstechnik und die verwendeten Dosierungen. So wird Paclobutrazol bei Steinobst über den Boden, durch gezielte Bewässerung appliziert und

ZUSAMMENFASSUNG

Die Regulierung des vegetativen Wachstums im Apfelanbau ist eine wichtige Maßnahme, um den Ertrag konstant zu halten und die Fruchtqualität zu fördern. In zwei verschiedenen Versuchen wurden am Versuchszentrum Laimburg unterschiedliche Methoden zur Wachstumsregulierung untersucht. Unter anderem wurde das Handelsprodukt *Paclot New* mit dem Wirkstoff Paclobutrazol, früher bekannt unter dem Handelsnamen *Cultar* getestet. Trotz positiver Ergebnisse bei älteren Versuchen, konnte bei beiden Versuchen kein wachstumsregulierender Effekt von Paclobutrazol festgestellt werden. Behandlungen mit dem Wirkstoff Prohexadion-Ca wiesen hingegen eine signifikante Reduktion des Triebwachstums im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle auf. Der Wurzelschnitt und Behandlungen mit Paclobutrazol verkleinerten die Fruchtgröße in machen Versuchsjahren signifikant. Rückstände von Paclobutrazol konnten während des Versuchs, außer in den Blättern und Trieben und in einem Jahr im Boden nicht festgestellt werden.

RIASSUNTO

Il controllo dello sviluppo del melo è un metodo importante per garantire una produzione regolare e una alta qualità dei frutti. Nel Centro di Sperimentazione Laimburg sono stati fatti due esperimenti per confrontare diversi metodi di controllo dello sviluppo del melo. Non solo il prodotto commerciale *Paclot New*, con la sostanza attiva paclobutrazolo, conosciuto in passato come *Cultar* è stato valutato. Anche se i risultati con paclobutrazolo in passato erano positivi, nei due esperimenti non aveva nessun effetto sulla crescita della pianta. I trattamenti con calcio-proesadione invece hanno ridotto la crescita dei rami in modo significativo in confronto con il testimone. Si è visto un effetto negativo sul calibro dei frutti in seguito al taglio delle radici e con i trattamenti con paclobutrazolo in alcune annate. Non sono stati trovati dei residui di paclobutrazolo durante l'esperimento, solo nelle foglie e nei rami e un anno nel terreno.

nicht auf Blätter und Blüten gesprüht. Allerdings fehlt hierzu im Moment in der integrierten Produktion in Südtirol und Italien die Zulassung beim Apfel. Das Produkt *Paclot New* wird laut Hersteller maximal vier Mal appliziert in einem Abstand von 7 Tagen. Die beiden Versuchsvarianten wurden dazu einmal direkt nach der Abblüte sowie nach dem Junifruchtfall behandelt. Allerdings konnte mit den, laut Hersteller verwendeten Dosierungen keine Triebverkürzung erreicht werden. So ist auch laut Literatur ein korrekter Einsatz des Wirkstoffes von großer Bedeutung. Die Wirkung kann durch einen falschen Applikationszeitpunkt oder durch schlechte Witterungsverhältnisse bei der Applikation negativ beeinflusst werden. Es konnte in den Versuchen nicht bestätigt werden, dass Paclobutrazol sich für mehrere Jahre im Boden anreichert, wenn es mit der gängigen Applikationstechnik auf die Bäume

ausgebracht wird. In der Frucht wurden keine Rückstände gefunden, der Apfel kann also ohne Bedenken genossen werden. Im Blatt wurden die maximale Rückstandsgrenze überschritten, es hat sich über die Jahre jedoch nicht kumuliert.

Weiters konnte in den Versuchen auch nachgewiesen werden, dass ein wiederholter Einsatz von Kalzium-Blattdünger keinen triebverkürzenden Effekt hat, auch sonst konnte keine deutliche Verbesserung der inneren Qualität festgestellt werden.

Der Wurzelschnitt hatte einen positiven Einfluss auf das Triebwachstum, allerdings verminderte er auch den Ertrag in den Folgejahren deutlich. Hierbei gilt es jedoch zu bedenken, dass im zweiten Versuchsjahr der Wurzelschnitt auf der zuvor unbehandelten Seite wiederholt wurde und dies wahrscheinlich einen zu starken Effekt zur Folge hatte.

REFERENCES

- [1] Asín L., Alegre S., Montserrat R. (2007). Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Scientia Horticulturae* 113 (2), 142-143, DOI: [10.1016/j.scienta.2007.02.003](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.003).
- [2] Rufato L., Brighenti A.F., Rufato A.D. (2017). Vigor control in 'McIntosh' apple trees by growth inhibitors. *Acta Horticulturae* 1177, 223-228, DOI: [10.17660/ActaHortic.2017.1177.32](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1177.32).
- [3] Smit M., Meintjes J.J., Jacobs G. (2005). Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. *Scientia Horticulturae* 106 (4), 515-529, DOI: [10.1016/j.scienta.2005.05.003](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.05.003).
- [4] Miller, S.S. (1995). Root Pruning and Trunk Scoring Have Limited Effect on Young Bearing Apple Trees. *HortSciences* 30 (5), 931-934, DOI: [10.21273/HORTSCI.30.5.981](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.5.981).
- [5] Rademacher W. (2015). Plant Growth Regulators. Backgrounds and Uses in Plant Production. *Journal of Plant Growth Regulation* 34 (4), 345-372, DOI: [10.1007/s00344-015-9541-6](https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6).
- [6] Basak A., Rademacher W. (2000). Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of prohexanedione-ca. *Acta Horticulturae* (514), 41-50, DOI: [10.17660/ActaHortic.2000.514.4](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.514.4).
- [7] Elfving D.C., Proctor J.T.A. (1986). Long-term effects of Paclobutrazol (Cultar) on apple-tree shoot growth, cropping and fruit-leaf relations. *Acta Horticulturae* 179, 473-430, DOI: [10.17660/ActaHortic.1986.179.73](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.179.73).
- [8] Klinac D.J., Rohitha H., Pevreal J.C. (1991). Effects of Cultar (paclobutrazol) on vegetative growth and fruit production by nashi (*Pyrus seratina* Rehd.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 19 (3), 229-235, DOI: [10.1080/01140671.1991.10421806](https://doi.org/10.1080/01140671.1991.10421806).
- [9] ECHA -European chemical industrie (2021). Annexes II, III, IV, VII - Defined & Temporary Maximum Residue Levels. Retrieved February 26, 2021, from https://echa.europa.eu/it/pesticides-mrls-ann-dir-396-2005-/legislationlist/details/EU-MRL_PEST_FOOD_FEED-ANX_II_III_IV_VII-100.121.374-VSK-C3753A_26.02.2021.
- [10] BDF - Banca dati agrofarmaci (23.02.2021). Retrieved February 26, 2021.
- [11] Petria J.L., Berenhauser-Leiteb G., Hawerth F.J. (2011). Reduction of shoot growth and winter pruning in apple trees treated with prohexadione calcium. *Acta Horticulturae* 903, 373-377, DOI: [10.17660/ActaHortic.2011.903.121](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.121).
- [12] Wang S.Y., Sun T., Faust M. (1986). Translocation of Paclobutrazol, a Gibberellin Biosynthesis Inhibitor, in Apple Seedlings. *Plant Physiology* 82 (1), 11-14, DOI: [10.1104/pp.82.1.11](https://doi.org/10.1104/pp.82.1.11).

ANHANG: ABBILDUNGEN

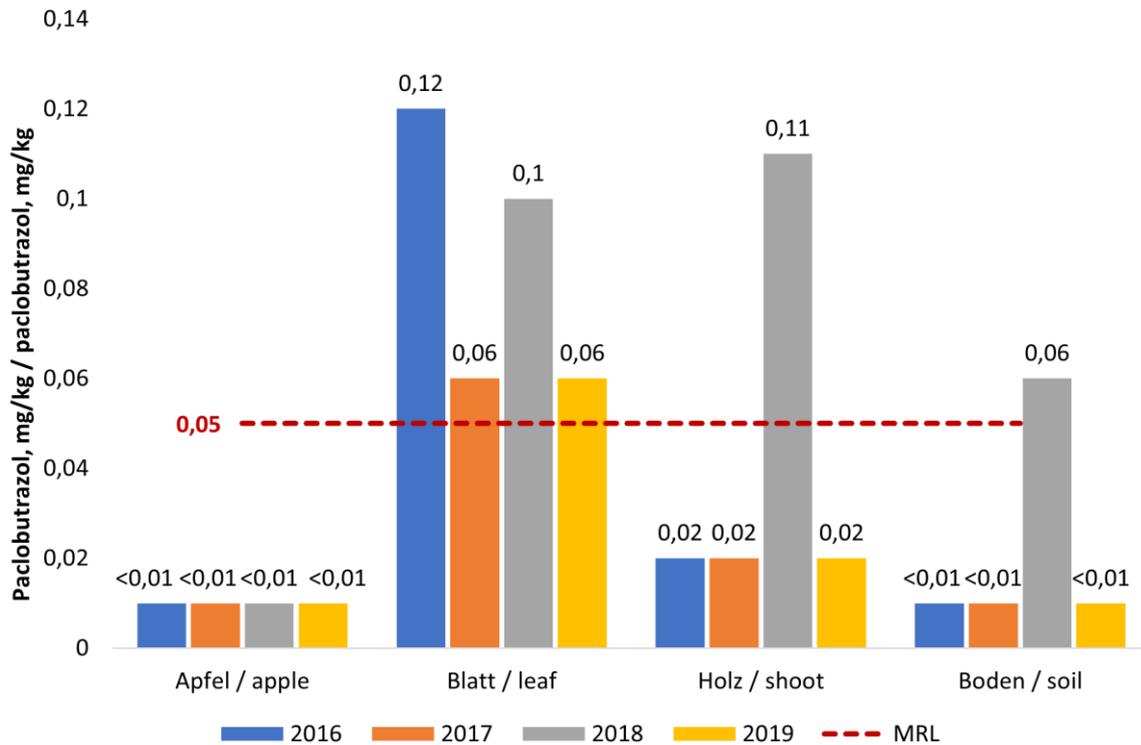


Abb. 1: Rückstände von Paclobutrazol in mg/kg gefunden in den drei Pflanzenorganen Apfel, Blatt und Holz sowie im Boden von 2016 bis 2019. Die rote Linie gibt die maximale Rückstandshöhe (MRL) bei 0,05 mg/kg an. // Residues of paclobutrazol in mg/kg found in the plant organs apple, leaf and shoots and the soil from 2016 to 2019. The red line shows the maximal residue level (MRL) of 0,05 mg/kg.

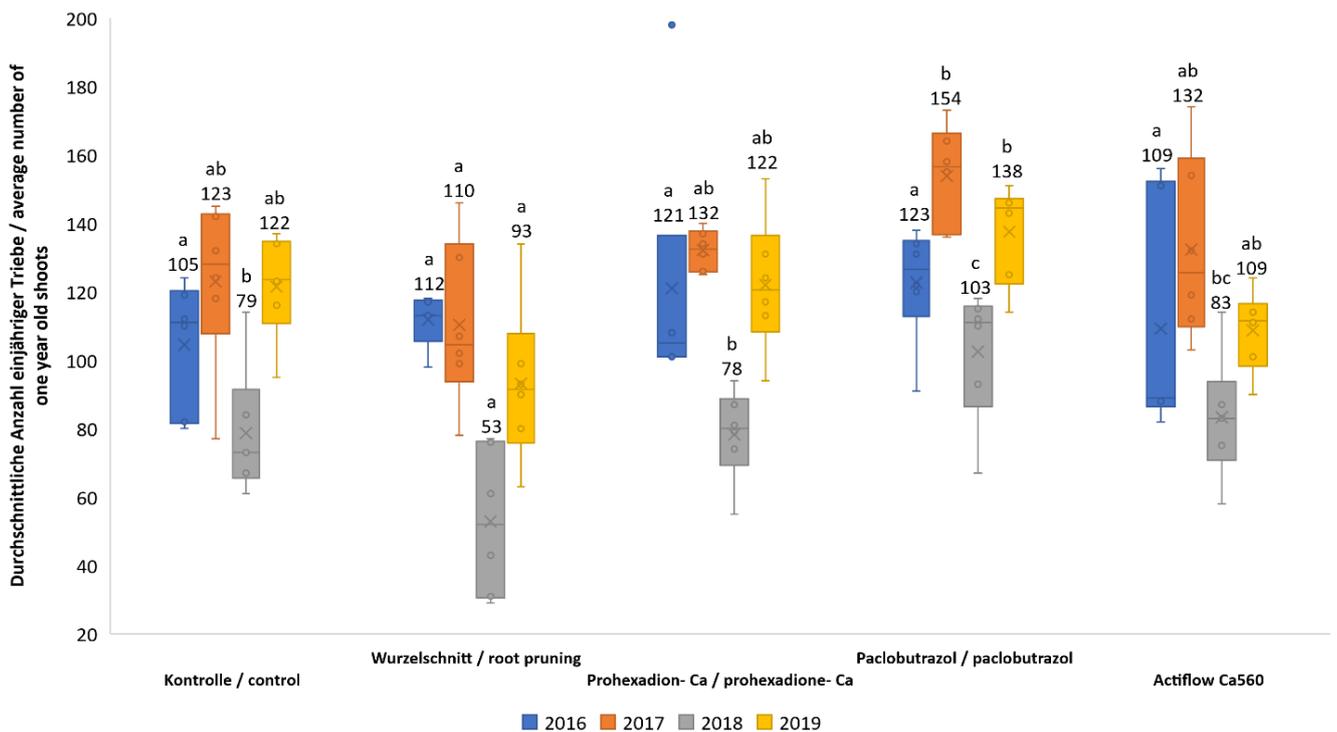


Abb. 2: Durchschnittliche Anzahl einjähriger Triebe aller Versuchsvarianten von 2016 bis 2019 // Average number of one year old shoots from the treatments in the period 2016 to 2019.

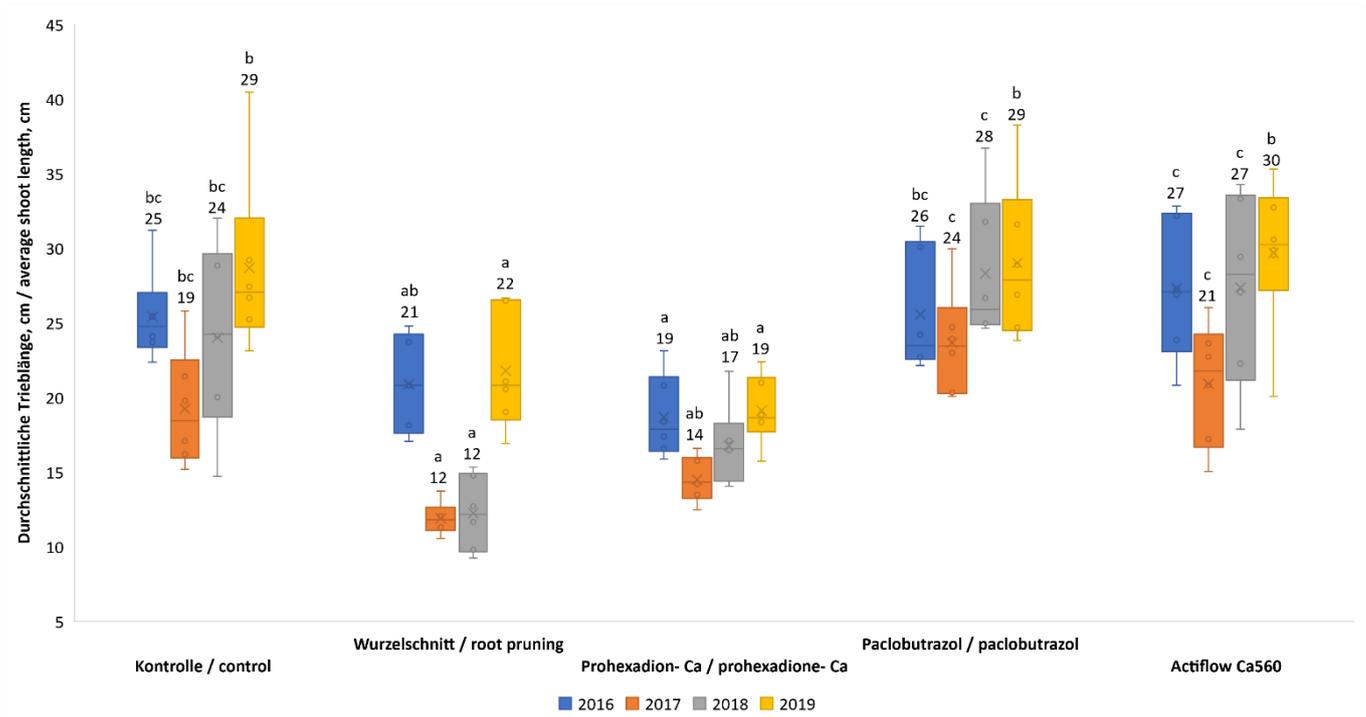


Abb. 3: Durchschnittliche Trieblänge in cm der Versuchsvarianten von 2016 bis 2019 // Average shoot length in cm from the treatments in the period 2016 to 2019.

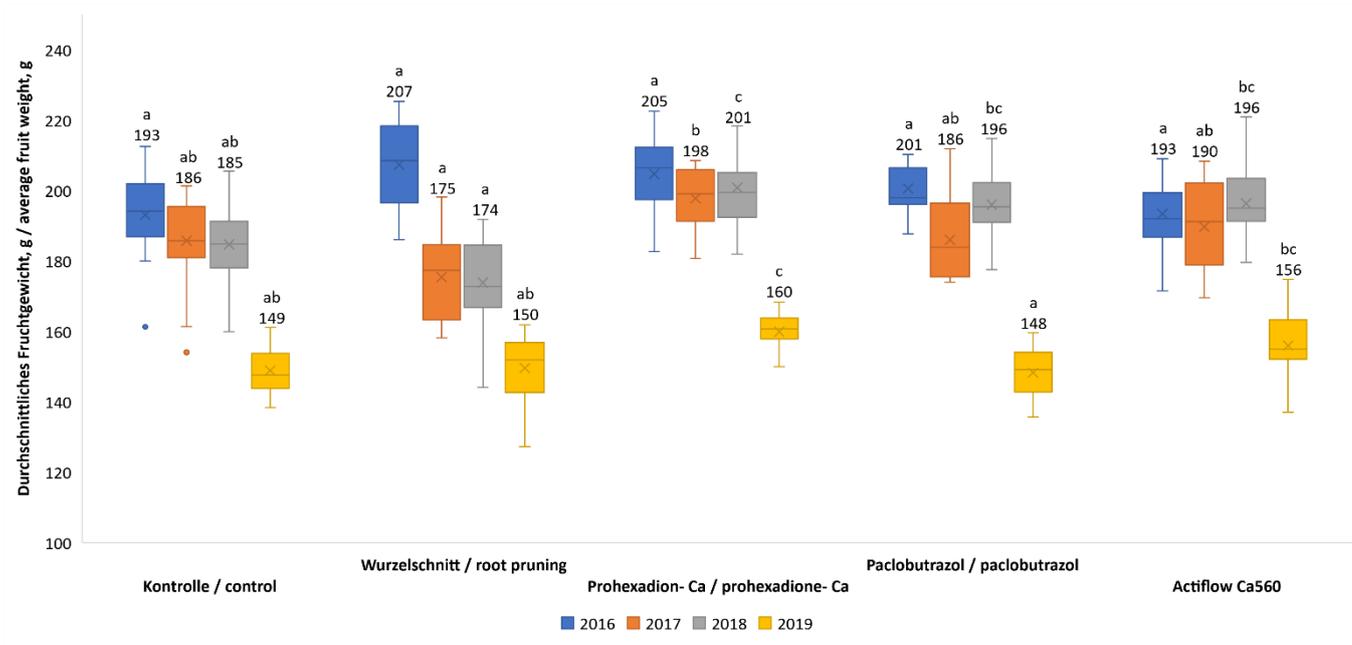


Abb. 4: Durchschnittliches Fruchtgewicht in g der Versuchsvarianten von 2016 bis 2019 // Average fruit weight in g from the treatments in the period 2016 to 2019.

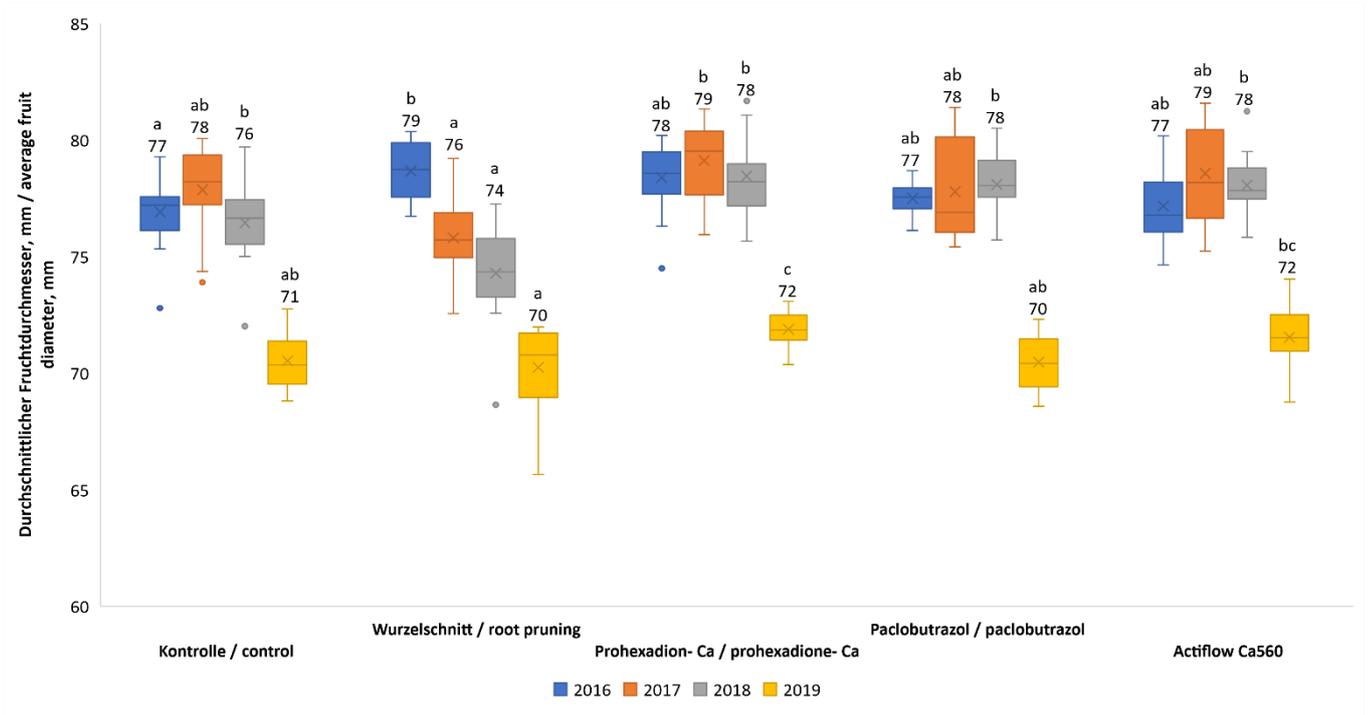


Abb. 5: Durchschnittlicher Frucht Durchmesser in mm der Versuchsvarianten von 2016 bis 2019 // Average fruit diameter in mm from the treatments in the period 2016 to 2019.

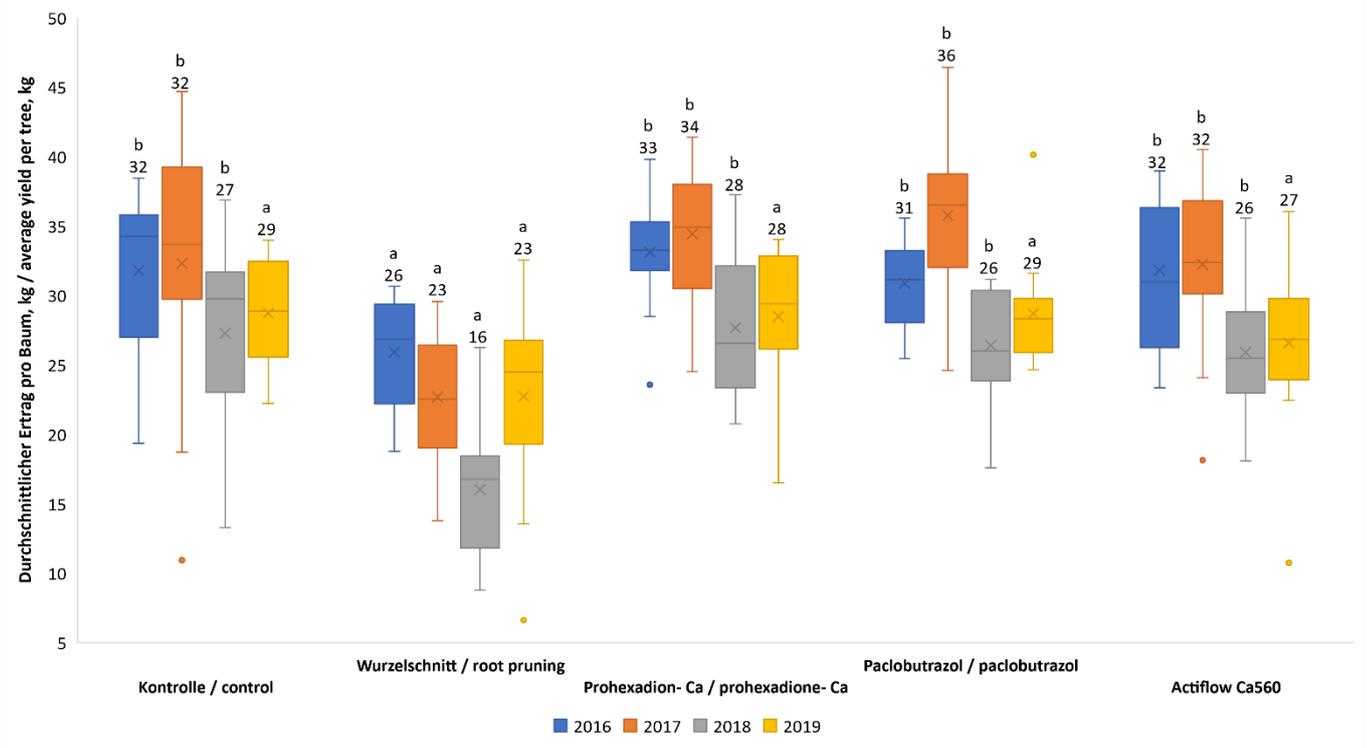


Abb. 6: Durchschnittlicher Ertrag pro Baum in kg der Versuchsvarianten von 2016 bis 2019 // Average yield per tree in kg from the treatments in the period 2016 to 2019.

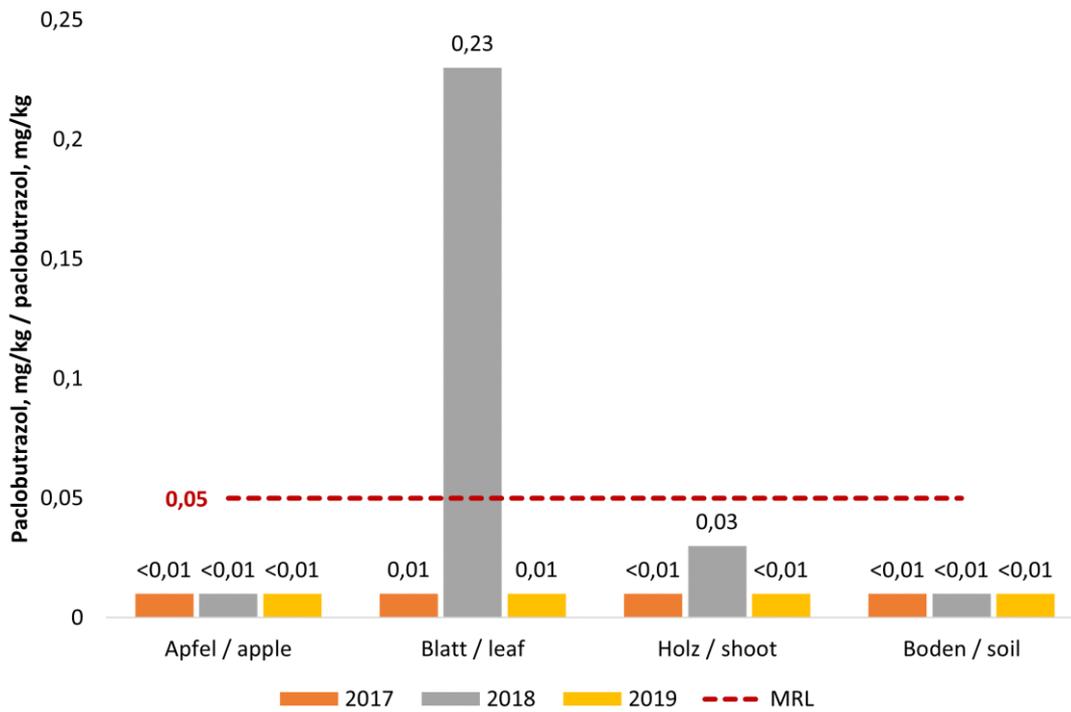


Abb. 7: Die Rückstände von Paclobutrazol in mg/kg, gefunden in den drei Pflanzenorganen Apfel, Blatt und Holz sowie im Boden von 2017 bis 2019. Die rote Linie gibt die maximale Rückstandshöhe (MRL) bei 0,05 mg/kg an. // Residues of paclobutrazol in mg/kg found in the plant organs apple, leaf and shoots and the soil from 2017 to 2019. The red line shows the maximal residue level (MRL) of 0,05 mg/kg.

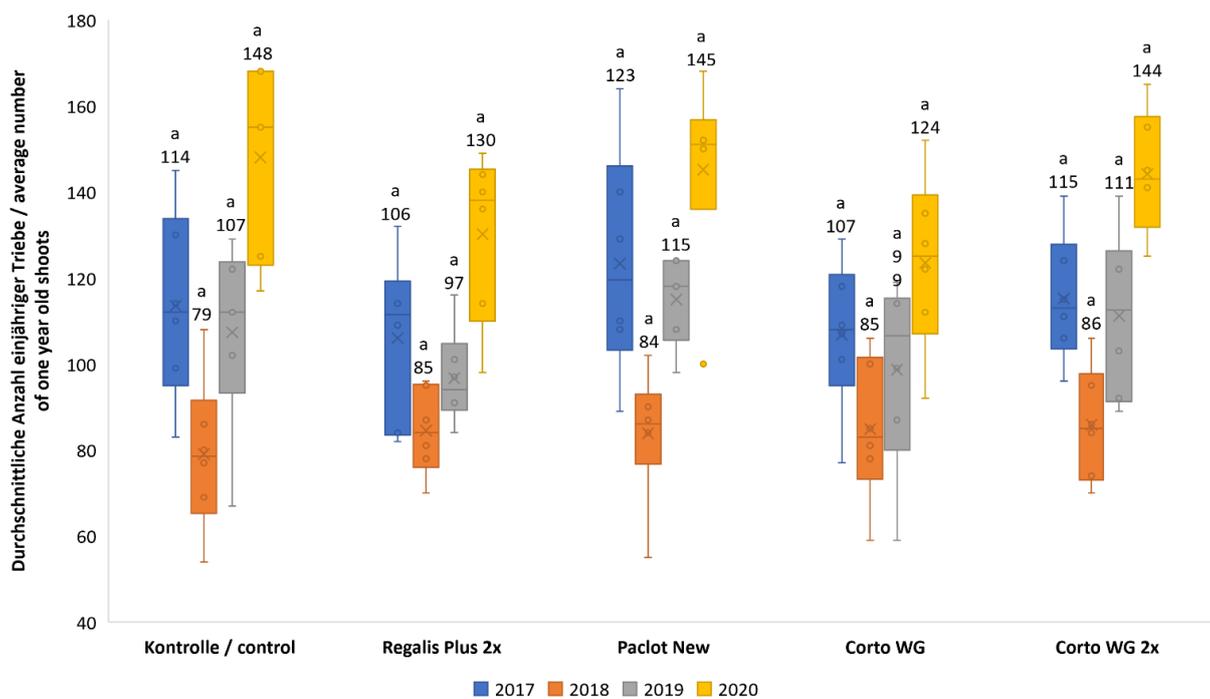


Abb. 8: Durchschnittliche Anzahl einjähriger Triebe aller Versuchsvarianten von 2017 bis 2020 // Average number of one year old shoots from the treatments in the period 2017 to 2020.

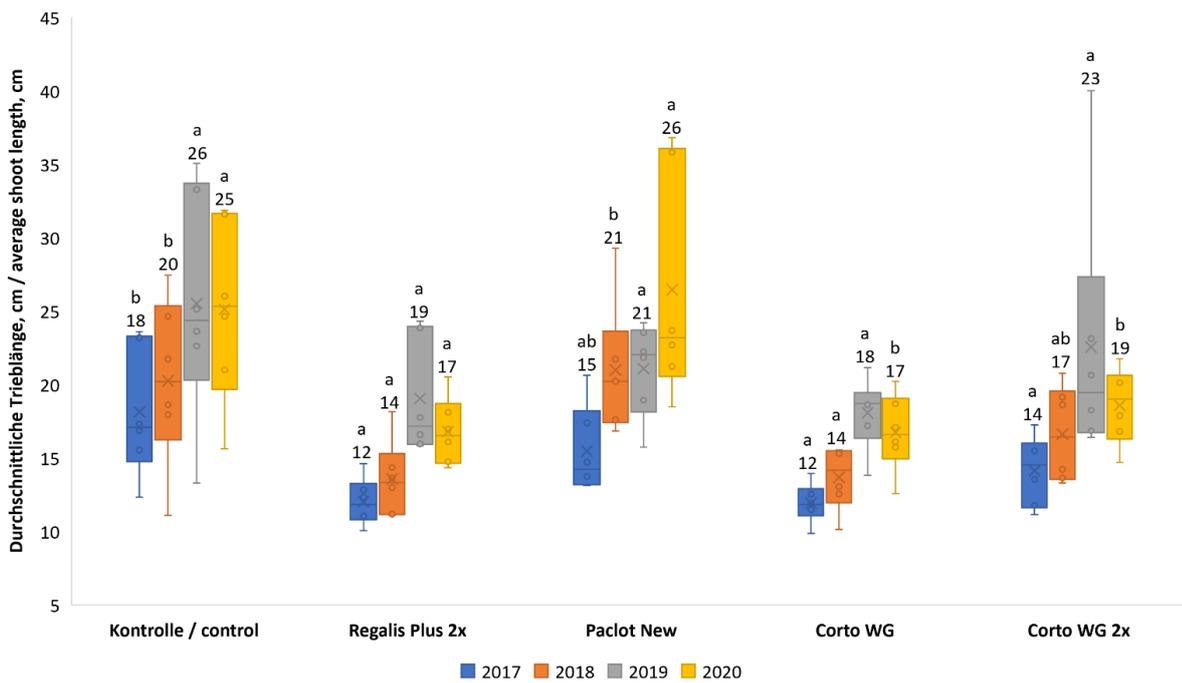


Abb. 9: Durchschnittliche Trieblänge in cm der Versuchsvarianten von 2017 bis 2020 // Average shoot length in cm from the treatments in the period 2017 to 2020.

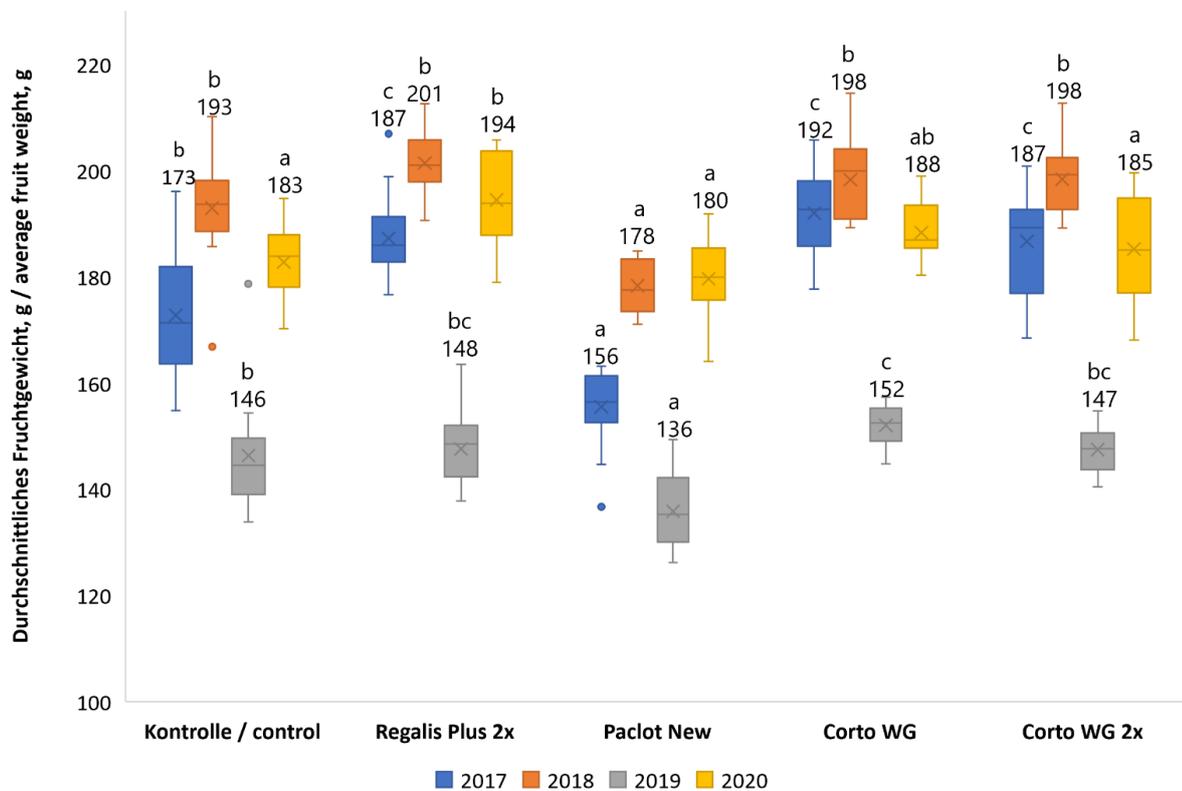


Abb. 10: Durchschnittliches Fruchtgewicht in g der Versuchsvarianten von 2017 bis 2020 // Average fruit weight in g from the treatments in the period 2017 to 2020.

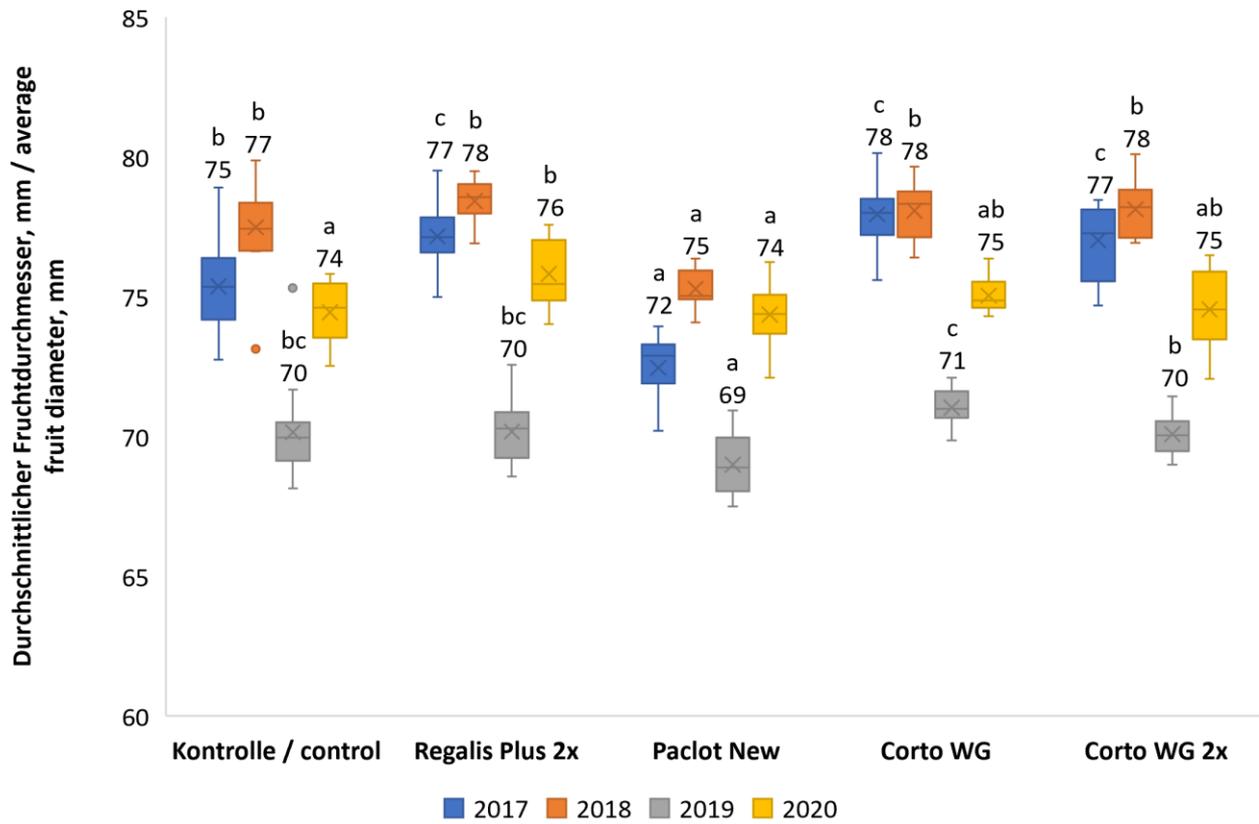


Abb. 11: Durchschnittlicher Fruchtdurchmesser in mm der Versuchsvarianten von 2017 bis 2020 // Average fruit diameter in mm from the treatments in the period 2017 to 2020.

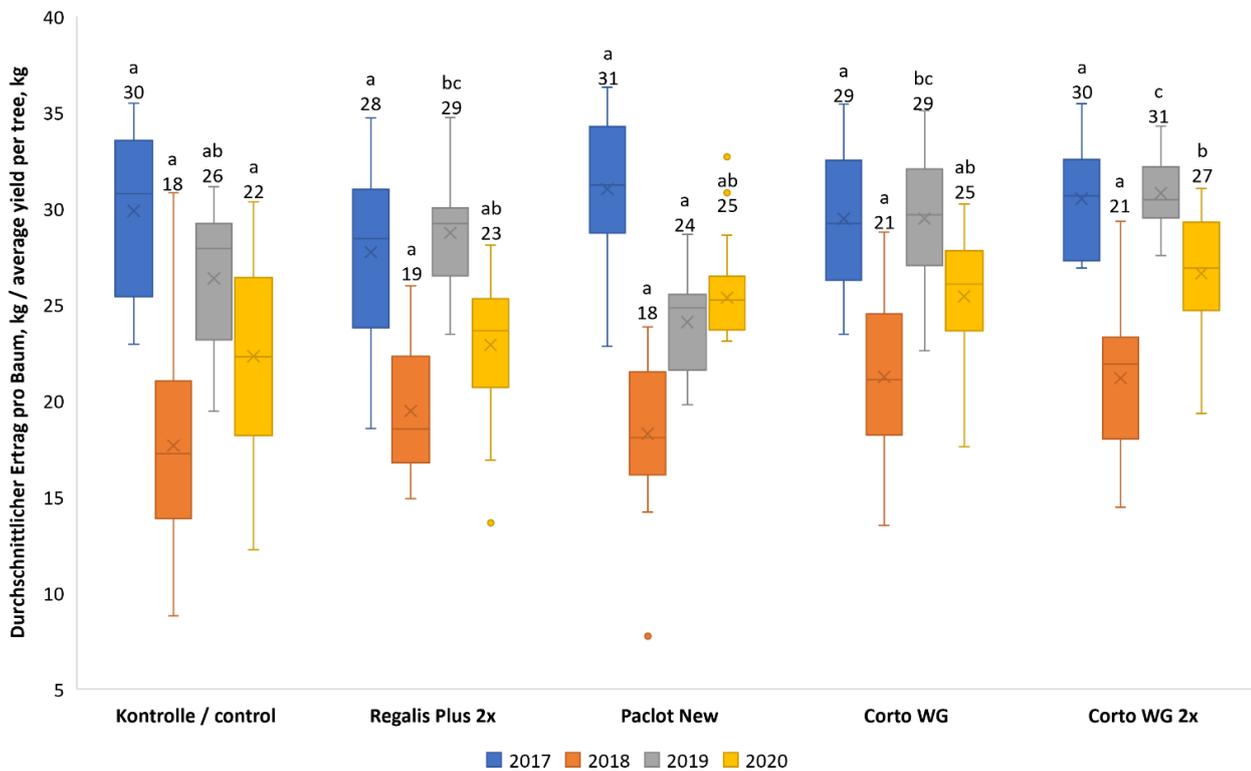


Abb. 12: Durchschnittlicher Ertrag pro Baum in kg der Versuchsvarianten von 2017 bis 2020 // Average yield per tree in kg from the treatments in the period 2017 to 2020.