

## Abschlussbericht

zu dem vom QS-Wissenschaftsfond geförderten Forschungsvorhaben

# **Etablierung einer Alternativmaßnahme zum Einsatz der qualitäts- und lebensmittelsicherheitsmindernden neonicotinoiden Wirkstoffe Clothianidin und Imidacloprid als Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung des Blattlausbefalles an Paprika**

Antragssteller: Prof. Dr. Christoph-Martin Geilfus

Humboldt-Universität zu Berlin

## **Aufgabenstellung, Stand des Wissens und Zielsetzung**

Die Deutschen verzehren pro Kopf und Jahr 4,3 kg Gemüsepaprika (*Capsicum L.*)<sup>[1]</sup>. Eine große Herausforderung im Anbau von Gemüsepaprika besteht in der Bekämpfung des Blattlausbefalles. Blattläuse befallen Blätter, Spross und Blüten der Paprikapflanze und perforieren die Pflanzenorgane, um den Pflanzensaft herauszusaugen. Mit dem Pflanzensaft entnimmt die Blattlaus der Pflanze Zucker und Mineralstoffe, von denen sich die Blattlaus ernährt. Diese Metabolite fehlen der Pflanze für die Ertragsbildung. Außerdem ist die Blattlaus ein Überträger von Pflanzenviren. So führt ein Befall der Paprika mit der Grünen Pfirsichblattlaus oftmals zu einem Sekundärbefall mit dem Gurkenmosaikvirus. Symptome sind u.a. stark deformierte und teils verdorbene Paprikafrüchte. Um den Blattlausdruck zu senken, können Nützlinge oder Insektizide eingesetzt werden. Ist der Befallsdruck zu hoch, helfen meist nur noch Insektizide. Der Einsatz dieser kann aber problematisch sein, da Insektizide oftmals Nichtziel-Insekten schaden oder als Rückstände in der Paprikafrucht anreichern können. So wurde wiederholt in unseren Supermärkten nachgewiesen, dass insbesondere Paprikafrüchte mit Insektizidrückständen belastet sind, die in der Blattlausbekämpfung eingesetzt werden<sup>[2]</sup>. Oftmals finden neonicotinoide Wirkstoffe bei der Blattlausbekämpfung der Paprika Anwendung.

Das Ziel dieses Vorhabens besteht darin, den Einsatz von Insektiziden bei der Blattlausbekämpfung im Gewächshausanbau von Gemüsepaprika durch eine neuartige, rückstandsfreie und umweltfreundliche Methode zu ersetzen. Unsere Vorversuche zeigten, dass eine Blattapplikation mit Bittersalz (Magnesiumsulfat, MgSO<sub>4</sub>) einen starken Rückgang des Blattlausbefalles bewirkt. Die Anwendung von Bittersalz im Produktionsgemüsebau ist völlig unproblematisch für den Verbraucher, da es als Nahrungsergänzungsmittel zugelassen ist.

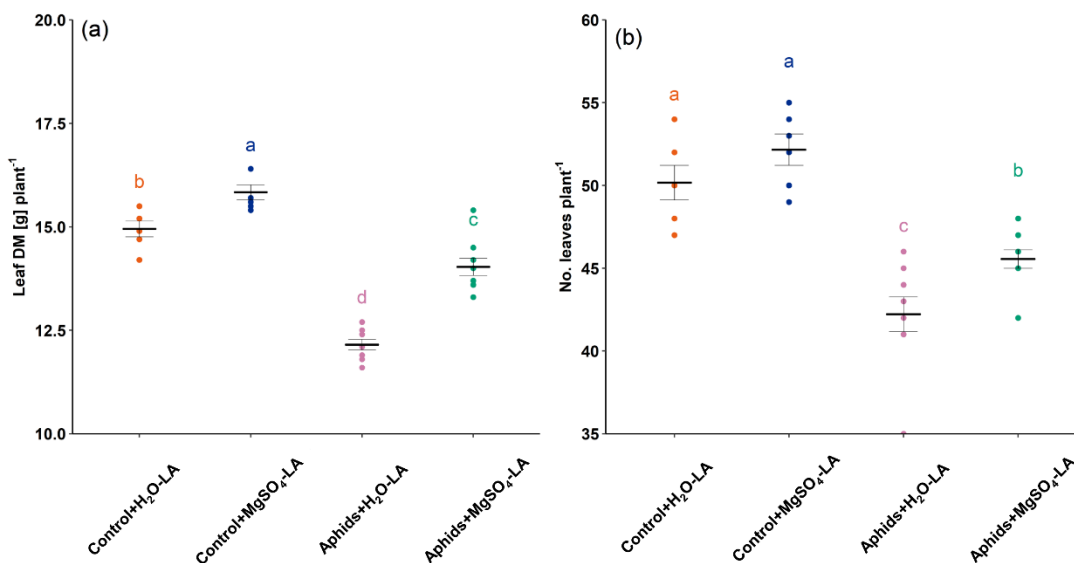
## **Ergebnisse und Diskussion**

Paprikapflanzen wurden hydroponisch angezogen und mit allen Nährstoffen inklusive Magnesiums (Mg) und Schwefel (S) über die Wurzel versorgt. Ein Teil der Pflanzen wurde mit

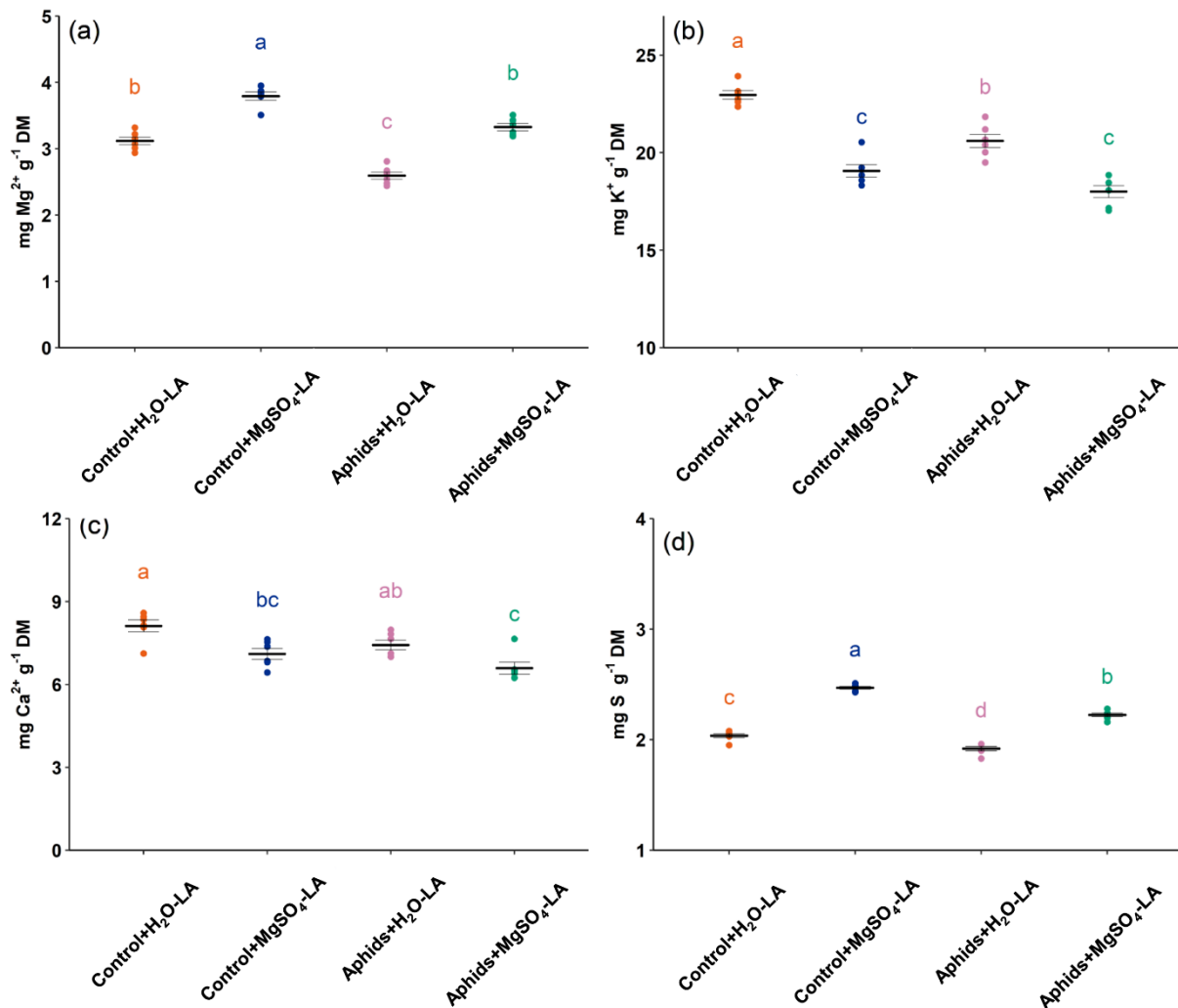
Blattläusen infiziert, der andere Teil der Pflanzen wurde blattlausfrei kultiviert. Jeweils der Hälfte beider Prüfglieder wurde mit einer Magnesiumsulfatlösung ( $MgSO_4$ ; auf wässriger Basis) blattappliziert. Die andere Hälfte nur mit Wasser.

### $MgSO_4$ -Blattapplikation erhöht die Blattbiomasse unter Blattlausbefall

Die Gabe von 6 g Magnesium in Form von  $MgSO_4$  als Blattapplikation, gesplittet auf zwei Zeitpunkte während der Fruchtentwicklung, erhöhte die Blattbiomasse signifikant. Dies war unabhängig vom Blattlausbefall zu beobachten (Abb. 1a). Die Anzahl der Blätter erhöhte sich allerdings nur bei den mit Blattläusen befallenen Pflanzen durch die Blattapplikation mit  $MgSO_4$  (Abb. 1b). Die Konzentrationen an Mg und S in der Blattockentmasse erhöhten sich unabhängig vom Blattlausbefall durch die  $MgSO_4$ -Blattapplikation (Abb. 2a und 2d). Die hohen S- und Mg-Konzentrationen in den Blättern, die nicht mit  $MgSO_4$  blattappliziert wurden, zeigen, dass die Pflanzen ohne  $MgSO_4$ -Blattapplikation weder unter einem Mg- noch unter einem S-Mangel litten (Abb. 2), obgleich eine zusätzliche Gabe an Mg und S über das Blatt die Blattbiomasse erhöhte. Die Konzentrationen an Kalium (K) und Kalzium (Ca) in der Blattockentmasse verringerten sich leicht infolge der  $MgSO_4$ -Gabe (Abb. 2b und 2c). Dies könnte an einem Verdünnungseffekt durch das induzierte Blattwachstum liegen.



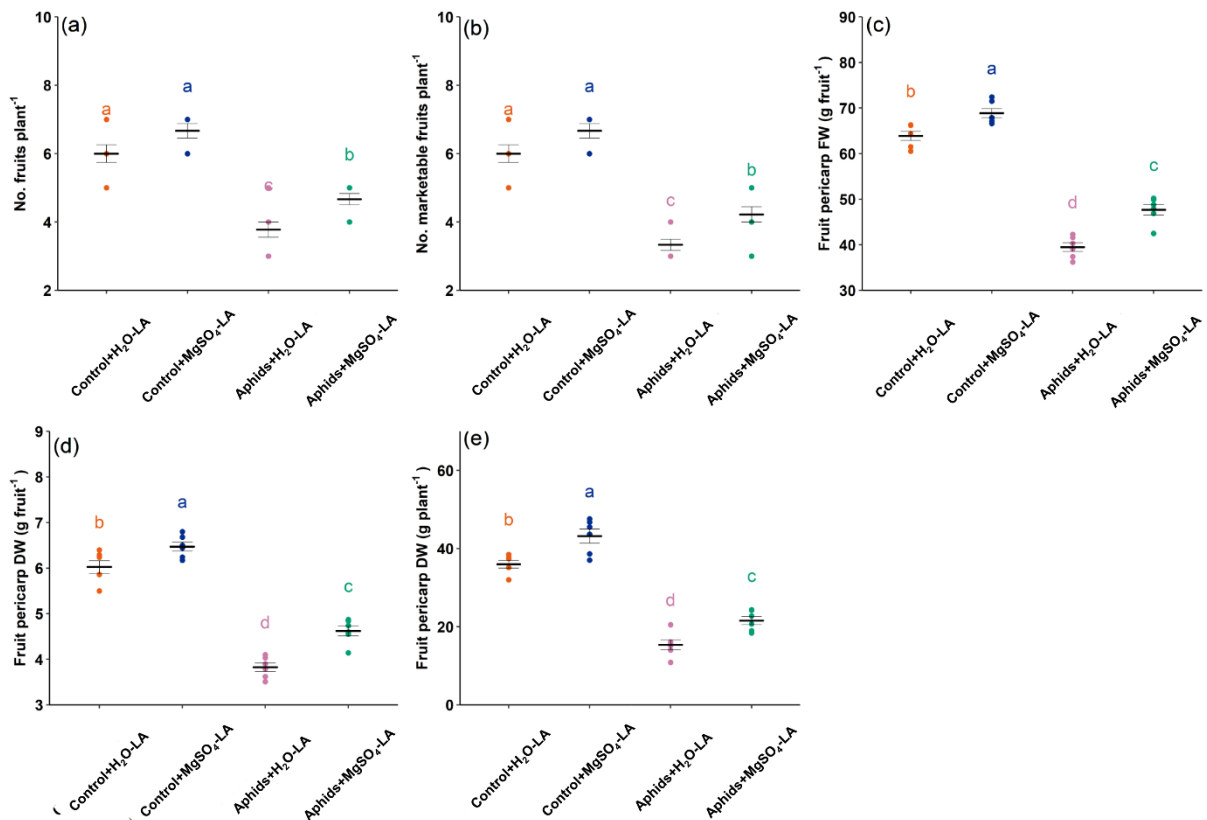
**Abbildung 1. Einfluss des Blattlausbefalls und der  $MgSO_4$ -Blattapplikation auf die Blattockengewichte pro Pflanze (a) und die Anzahl der Blätter pro Pflanze (b).** DM, Trockengewicht; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit  $MgSO_4$  besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).



**Abbildung 2.** Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration von Magnesium (a), Kalium (b), Kalzium (c) und Schwefel (d) in der Blatttrockenmasse. DM, Trockengewicht; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

### MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation erhöht die Anzahl der Paprikafrüchte unter Blattlausbefall

Bemerkenswerterweise führte die Applikation von MgSO<sub>4</sub> auch zu einer Erhöhung der Anzahl der Paprikafrüchte, wenn die Pflanzen unter Blattlausbefall litten (Abb 3a). Dies galt auch für die Anzahl vermarktbarer Früchte, also solche Früchte, die keine durch Blattlausbefall bedingten optischen Makel hatten (Abb. 3b). Zieht man vom Frischgewicht die Kerne, den Stiel und weitere nicht verzehrbare Teile ab, erhöhte sich das Frisch- sowie Trockengewicht infolge der Blattapplikation sogar auch bei Früchten die nicht unter Blattlausbefall litten (Abb. 3c und 3d). Dies war auch in Bezug die Gesamtanzahl der Früchte pro Pflanze zutreffend (Abb. 3e).



**Abbildung 3.** Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Anzahl der Früchte pro Pflanze (a), Anzahl der vermarktaren Früchte pro Pflanze (b), Menge des Fruchtfleisches pro Frucht als Frischmasse (c) Menge des Fruchtfleisches pro Frucht als Trockenmasse (d) und der Menge des Fruchtfleisches pro Pflanze als Trockenmasse (e). DM, Trockengewicht; FW, Frischmasse; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

### Verbessert die MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation den Transport von Zuckern aus den Blättern in die Früchte?

Wie lässt sich dieser ertragssteigernde Effekt generell erklären? Unsere weiteren Daten implizieren, dass die Ertragssteigerung an einem verbesserten Transport von Zuckern aus den Blättern (Sourceorgane) in die Früchte (Sinkorgane) liegen könnte. In seiner Funktion als Leitgewebe ist das Phloem maßgeblich für den Transport von Zuckern aus den Blättern in die Früchte. Mg ist an der Beladung der Kohlenhydrate in das Phloem beteiligt. Das Enzym ATPase erzeugt einen Protonengradienten, der die Beladung des Phloems mit Zuckern oder aber auch organischen Säuren energetisch erleichtert. Dazu benötigt das Enzym Mg-ATP als Substrat. Das zusätzliche Angebot an Mg über die Blattapplikation könnte daher für diesen Prozess der Phloembeladung förderlich sein. Appliziert man MgSO<sub>4</sub> auf Blätter von Pflanzen, die nicht unter Blattlausbefall leiden, sinken die Konzentrationen der Zucker Glukose, Fruktose und Saccharose in den Blättern (Abb. 4). Dies liegt vermutlich daran, dass das zusätzliche Mg die Beladung dieser Kohlenhydrate in das Phloem erleichtert, also für den Abtransport zum Sinkorgan förderlich ist. Für die organischen Säuren Zitronensäure, Äpfelsäure und Chinasäure ergibt sich das gleiche Muster (Abb. 5). Die sinkenden Werte an Kohlenhydraten und organischen Säuren in den Blättern deuten auf einen gesteigerten Abtransport über das Phloem

in die Früchte hin, was den ertragssteigernde Effekt erklären könnte. Interessanterweise bewirkt eine Applikation von  $MgSO_4$  auf mit Blattläusen befallene Blätter keinen weiteren signifikanten Abfall der drei Kohlenhydrate (Abb. 4) sowie der drei organischen Säuren (Abb. 5) in den Trockenmassen der Blätter. Dies könnte daran liegen, dass die Blattläuse als Phloemsaugende Insekten zwecks parasitärer Ernährung bereits große Mengen Zucker (Abb. 4) und organische Säuren (Abb. 5) aus dem Phloem entnommen haben und so bereits ein deutliches Absinken der Konzentration verursacht haben. Dieser Verlust an Kohlenhydraten infolge des Blattlausbefalls könnte auch eine Ursache für die in Abbildung 1 und 3 gezeigten Rückgänge in der Blatt- und Fruchtbiomasse sein: Es fehlen Gerüstsubstanzen und Energieäquivalente für den Aufbau von Biomasse. Beide Funktionen werden durch Kohlenhydrate erfüllt.

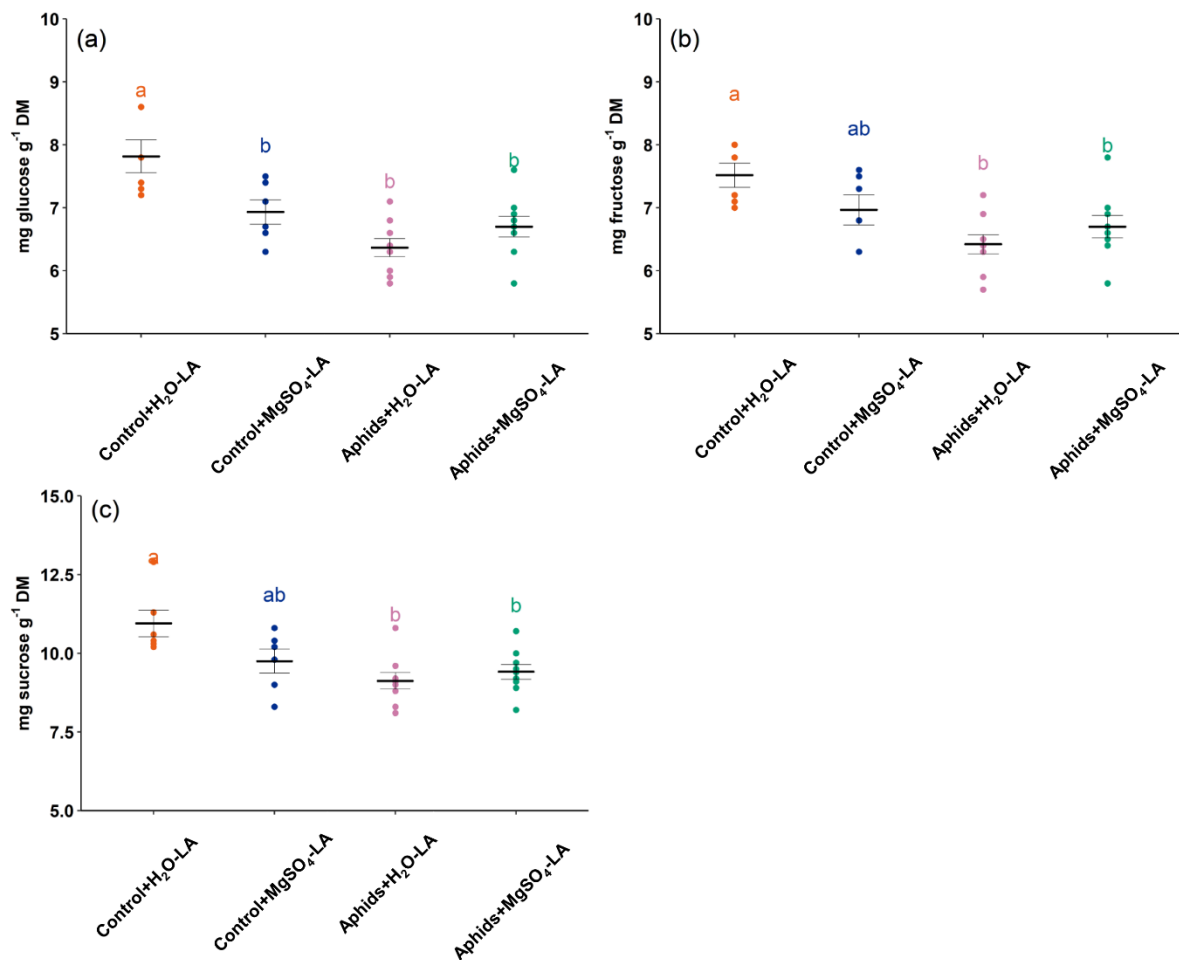


Abbildung 4. Einfluss des Blattlausbefalls und der  $MgSO_4$ -Blattapplikation auf die Konzentration an Glukose in der Blattockenmasse (a), Konzentration an Fruktose in der Blattockenmasse (b), Konzentration an Saccharose in der Blattockenmasse (c). DM, Trockengewicht; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit  $MgSO_4$  besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht ( $H_2O$ -LA).

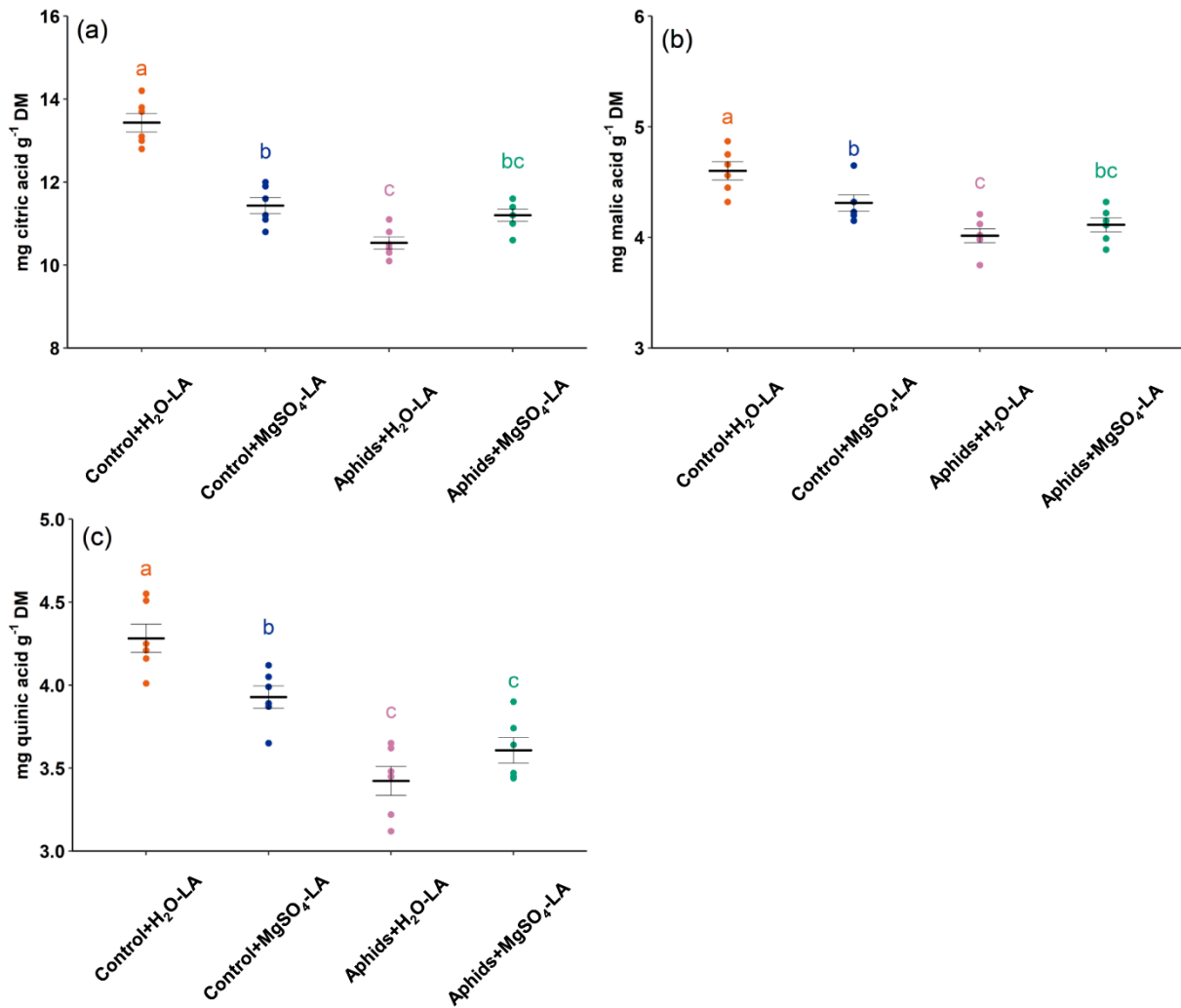


Abbildung 5. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Zitronensäure in der Blattockengewebe (a), Konzentration an Äpfelsäure in der Blattockengewebe (b), Konzentration an Chinasäure in der Blattockengewebe (c). DM, Trockengewicht; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

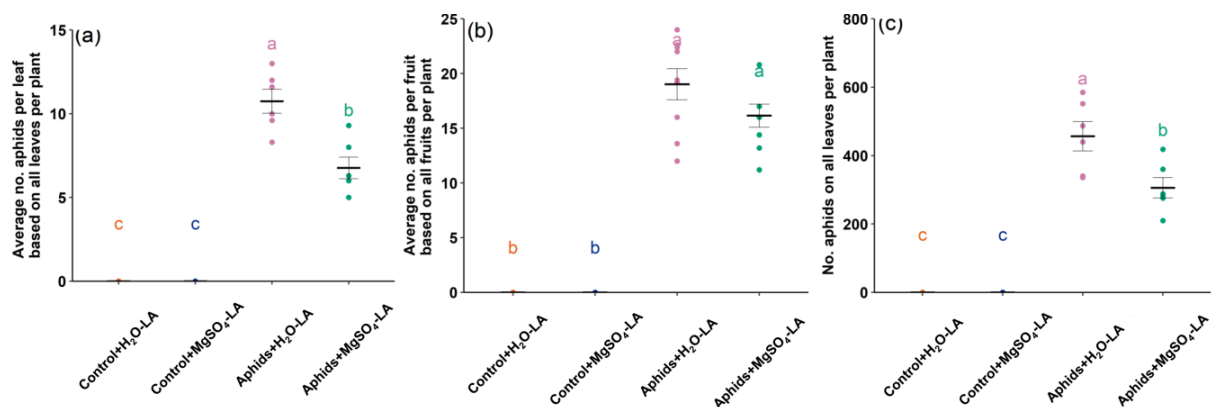


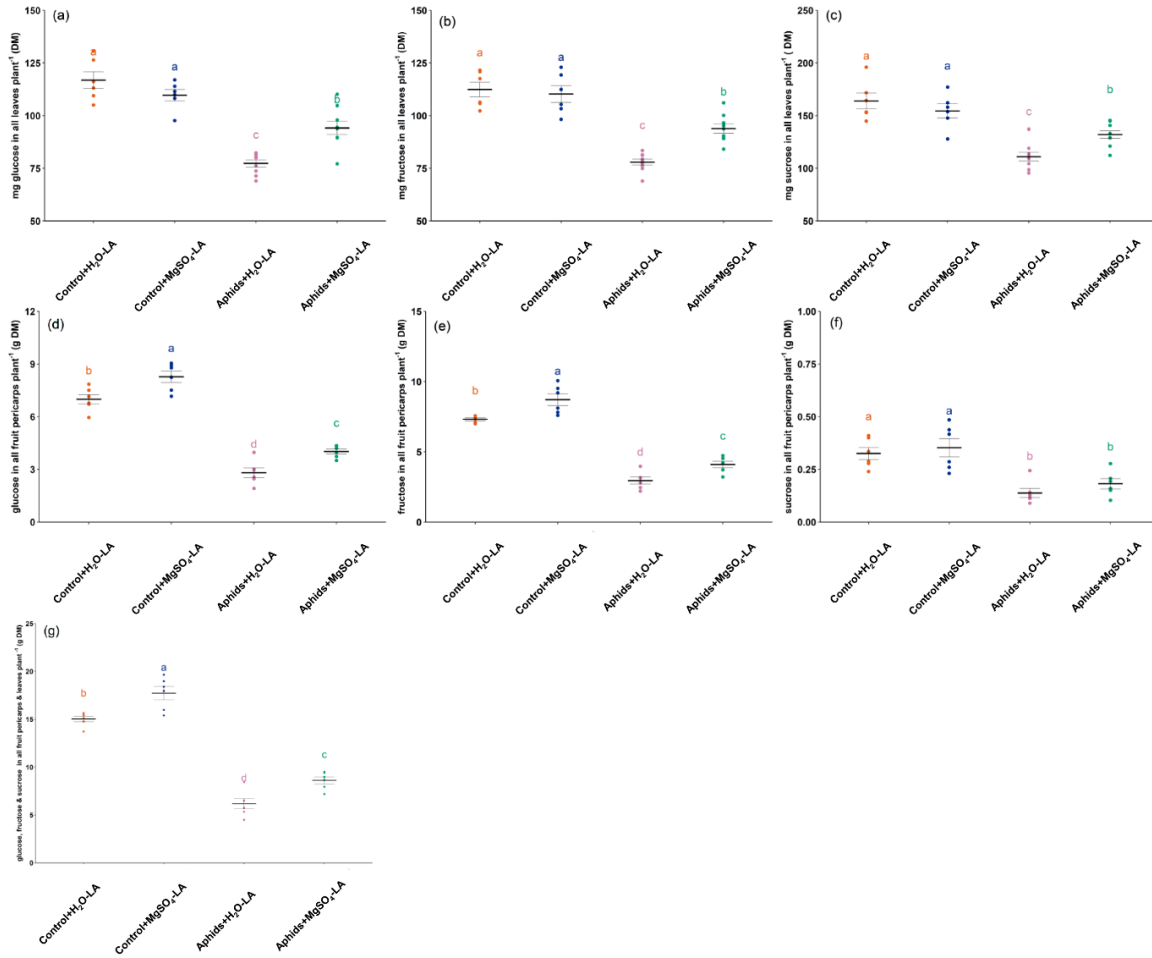
Abbildung 6. Einfluss der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die durchschnittliche Anzahl an Blattläusen pro Blatt auf einer Pflanze (a), durchschnittliche Anzahl an Blattläusen pro Frucht auf einer Pflanze, Anzahl an Blattläusen auf allen Blättern einer Pflanze. LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

### Verschlechtert die MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation die Ernährungssituation der Blattläuse?

Warum aber steigen die Erträge, wenn befallene Pflanzen eine MgSO<sub>4</sub>-Anwendung bekommen? Die Biomassedaten der Früchte in Abbildung 3 zeigen, dass sich infolge der MgSO<sub>4</sub>-Applikation das Gewicht des verzehrbaren Fruchtfleisches pro Pflanze erhöht; unabhängig vom Blattlausbefall (Abb. 3 d und 3e). Dies bedeutet, dass durch das Phloem mehr Kohlenhydrate aus den Blättern in die Früchte zwecks Biomasseaufbau verlagert worden sind. Genau diese erhöhte Sink-Stärke kann erklären, warum eine MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation einem Blattlausbefall entgegenwirkt: Es könnte sein, dass den Parasiten weniger Kohlenhydrate und organische Säuren zur Verfügung stehen, da durch das Mehrangebot an Magnesium mehr dieser Metabolite vom Blatt (dort saugen die Blattläuse) in die Früchte verlagert wurden. Diese wachsen stärker, was wiederum die Entladungsrate dieser Metabolite aus dem Phloem in die Frucht erhöht. Kurzum: die Sinkstärke erhöht sich, wodurch die Läuse eine (physiologische) Konkurrenz bekommen. Dies könnte erklären, warum die MgSO<sub>4</sub>-Applikation zu einem deutlichen Rückgang des Blattlausbefalls führt (Abb. 6). Die Messungen der Kohlenhydratgehalte in den Blättern und Früchten bestärken diese Annahme: Der Gehalt an Glukose, Fruktose und Saccharose in den Früchten der befallenen Pflanzen steigt infolge der Blattapplikation an (Abb. 7d, 7e und 7f). Obwohl die Zuckerkonzentrationen in Bezug auf das Einzelblatt sich infolge der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation unter Blattlausbefall nicht ändern (Abb. 4), kommt es in Bezug auf die insgesamt in den Blättern enthaltene Zucker (inklusive derer aus abgeworfenen Blättern) zu einem Anstieg (Abb. 7a, 7b und 7c). Dies zeigt, dass die Gesamtfotosyntheseleistung sich unter Blattlausbefall durch die MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation erholt und mehr Fotoassimilate in die Frucht gelangen. Eine klare Erklärung für die gesteigerte Ernte (Abb. 3).

Für die Steigerung der Sinkstärke durch eine MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation sprechen auch die Messungen in den nicht von Blattläusen befallenen Kontrollpflanzen. Der Gesamtgehalt an Zuckern in Blättern und Früchten steigt an (Abb. 7g), was eine Steigerung der Gesamtpflanzenfotosyntheseleistung bestätigt. Dies führte aber bei den nicht von Blattläusen befallenen Kontrollpflanzen zu keiner erhöhten Konzentration der Zucker (Abb. 8) oder organischen Säuren (Abb. 9) im Blattphloem. Dies spricht für eine zügige Entladung der Zucker aus dem Phloem in die Früchte.

Der Befall der Blätter mit Blattläusen verringerte die Konzentration des Transportzuckers Saccharose im Blattphloem (Abb. 8c). Hier erkennt man sicherlich die Entnahme dieser Nahrungsquelle durch den Parasiten. Der mit der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation einhergehende Rückgang der Blattlauszahl (Abb. 6a und 6c) führte aber nicht zu einem Anstieg der Saccharosekonzentration im Phloem (Abb. 8c). Dies kann man sicherlich auf die erhöhte Sinkstärke durch die Früchte (mehr Fruchtfleisch und mehr Früchte) zurückführen (Abb. 3). Andere Substanzen im Phloem, nämlich die allesamt viel geringer konzentrierten Metabolite Glukose, Fruktose, Zitronensäure, Äpfelsäure und Chinasäure, zeigten unter Blattlausbefall keinen Effekt durch die Blattapplikation. Signifikante Effekte wurden allerdings in Bezug auf die Ionenkonzentrationen detektiert. Die Konzentrationen an Mg und S stiegen infolge der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation wie erwartet unabhängig vom Blattlausbefall an (Abb. 10).



**Abbildung 7.** Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Glukose in allen Blättern einer Pflanze (a), die Konzentration an Fruktose in allen Blättern einer Pflanze (b), die Konzentration an Saccharose in allen Blättern einer Pflanze (c), die Konzentration an Glukose im gesamten Fruchtfleisch einer Pflanze (d), die Konzentration an Fruktose im gesamten Fruchtfleisch einer Pflanze (e), die Konzentration an Saccharose im gesamten Fruchtfleisch einer Pflanze (f) und die akkumulierte Konzentration an Glukose, Fruktose und Saccharose in allen Blättern plus im gesamten Fruchtfleisch einer Pflanze (g). DM, Trockengewicht; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).



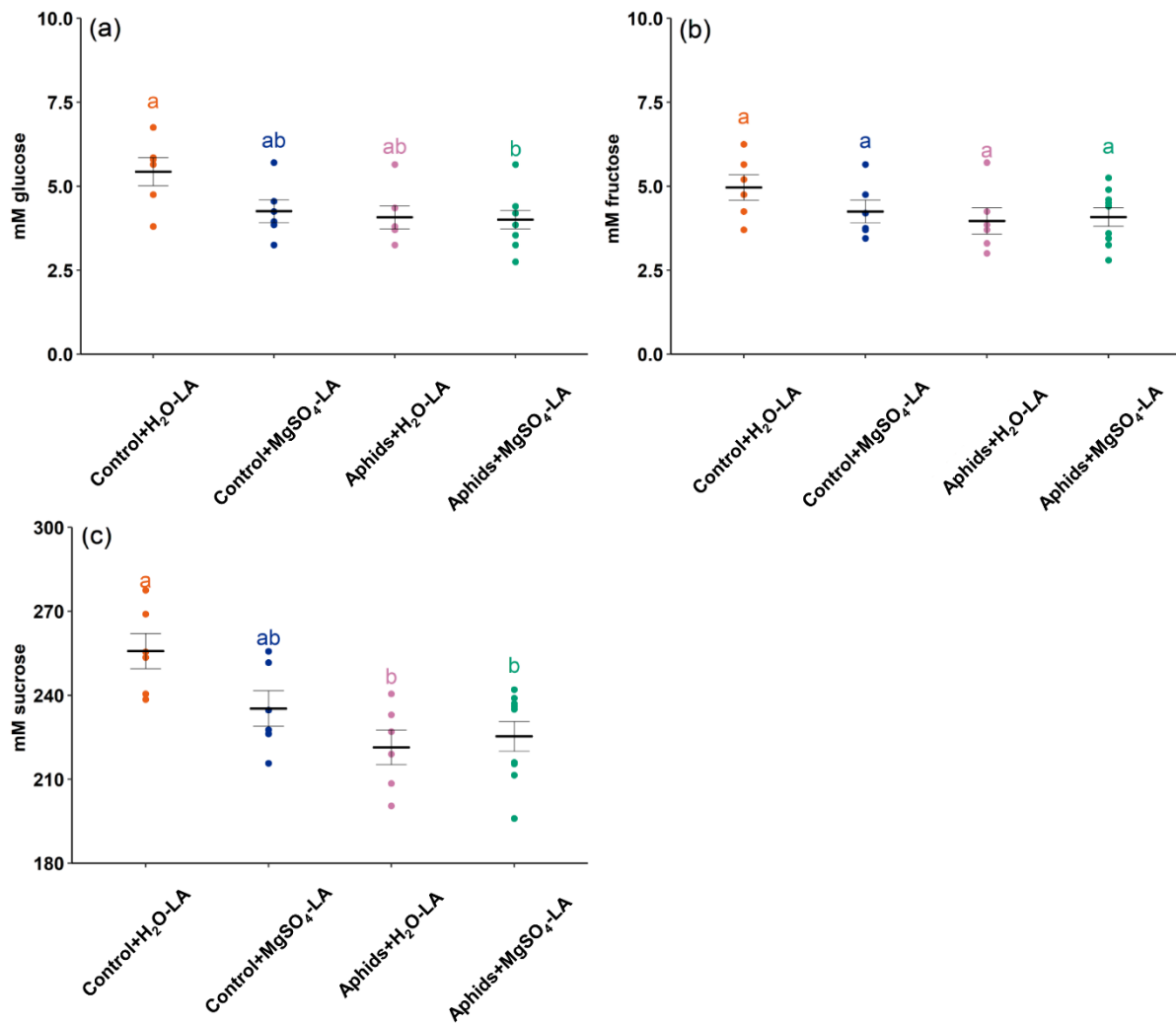


Abbildung 8. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Glukose im Blattphloem (a), Konzentration an Fruktose im Blattphloem (b), Konzentration an Saccharose im Blattphloem (c). LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

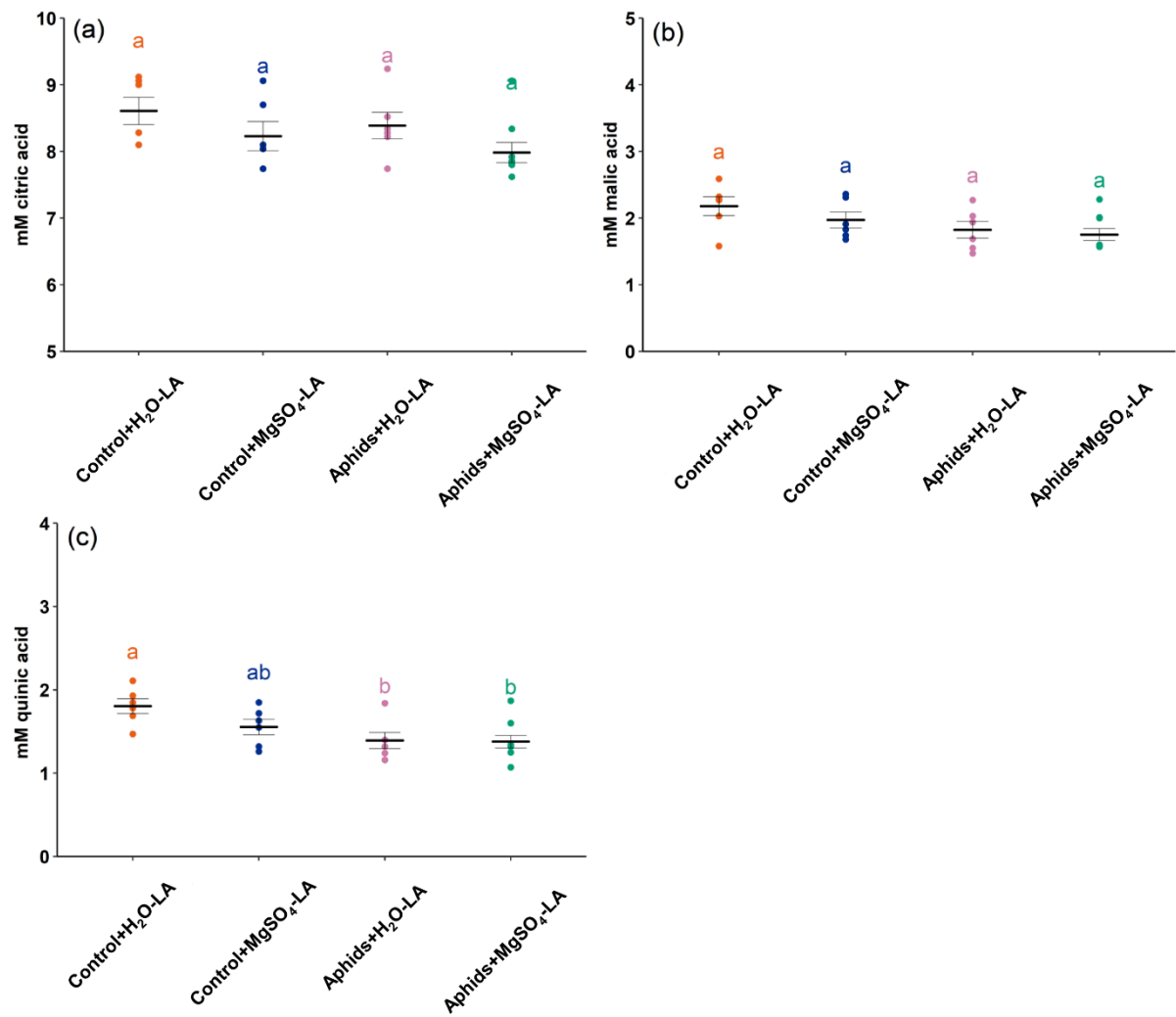
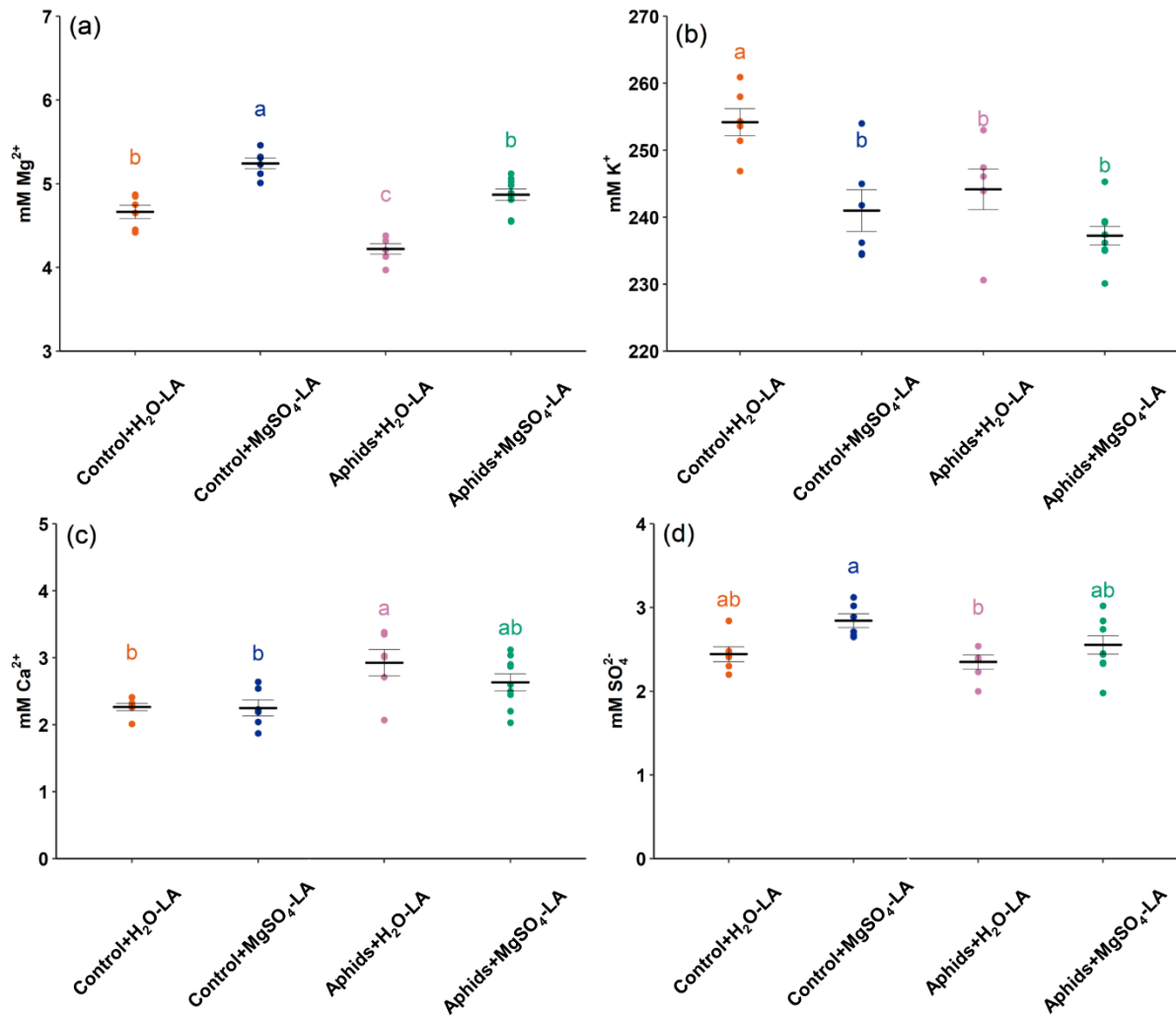


Abbildung 9. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Zitronensäure im Blattphloem (a), Konzentration an Äpfelsäure im Blattphloem (b), Konzentration an Chinasäure im Blattphloem (c). LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).



**Abbildung 10.** Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Magnesium im Blattphloem (a), Konzentration an Kalium im Blattphloem (b), Konzentration an Kalzium im Blattphloem (c) und die Konzentration an Schwefel im Blattphloem (d). LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).

### Eine MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation erzeugt deutlich bessere Fruchtqualitäten bei Blattlausbefall

Hinsichtlich der Fruchtqualität lässt sich sagen, dass der Blattlausbefall die Konzentrationen an Mg, Kalium und S im Fruchtfleisch absenkt, was sicherlich darauf zurückzuführen ist, dass diese Ionen zwecks parasitischer Ernährung durch die Blattlaus dem Phloem entnommen werden (Abb. 11). Durch eine MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation können zumindest die Konzentrationen von Mg und S in der Frucht wieder erhöht werden. Dies ist positiv, da diese Ionen von nutritivem Wert für den Konsumenten sind. Die Konzentrationen an Zuckern (Abb. 12) und organischen Säuren (Abb. 13) im Fruchtfleisch bleiben unverändert. Hier scheinen die Zellen des Fruchtfleischgewebes eine sehr strikte Homöostase einzuhalten. Dieses analytische Ergebnis wurde durch eine sensorische Verkostung bestätigt. Die Früchte schmeckten nicht süßer oder saurer. Allerdings bewirkte eine MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation bei befallenen Pflanzen, dass die Farbe homogener wurde und die Gesamtqualität der Früchte zunahm (Abb. 13). Das

lag daran, dass auf den Früchten weniger Blattlausnarben waren, da die Früchte weniger stark befallen waren (Abb. 6b).

## Zusammenfassung

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass eine  $\text{MgSO}_4$ -Blattapplikation den Befallsdruck von Blattläusen auf Paprikablättern und -früchten reduziert. Da *in vitro* Versuche zeigten, dass eine Sprühapplikation von  $\text{MgSO}_4$  die Blattlauspopulation nicht reduziert (Daten nicht gezeigt), müssen hier physiologische Effekte zum Tragen kommen. Die steigenden Erträge und Qualitäten sind vermutlich auf einen Magnesiumeffekt zurückzuführen, der den Transport von Zuckern vom Blatt durch das Phloem in die Frucht erleichtert. Wir vermuten, dass die Früchte stärker wachsen, wodurch sich die Sinkstärke erhöht, weswegen mehr Zucker aus den Blättern in das Phloem verlagert werden und von dort in die Früchte gelangen. Vermutlich verändert sich die Konkurrenzsituation zwischen Früchten und Blattläusen zugunsten der Früchte.

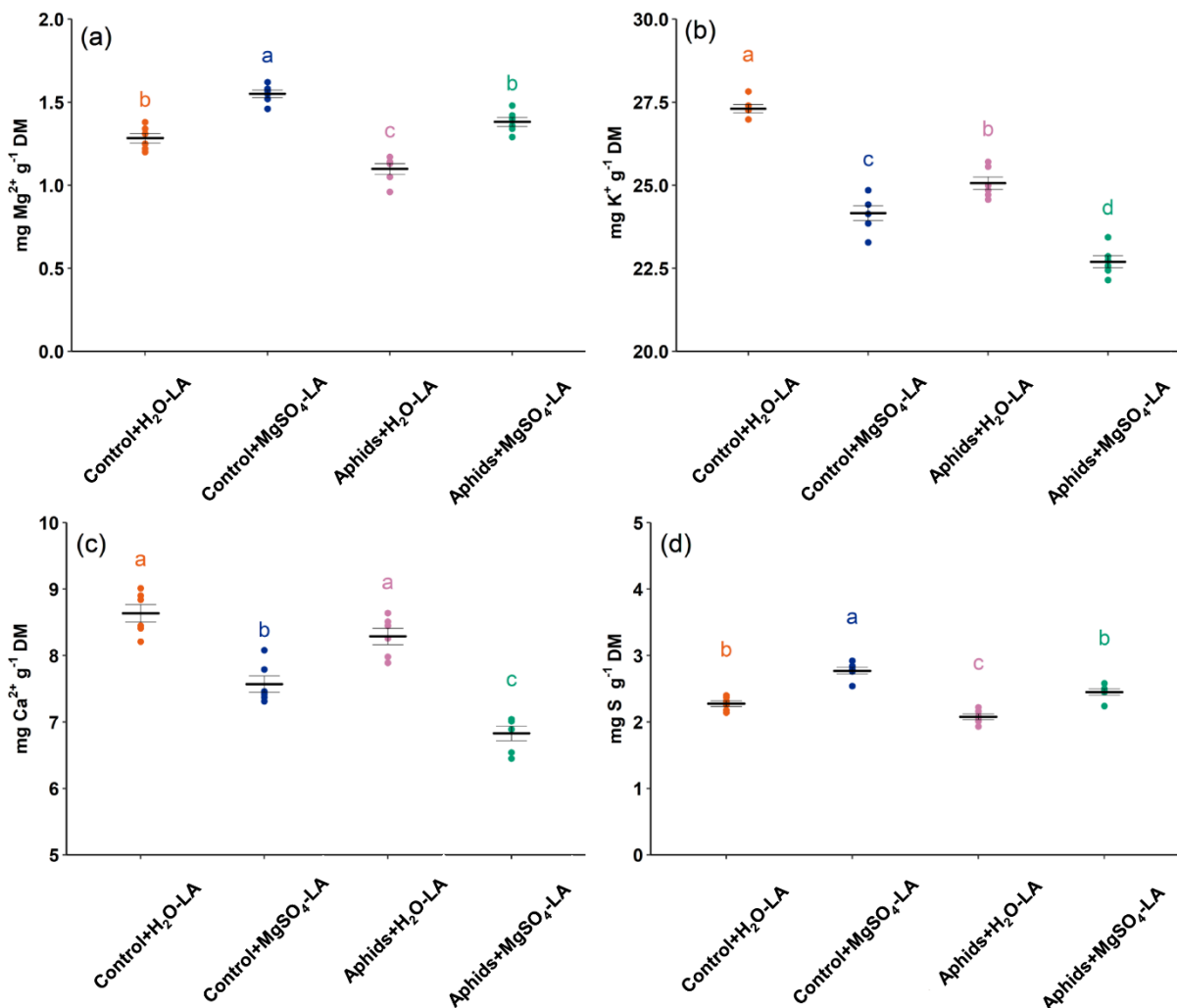
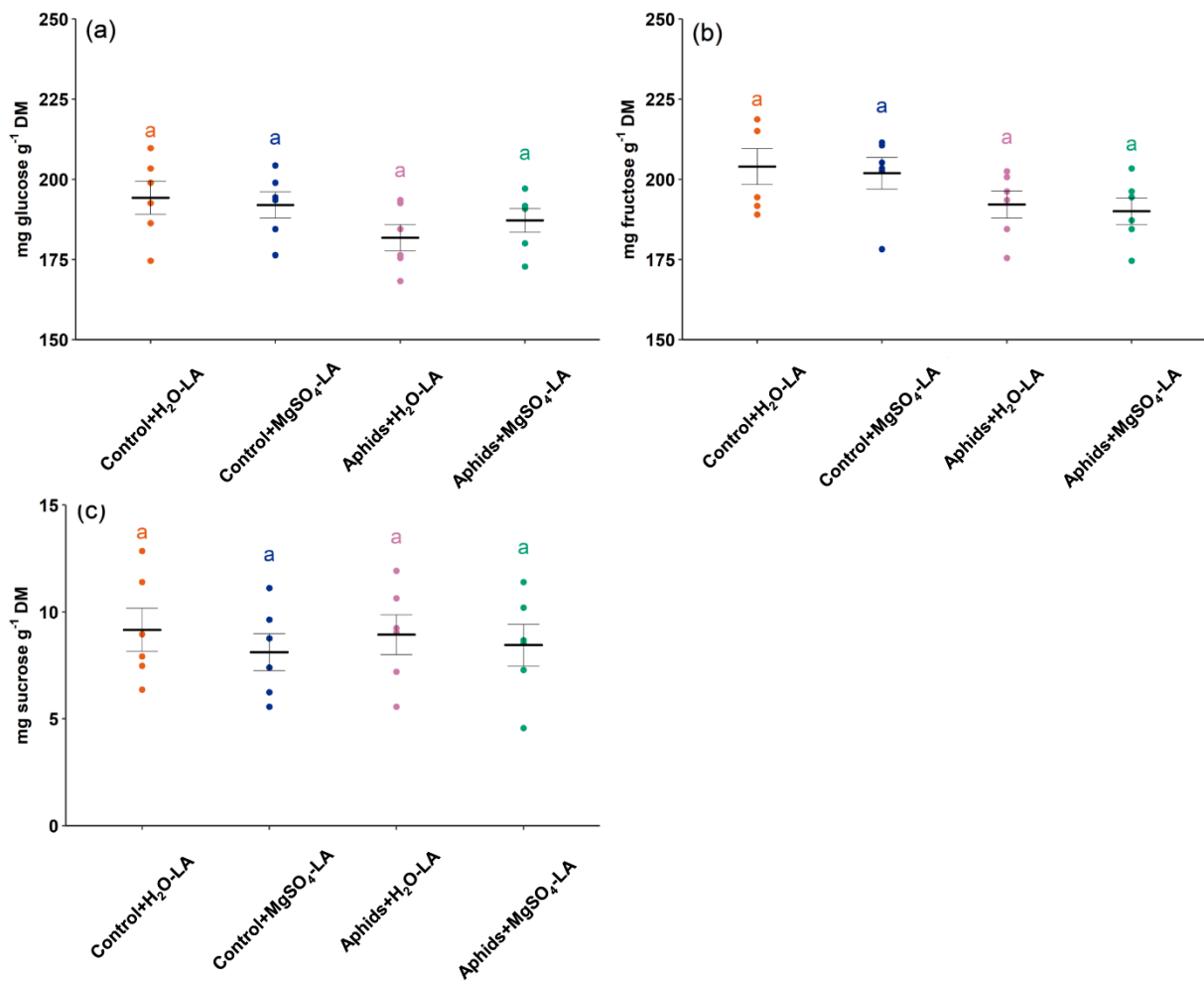
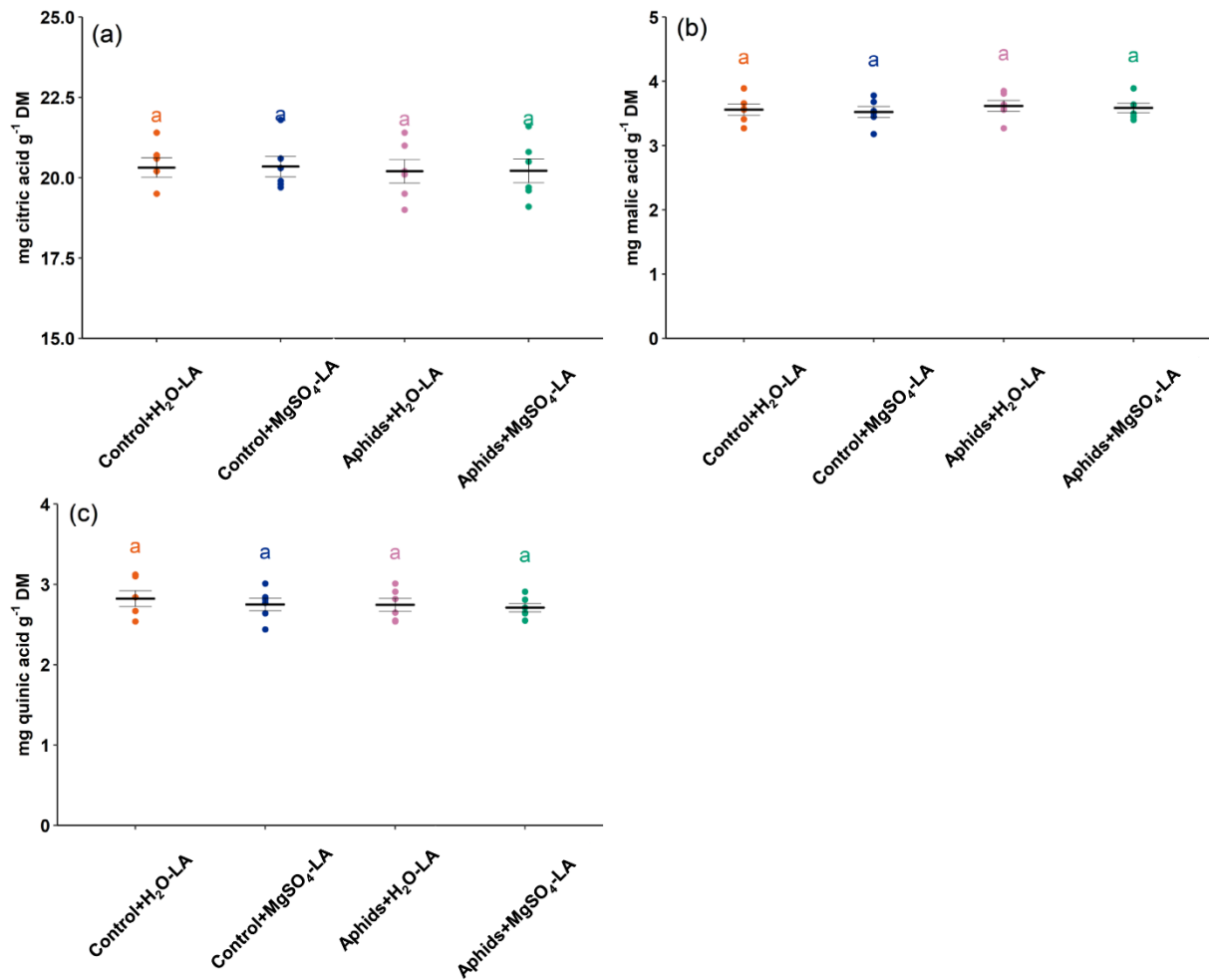


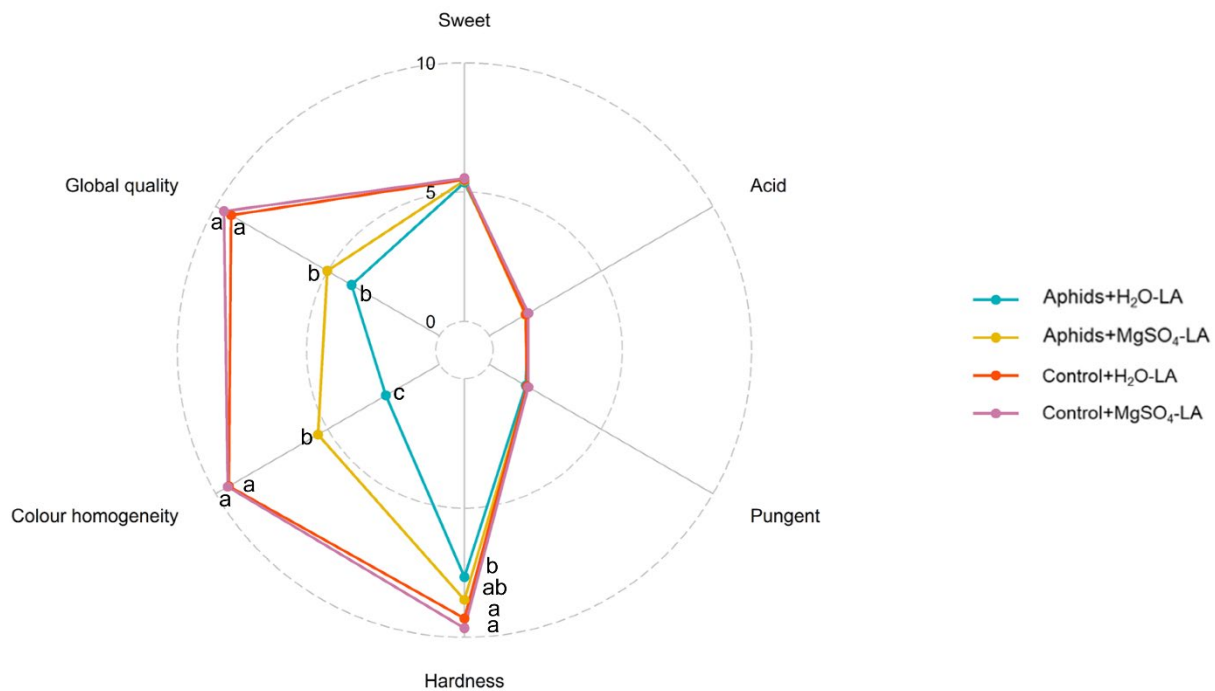
Abbildung 11. Einfluss des Blattlausbefalls und der  $\text{MgSO}_4$ -Blattapplikation auf die Konzentration an Magnesium in der Fruchttrockenmasse (a), Konzentration an Kalium in der Fruchttrockenmasse (b), Konzentration an Kalzium in der Fruchttrockenmasse (c) und die Konzentration an Schwefel in der Fruchttrockenmasse (d). DM, Trockenmasse; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit  $\text{MgSO}_4$  besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht ( $\text{H}_2\text{O-LA}$ ).



**Abbildung 12. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Glukose in der Fruchttrockenmasse (a), Konzentration an Fruktose in der Fruchttrockenmasse (b), Konzentration an Saccharose in der Fruchttrockenmasse (c). DM, Trockenmasse; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).**



**Abbildung 13. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf die Konzentration an Zitronensäure in der Fruchttrockenmasse (a), Konzentration an Äpfelsäure in der Fruchttrockenmasse (b), Konzentration an Chinasäure in der Fruchttrockenmasse (c). DM, Trockenmasse; LA, Blattapplikation; Aphids, Blattläuse. Pflanzen, die nicht mit MgSO<sub>4</sub> besprüht wurden, wurden mit Wasser besprüht (H<sub>2</sub>O-LA).**



**Abbildung 14. Einfluss des Blattlausbefalls und der MgSO<sub>4</sub>-Blattapplikation auf den Geschmack der Früchte, analysiert durch ein sensorisches Panel.** Sweet; Süße; Acid, Säure; Pungent, Schärfe, Hardness, Härte; Colour homogeneity, Farbhomogenität; Global quality, Gesamtqualität.

## Ausblick

Die Maßnahme wurde in einem Produktionsgewächshaus des Venlo-Types durchgeführt. Die Fruchterträge sind in Bezug auf die Sprossbiomasse konkurrenzfähig. Da die blattlausmindernden Effekte vermutlich auf einem physiologischen Mechanismus beruhen, der in sämtlichen Nutzpflanzen abläuft, könnte diese Maßnahme auch bei anderen Kulturen (Gurke, Tomate, etc.) hilfreich sein, um Blattläuse ohne / mit weniger Pflanzenschutzmittel zu kontrollieren. Auch in der Feldproduktion könnte dies eingesetzt werden.

## Veröffentlichungen

Die Ergebnisse des Projektes sollen bis Januar 2022 zur Publikation in einem begutachteten englischsprachigen Journal eingereicht werden. Ferner soll auf der kommenden Tagung der Deutschen Gesellschaft für Pflanzenernährung an der TUM ein Poster präsentiert werden.

## Quellen

- [1] LEL Schwäbisch Gmünd (2019) Broschüre Gemüse. URL: [www.km-bw.de > get > documents > MLR.LEL > lel > Abteilung\\_4](http://www.km-bw.de/get/documents/MLR.LEL%20lel/Abteilung_4). Aufgerufen am 30.03.20.
- [2] CVUA (2019) Neonicotinoide sind in aller Munde, auch auf allen Tellern? in this sense, prof. Mantilla-Contreras will provide support in the proper selection of German populations. [https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema\\_ID=5&ID=2891&lang=DE&Pdf=No](https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema_ID=5&ID=2891&lang=DE&Pdf=No). Aufgerufen am 01.04.20.