

Projekt zur ungenügenden Backqualität bei Verarbeitungskartoffeln - Ergebnisse der ersten beiden Projektjahre

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Ernteproben, der Sortenversuche und des Monitorings aus den Jahren 2024 und 2025 bestätigen, dass das Bakterium *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* die Hauptursache für ungenügende Backqualität bei Verarbeitungskartoffeln in der Schweiz ist. Stolbur wurde nur sehr selten nachgewiesen und spielt derzeit keine Rolle. *Verticillium* zeigte keinen Zusammenhang mit den beobachteten Symptomen und hatte auch keine verstärkende Wirkung auf die Qualitätsprobleme im Zusammenspiel mit einer *Arsenophonus*-Infektion.

Die Problematik konzentriert sich weiterhin vor allem auf den westlichen Teil der Schweiz und tritt in Regionen mit hohem Anteil an Zuckerrüben, Kartoffeln und Gemüse auf. Vermehrte Nachweise in der Ostschweiz weisen jedoch auf ein bestehendes Ausbreitungspotenzial hin. Insgesamt waren Infektionsraten und Qualitätsprobleme im zweiten Projektjahr aber geringer, was auf den Jahreseffekt hindeutet – vermutlich bedingt durch günstige Witterungsbedingungen und damit einer fortgeschrittenen Entwicklung der Kulturen zu Beginn des Zikadenflugs.

Neben dem Befallsdruck spielen die Sortenwahl und die Fruchtfolge eine zentrale Rolle: Sorten unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit, und die Fruchtfolge Zuckerrüben mit nachfolgendem Wintergetreide fördert eine hohe Zikadenpopulation. Im weiteren Projektverlauf liegt der Fokus daher verstärkt auf präventiven Massnahmen wie der Fruchtfolge, Sortenprüfung sowie auf der Weiterentwicklung von Bekämpfungsstrategien.

1. Ausgangslage

Seit einigen Jahren werden im Handel bei der Annahme von Verarbeitungskartoffeln zunehmend ungenügende Backtests beobachtet. Beim Frittieren der Kartoffeln treten Verbräunungen der Gefässbündel auf. Betroffene Posten können nur eingeschränkt oder gar nicht zu Pommes-frites oder Chips verarbeitet werden. Diese Qualitätsmängel haben sehr grosse negative wirtschaftliche Auswirkungen für die gesamte Branche von der Produktion, über den Handel bis zur Verarbeitung. Besonders gross waren die Einbussen in den Jahren 2022 und 2023. Als mögliche Ursachen zählen die Schaderreger *Candidatus Arsenophonus Phytopathogenicus*, das Phytoplasma Stolbur (*Candidatus Phytoplasma solani*) oder der Pilz *Verticillium dahliae*. Zudem könnte auch witterungsbedingter Stress (Hitze, Trockenheit) eine Rolle spielen. *Arsenophonus* verursacht bei Zuckerrüben das Syndrome Basses Richesses (SBR) und wurde in Deutschland 2022 erstmals auch in Kartoffeln nachgewiesen. Auch Stolbur wird in gewissen Regionen in Deutschland häufig in Kartoffeln und/oder Zuckerrüben gefunden. Beide Schaderreger können einzeln oder als Doppelinfection zu verschiedenen Symptomen (zum Beispiel Welkesymptome, Luftknollen oder Gummirüben/ Gummiknollen) und insgesamt zu erheblichen Ernteeinbussen führen. Die Bakterien werden hauptsächlich durch ein kleines Insekt aus der Familie der Zikaden (*Pentastiridus Leporinus*, Schilf-Glasflügelzikade) übertragen.

In einem gemeinsamen Projekt in Zusammenarbeit mit der gesamten Kartoffelbranche erforschen die BFH-HAFL und Agroscope die Ursachen der beobachteten Qualitätsmängel und suchen nach Lösungen, welche gemeinsam mit der Branche umgesetzt werden sollen. Das Projekt (2024-2027) wird vom Bundesamt für Landwirtschaft und der Kartoffelbranche finanziert.

2. Ergebnisse Arbeitspaket 1 (BFH-HAFL und Bioreba)

Autoren:

Stefan Vogel, Martin Häberli, Michaela Freihart, Fabio Mascher, Andreas Keiser (BFH-HAFL)

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Arbeitspaket bearbeitet:

- Wie ist die regionale Verbreitung der ungenügenden Backtests (Häufigkeit, Ausprägung, Sorten- und Standortabhängigkeit)?
- Was sind die Ursachen für die zunehmenden Qualitätsmängel bei den Verarbeitungskartoffeln in der Schweiz (*Verticillium*, *Arsenophonus*, Stolbur, klimatische Stressfaktoren oder eine Kombination)?
- Welche Standort- und Anbaubedingungen fördern den Befall?

2.1 Ernteproben 2024 und 2025

Wie im Vorjahr wurde im Herbst 2025 in Zusammenarbeit mit der Branche eine zufällige Probenahme von Kartoffeln bei der Kartoffelannahme über das gesamte schweizerische Anbauggebiet hinweg durchgeführt. Die Verteilung der Proben pro Region erfolgte in beiden Jahren proportional zur regionalen Anbaudichte.

Dank der engen Zusammenarbeit mit den Projektpartnern konnten die Koordinaten aller beprobten Posten erfasst werden. Zusätzlich stehen räumliche Daten zu Kartoffel-, Zuckerrüben- und Gemüseparzellen sowie Standortfaktoren (z. B. Temperatur, Niederschlag) zur Verfügung. Auf dieser Grundlage sollen nach Abschluss der Probenahmen im Herbst 2026 Auswertungen zu den wichtigsten Einflussfaktoren auf das Auftreten ungenügender Backqualität durchgeführt werden.

In der Saison 2024 ($n = 142$) wurde *Arsenophonus* in 47 % der Proben nachgewiesen, während 19 % eine ungenügende Backqualität aufwiesen. Positive Befunde traten vorwiegend im westlichen Anbauggebiet bis in die Region Niederbipp auf. Stolbur wurde in 2,9 % der Proben detektiert (Abb. 1).

In der Saison 2025 ($n = 142$) lag die Nachweisrate von *Arsenophonus* bei 18 %, und 12 % der Proben zeigten eine ungenügende Backqualität. Die infizierten Posten konzentrierten sich erneut auf den westlichen Teil des Anbaugbietes und korrelierten räumlich mit der Verbreitung von SBR in Zuckerrüben. Stolbur wurde nur in einer Probe nachgewiesen (Abb. 2).

Zu beachten ist, dass Backtestresultate und PCR-Analysen nicht auf identischen Einzelproben, sondern auf Proben desselben Postens basieren. Ein direkter Zusammenhang kann daher mittels dieser Proben nicht abgeleitet werden. Im letzten Projektjahr 2026 soll dies anhand der Proben der Branche präziser untersucht werden.

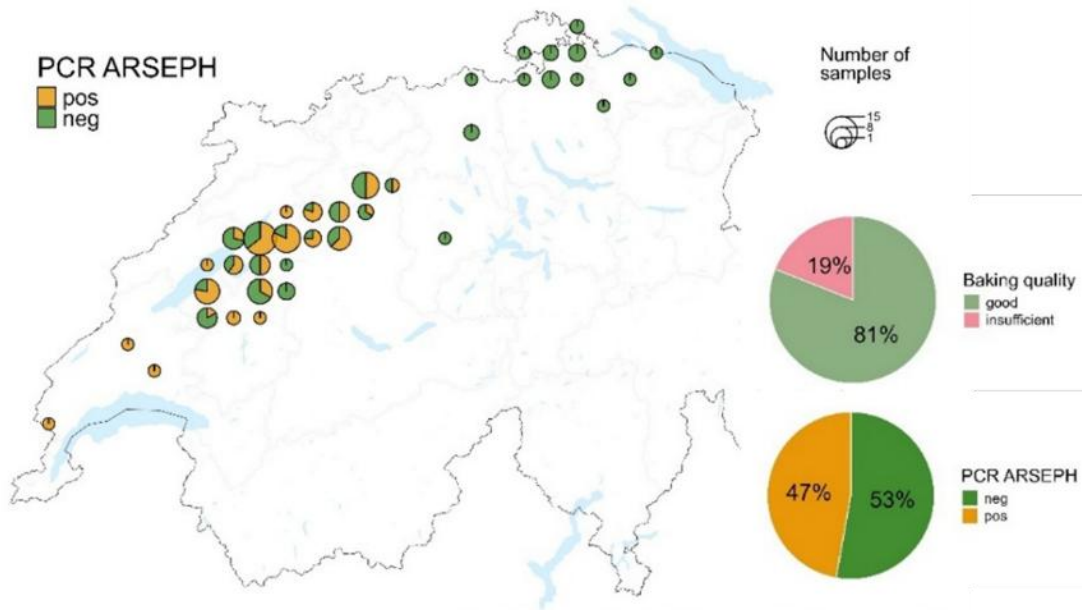


Abbildung 1: Regionale Verteilung der Kartoffel-Ernteproben (n = 142) aus der Saison 2024 mit Anteilen (%) von Proben mit positivem *Arsenophonus*-Nachweis sowie Anteilen (%) mit ungenügender Backqualität.

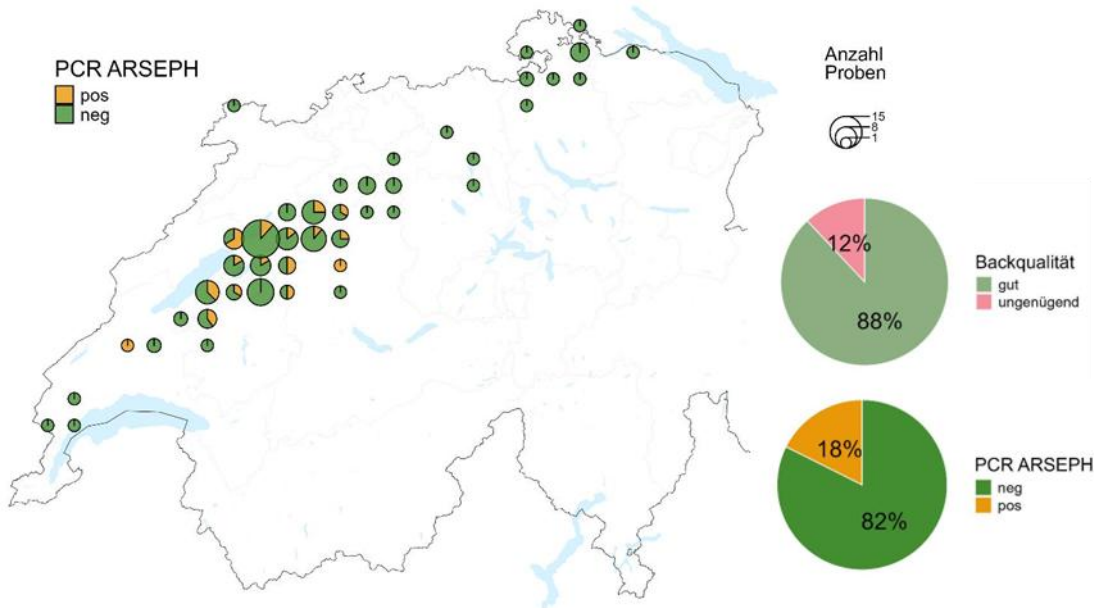


Abbildung 2: Regionale Verteilung der Kartoffel-Ernteproben (n = 142) aus der Saison 2025 mit Anteilen (%) von Proben mit positivem *Arsenophonus*-Nachweis sowie Anteilen (%) mit ungenügender Backqualität.

2.2 Monitoring Zikadenflug 2024 und 2025

Im Jahr 2024 wurde erstmals der Flug des Vektors von *Arsenophonus*, der Schilf-Glasflügelzikade (SGFZ), in Kartoffelbeständen überwacht. Ab Kalenderwoche (KW) 21 wurden an 17 Standorten im schweizerischen Kartoffelanbaugesbiet (von Nuilly (FR) bis Niederbipp (BE) und Dintikon (AG) sowie in der Region Winterthur (ZH)) Klebefallen installiert und regelmässig kontrolliert. Erste Fänge wurden ab der KW 21 im Limpachtal und im Seeland registriert. In der Folge konnten westlich von Niederbipp an allen Standorten Zikaden in Kartoffelfeldern nachgewiesen werden. Die höchsten Fangzahlen traten in Regionen mit hohem Anteil an Zuckerrüben-, Kartoffel- und Gemüseanbau auf (Abb. 3). In den beiden östlichsten Standorten wurden hingegen keine Zikaden festgestellt. Parallel durchgeführte Erhebungen der Schweizerischen Fachstelle für Zuckerrübenanbau (SFZ) zeigten jedoch, dass Zikaden in den östlichen Anbaugesbietern zumindest vereinzelt in Zuckerrüben vorkamen. Analysen von Stichproben der gefangenen Zikaden in der Westschweiz zeigten, dass rund 75 % der untersuchten SGFZ mit *Arsenophonus* infiziert waren, während Stolbur lediglich 1.6% der Zikaden nachgewiesen wurde (n=64).

Im Jahr 2025 wurde das Monitoring ausgeweitet. Die BFH-HAFL überwachte von KW 21 bis KW 30 an 26 Standorten – überwiegend in Kartoffeln, teilweise auch in Zuckerrüben – den Zikadenflug mittels Klebefallen. Erste Fänge traten in KW 22 auf, erneut im Limpachtal und Seeland, womit der Flug rund eine Woche später begann als im Vorjahr. Der Hauptflug erstreckte sich bis KW 28; danach wurden nur noch vereinzelt Zikaden gefangen. In der Westschweiz konnten mit Ausnahme eines Standorts (Wichtrach) überall Zikaden nachgewiesen werden. An zwei Standorten mit hohen Fangzahlen (Etzelkofen und Ruppoldsried, n = 82) wurden sämtliche gefangenen Zikaden der Kalenderwoche 25 einzeln analysiert; dabei lag die *Arsenophonus*-Nachweisrate bei 88%. Zusätzlich wurden von den übrigen Fällen der Westschweiz Poolproben à 1-5 Zikaden (n = 81) untersucht, in denen *Arsenophonus* in 100% und Stolbur in 1,2% der Fälle nachgewiesen wurde.

Das Monitoring wurde durch mehrere Partner ergänzt (u. a. Agroscope, kantonale Fachstellen und landwirtschaftliche Berufsschulen), wodurch Ende 2025 eine kulturübergreifende Verbreitungskarte (Gemüse, Kartoffeln, Zuckerrüben) für die Schweiz erstellt werden konnte (Abb. 4). In der Ostschweiz wurden Zikaden vermehrt nachgewiesen, jedoch auf deutlich niedrigerem Niveau als in westschweizerischen Hotspot-Regionen. Gemäss dem Monitoring der schweizerischen Fachstelle für Zuckerrüben im Jahr 2025 in der Ostschweiz wurde an rund einem Drittel ihrer Standorte keine Zikaden festgestellt, während an jeweils etwa einem Drittel der Standorte Zikaden ohne bzw. mit *Arsenophonus*-Infektion nachgewiesen wurden. Insgesamt blieb die Infektionsrate dieser Standorte in der Ostschweiz mit etwa 5% auf niedrigem Niveau.

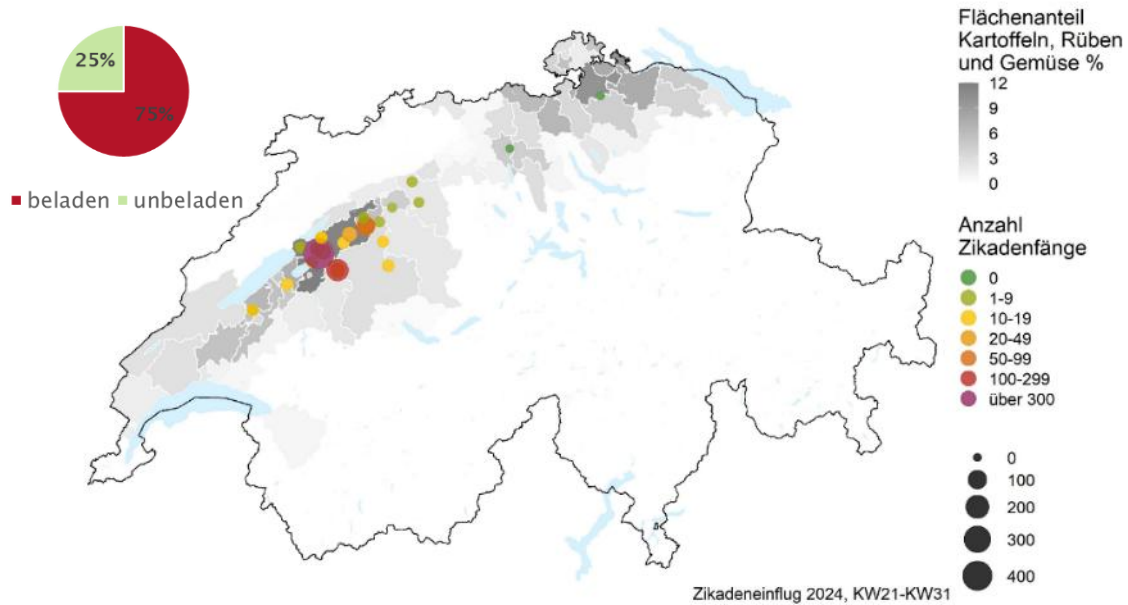


Abbildung 3: Zikadenfänge an den Monitoringstandorten 2024 in Relation zum regionalen Flächenanteil von Kartoffeln, Zuckerrüben und Gemüse. Grössere Punkte entsprechen höheren Fangzahlen, dunklere Hintergrundfärbungen einem höheren Flächenanteil dieser Kulturen. Dargestellt sind die Fangzahlen für den Zeitraum KW 21–31, wobei die Beprobungsdauer zwischen den Standorten variierte. Das Kreisdiagramm (oben links) zeigt den Anteil von mit *Arsenophonus* infizierten bzw. nicht infizierten Zikaden (n = 64).

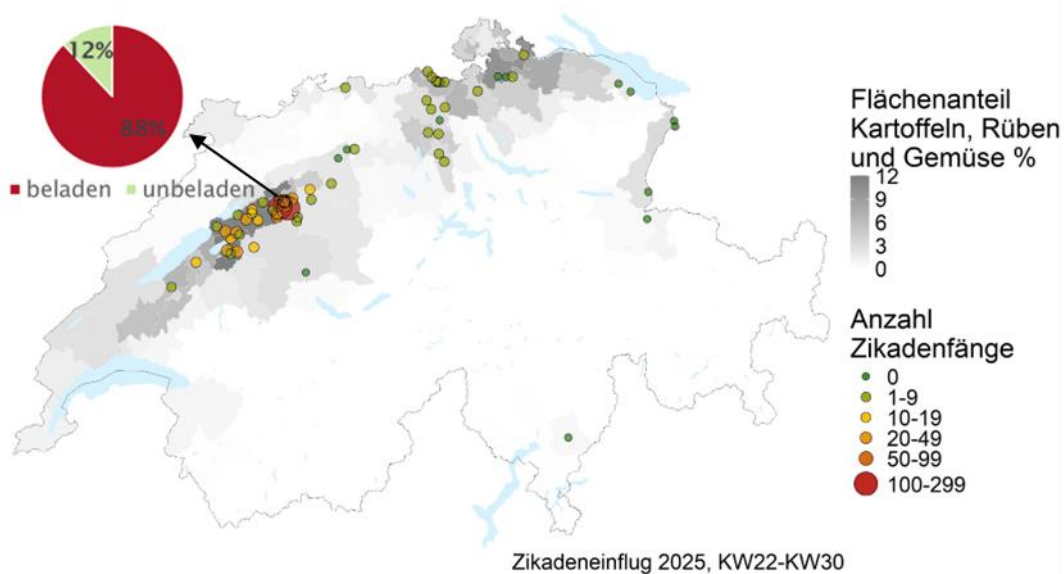


Abbildung 4: Zikadenfänge an den Monitoringstandorten 2025 in Relation zum regionalen Flächenanteil von Kartoffeln, Zuckerrüben und Gemüse. Grössere Punkte zeigen höhere Fangzahlen, dunklere Hintergrundfärbungen höhere Flächenanteile dieser Kulturen. Dargestellt ist der Zeitraum KW 22–30 (mit standortspezifisch variierender Beprobungsdauer). Das Kreisdiagramm (oben links) zeigt den Anteil mit *Arsenophonus* infizierter bzw. nicht infizierter Zikaden an den Standorten Ruppoldsried und Etzelkofen (KW 25).

2.3 Sortenversuche Verarbeitungskartoffeln in Befallsgebieten

2025 wurde ein Sortenversuch mit wichtigen Verarbeitungssorten (Agria, Fontane, Innovator, SHC 1010, Pirol) an zwei Standorten im Befallsgebiet angelegt. An denselben Standorten (Bargen und Ruppoldsried) wurden parallel das Sortenscreening von Agroscope sowie Untersuchungen im Rahmen der Arbeitspakete 2 und 3 durchgeführt. Ergänzend zu den Versuchen aus dem Jahr 2024 wurde 2025 jeweils die Hälfte der Versuchsflächen mit Netzen abgedeckt (Abb. 5), um den direkten Vergleich zwischen infizierten und vor Vektorbefall geschützten Varianten zu ermöglichen und die Ursachen der Symptomatik präziser zu analysieren. Abbildung 6 zeigt, dass der Zikadenflug in Bargen früher einsetzte, jedoch insgesamt geringer ausfiel als in Ruppoldsried. Am Ende der Saison wurde in Bargen für die ungeschützten Kartoffeln ein *Arsenophonus*-Befall von 5 % (n = 10/200) festgestellt, während unter Netzabdeckung kein Befall nachgewiesen wurde (n = 0/200).

In Ruppoldsried begann der Zikadenflug etwas später, war jedoch in der Folge intensiver. Entsprechend lag die Infektionsrate ohne Netzabdeckung bei rund 35 % (n = 69/200), während unter Netzbedingungen dennoch ein Befall von 5 % (n = 10/200) festgestellt wurde. Der Versuch in Ruppoldsried wurde nach Zuckerrüben angebaut, während in Bargen Winterweizen die Vorkultur war. Dies deutet darauf hin, dass bei Zuckerrüben als Vorfrucht eine Infektion der Folgekultur Kartoffeln potenziell bereits über im Boden verbleibende Nymphen erfolgen kann. Der Hauptanteil der Infektionen ist jedoch auf den Zuflug infizierter Zikaden zurückzuführen, insbesondere aus benachbarten Flächen mit Winterweizen nach Zuckerrüben.



Abbildung 5: Standort des Sortenversuchs in Ruppoldsried 2025 mit parallel durchgeführtem Sortenscreening von Agroscope (Hintergrund) sowie Versuch mit den fünf Verarbeitungssorten Agria, Fontane, Innovator, SHC 1010 und Pirol, einschliesslich Netzabdeckung von der Hälfte der Versuchsfläche.

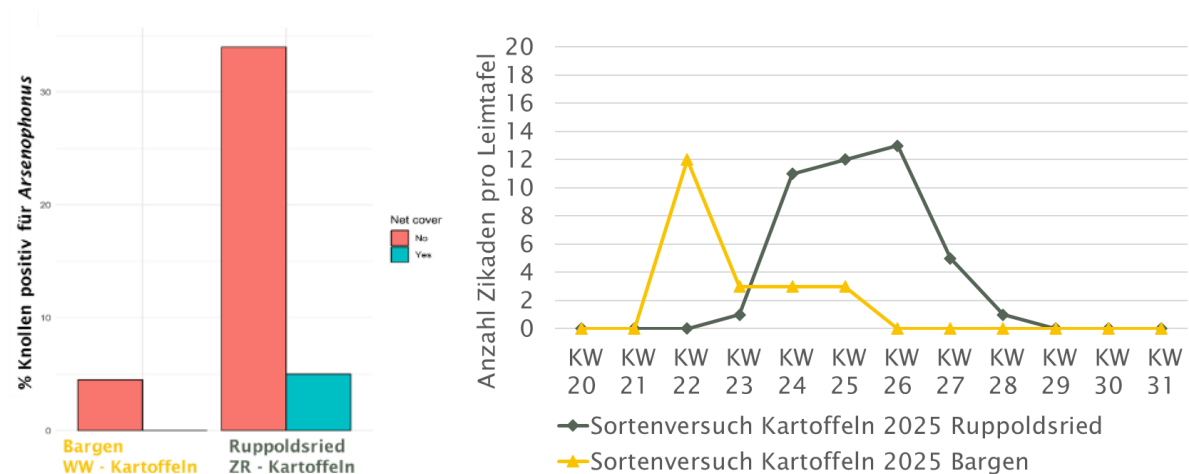


Abbildung 6: Links: Anteil positiv getesteter Knollen an den beiden Sortenversuchsstandorten mit unterschiedlichen Fruchtfolgen: Bargen (gelb; Winterweizen-Kartoffeln) und Ruppoldsried (dunkelgrün; Zuckerrüben-Kartoffeln). Die rechte Grafik zeigt die Anzahl Zikaden pro Leimtafel über die Saison.

roten Balken zeigen die Infektionsrate ohne Netzabdeckung (n = 200), die blauen Balken jene unter Netzabdeckung (n = 200).

Von den geernteten Knollen wurde pro Knolle jeweils ein Backtest und eine PCR-Analyse durchgeführt, um den Einfluss einer Infektion auf den Backtest der 5 verschiedenen Sorten zu untersuchen. Abbildung 7 zeigt die Boniturnote der Gefässbündelverbräunung differenziert nach Sorte und Infektionsstatus (NEG= negativ, POS= positiv). Es konnte gezeigt werden, dass eine Infektion mit *Arsenophonus* bei allen untersuchten Sorten – mit Ausnahme von Innovator – zu einer signifikanten Verschlechterung der Backqualität führt. Besonders ausgeprägt ist dieser Effekt bei den Sorten Fontane, Pirol und SHC 1010. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass bei den Sorten Innovator, Pirol und SHC 1010 insgesamt nur wenige positiv getestete Knollen vorlagen. Die Sorte Agria zeigte ebenfalls eine signifikante Verschlechterung infolge einer Infektion, wobei der Effekt im Vergleich zu den übrigen Sorten weniger stark ausgeprägt war.

Zusätzlich zu *Arsenophonus* wurden auch *Verticillium dahliae* sowie *Candidatus phytoplasma solani* (*Stolbur*) untersucht. Für *Verticillium dahliae* konnte – in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Agroscope (Arbeitspaket 4) – kein Zusammenhang mit der Backtestproblematik festgestellt werden, weshalb diese Resultate nicht weiter dargestellt werden. Für *Stolbur* lag die Nachweisrate zu niedrig, um eine belastbare Analyse möglicher Effekte durchführen zu können.

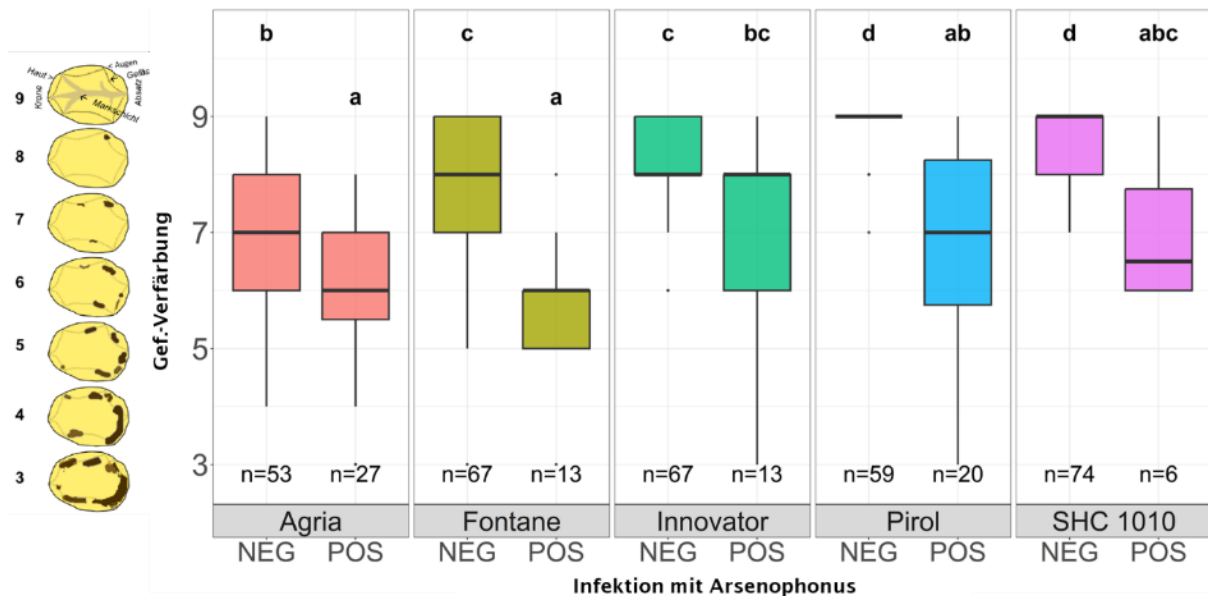


Abbildung 7: Boniturnote der Gefässbündelverbräunung (Gef.-Verfärbung) von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Sorte und *Arsenophonus*-Infektionsstatus, aggregiert über beide Versuchsstandorte (NEG = negativ, POS = positiv). Dargestellt sind Boxplots für die Sorten Agria, Fontane, Innovator, Pirol und SHC 1010; die jeweiligen Stichprobengrößen (n) sind angegeben. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Diese basieren auf Tukey-korrigierten paarweisen Vergleichen der geschätzten marginalen Mittelwerte ($p < 0,05$).

3. Ergebnisse Arbeitspaket 2 (Agroscope)

Autoren: Amandine Guérin, Isabelle Kellenberger, Christophe Debonneville, Olivier Schumpp

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Arbeitspaket bearbeitet:

- Welche Veränderungen im Stoffwechsel der Pflanze sind für die Symptome an der Knolle verantwortlich?
- Wie lassen sich die Toleranz und Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber der Krankheitsentwicklung erklären?

Reduzierende Zucker (Glukose und Fruktose) sind bekannte Katalysatoren der Maillard-Reaktion, die für die Entstehung der Backsymptome verantwortlich ist. Um zu untersuchen, ob ein Anstieg der Glukose- und Fruktosegehalte in Arsenophonus-positiv Knollen vorliegt, wurden Knollen aus einem mit Arsenophonus belasteten Standort (Ruppoldsried, BE) mittels enzymatischer Methoden analysiert. Neun Sorten mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber Arsenophonus wurden ausgewählt. Die Ergebnisse zeigen, dass Arsenophonus-positive Knollen signifikant höhere Glukose- und Fruktosegehalte als Arsenophonus-negativ Knollen aufweisen, was darauf hindeutet, dass eine Infektion mit Arsenophonus zu einem Anstieg reduzierender Zucker führt (Abb. 8).

Es wurde festgestellt, dass Arsenophonus-positive Knollen nicht immer ungenügende Backtestergebnisse zeigen. Dabei konnten tolerante und empfindliche Sorten identifiziert werden. So gehören Alegria, Austin, Carlos und Thalessa eher zu den toleranten Sorten, während Invictus, Lady Jane und Longinus eher empfindlich sind (Abb. 8). Interessant ist, dass Knollen mit den höchsten Glukose- und Fruktosegehalten Arsenophonus-positiv und symptomatisch sind, während asymptotische Knollen nur sehr geringe Glukose- und Fruktosekonzentrationen aufweisen. Dies deutet darauf hin, dass die Arsenophonus-Symptome auf einen Anstieg reduzierender Zucker zurückzuführen sind.

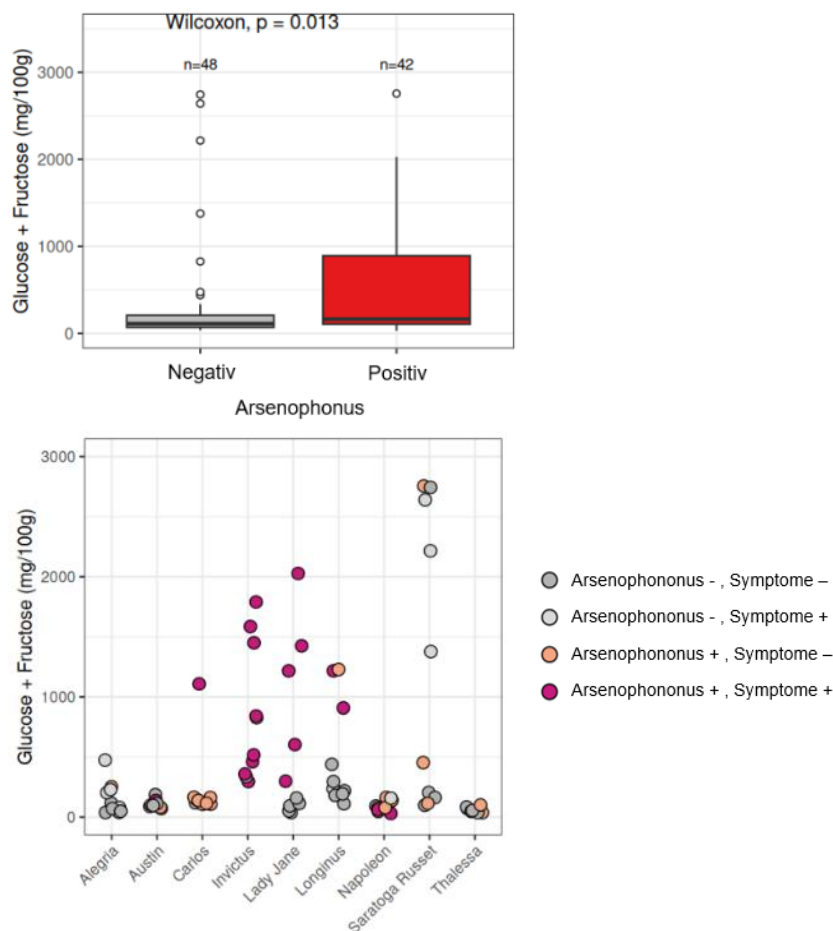


Abbildung 8: Konzentration reduzierender Zucker (d. h. Glukose und Fruktose) in Abhängigkeit vom Arsenophonus-Infektionsstatus oder der Sorte. Pro Sorte wurden 10 Knollen analysiert. Die Knollen wurden 2025 in Ruppoldsried (BE) geerntet. Arsenophonus-positive Knollen mit ungenügender Backqualität (Symptome+) wiesen die höchsten Konzentrationen reduzierender Zucker auf. Saratoga Russet ist eine Sorte, die natürlicherweise hohe Gehalte an reduzierenden Zuckern aufweist. Gewebe für die Metabolitenanalyse wurde aus den Stolonen entnommen und lyophilisiert.

Aminosäuren sind ebenfalls bekannte Katalysatoren der Maillard-Reaktion, insbesondere Glutamin und Arginin. Diese wurden mittels enzymatischer Methoden analysiert. Es konnte jedoch keine Korrelation zwischen Arsenophonus-positiven Knollen und dem Aminosäuregehalt festgestellt werden (Abb. 9). Dies weist darauf hin, dass primär der Gehalt an reduzierenden Zuckern für die ungenügende Backqualität verantwortlich ist.

Zur Klärung der Ursache des Anstiegs reduzierender Zucker wurde eine mögliche Stärkedegradation in Betracht gezogen. Der Stärkegehalt wurde mittels enzymatischer Methoden bestimmt. Interessanterweise wurde ein signifikanter Rückgang des Stärkegehalts in Arsenophonus-positiven Knollen festgestellt (Abb. 10). Dies deutet darauf hin, dass der Stärkeabbau durch Arsenophonus möglicherweise stimuliert wird. Diese vorläufigen Ergebnisse werden in der Saison 2026 mit einer höheren Anzahl Knollen pro Sorte überprüft.

Eine transkriptomische Herangehensweise mittels RNA-seq-Analyse wird derzeit durchgeführt, um Gene zu identifizieren, die mit einer Arsenophonus-Infektion verbunden sind. Besonders interessant wäre die Identifizierung von Genen des Zuckerstoffwechsels, die zwischen kranken und gesunden Knollen unterschiedlich exprimiert werden. Parallel zu dieser RNA-seq-Analyse wurde die Expression bekannter Gene des Zuckerstoffwechsels (SWEETs, SUTs usw.) mittels qRT-PCR untersucht. Diese transkriptomischen Methoden werden an toleranten und empfindlichen Sorten angewendet. Darüber hinaus könnte dies die Identifizierung von Immungenen ermöglichen, die in toleranten Sorten eine verbesserte Abwehr gegen die Invasion von Arsenophonus vermitteln.

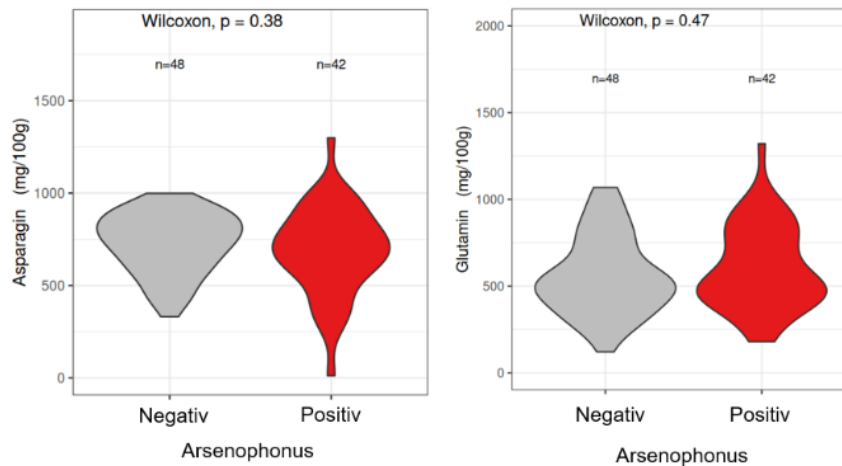


Abbildung 9: Konzentrationen von Asparagin und Glutamin in Abhängigkeit vom Arsenophonus-Infektionsstatus. 9 Sorten wurden analysiert, jeweils mit 10 Knollen pro Sorte. Zwischen den beiden Infektionsstatus konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Die Knollen wurden 2025 in Ruppoldsried (BE) geerntet. Gewebe für die Metabolitenanalyse wurde aus den Stolonen entnommen und lyophilisiert.

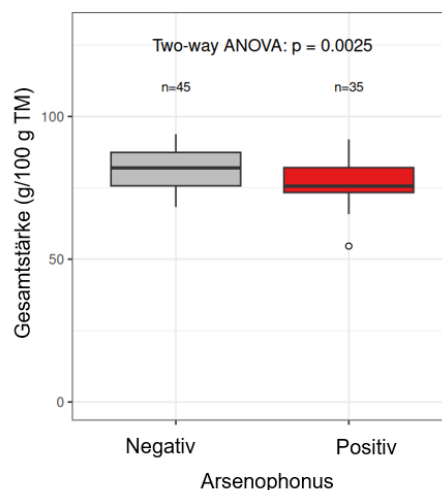


Abbildung 10: Konzentration der Gesamtstärke (verdauliche und resistente Stärke) in Abhängigkeit vom Arsenophonus-Infektionsstatus. 8 Sorten wurden analysiert, jeweils mit 10 Knollen pro Sorte. Arsenophonus-positive Knollen wiesen eine signifikant niedrigere Gesamtstärke als die Arsenophonus-negativen auf. Eine two-way ANOVA zeigte einen signifikanten Einfluss des Arsenophonus-Infektionsstatus ($p = 0.0025$) sowie der Sorte ($p < 0.001$) auf den Stärkegehalt. Da keine signifikante Interaktion zwischen Sorte und Infektionsstatus festgestellt wurde ($p = 0.106$), wurde das finale Modell ohne Interaktion verwendet. Die Knollen wurden 2025 in Ruppoldsried (BE) geerntet. Gewebe für die Metabolitenanalyse wurde aus den Stolonen entnommen und lyophilisiert. TM=Trockenmasse.

4. Ergebnisse Arbeitspaket 3 (Agroscope)

Autoren: Amandine Guérin, Isabelle Kellenberger, Christophe Debonneville, Mout de Vrieze, Leonardo Piva, Olivier Schumpp

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Arbeitspaket bearbeitet:

- Zeigen die industriellen Sorten (Pommes frites und Chips), die derzeit auf der empfohlenen Liste stehen, Unterschiede?
- Gibt es Sorten, die für die empfohlene Liste in Frage kommen und eine bessere Verträglichkeit bieten?

Im Jahr 2025 wurden 32 Kartoffelsorten bei Agroscope getestet, darunter Austin, Beyonce, SHC-1010, Sorentina und Thalessa (Chips-Sorten) sowie Francis, Lady Jane und Markies (Pommes-frites-Sorten), die auf der Hauptsortenliste der Schweizer Kartoffelsortenliste stehen. Die übrigen 24 Sorten sind auf der Nebensortenliste der Schweizer Kartoffelsortenliste sowie in den Hauptversuchen von Swisspatat und in Grossanbauversuchen aufgeführt. Die Sortenversuche wurden im Seeland durchgeführt, wo *Arsenophonus* besonders verbreitet ist, da Zuckerrüben in dieser Region intensiv angebaut werden. Zwei Wiederholungen wurden an zwei Standorten durchgeführt: Barga und Ruppoldsried. Da die Parzelle in Barga nur gering infiziert war (Schätzung: 1 % *Arsenophonus*, n = 100), wurde der gesamte Sortenversuch schliesslich nur in Ruppoldsried durchgeführt (40 % *Arsenophonus*, n = 420).

Bezüglich der Sorten auf der Hauptsortenliste der Schweizer Kartoffelsortenliste deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Sorentina und Thalessa die tolerantesten Chips-Sorten gegenüber *Arsenophonus* sind (Abb. 11). Für die Pommes-frites-Sorten ist die neu registrierte Sorte Lady Jane in Regionen mit starkem *Arsenophonus*-Befall nicht empfehlenswert.

Interessant ist, dass die tolerantesten Chips-Sorten bereits auf der Hauptsortenliste vertreten sind (Austin, Beyonce, Sorentina, Thalessa). Curtis könnte ebenfalls ein geeigneter Kandidat für die Hauptsortenliste sein. Darüber hinaus könnten Alanis, Alegria, Challenger, Chenoa, Ikarus, Risoletto, Swing und Valencia potenzielle Kandidaten für die Pommes-Hauptsortenliste darstellen.

Diese vorläufigen Ergebnisse sollen in der Saison 2026 bestätigt werden, in der eine grössere Anzahl an Knollen pro Sorte analysiert wird. Wichtig ist festzuhalten, dass in allen Analysen keine mit Stolbur infizierten Knollen nachgewiesen wurden, was darauf hindeutet, dass die Krankheit ausschliesslich auf *Arsenophonus* zurückzuführen ist.

Frühere Untersuchungen zeigten, dass *Arsenophonus* bei infizierten Pflanzen eine fädige Keimung induziert. Interessanterweise wurden für jede Sorte vergleichbare Anteile an Knollen mit fädiger Keimung und an Knollen mit Symptomen nach dem Backtest beobachtet, was die Schätzung des Anteils symptomatischer Knollen pro Sorte bestätigt.

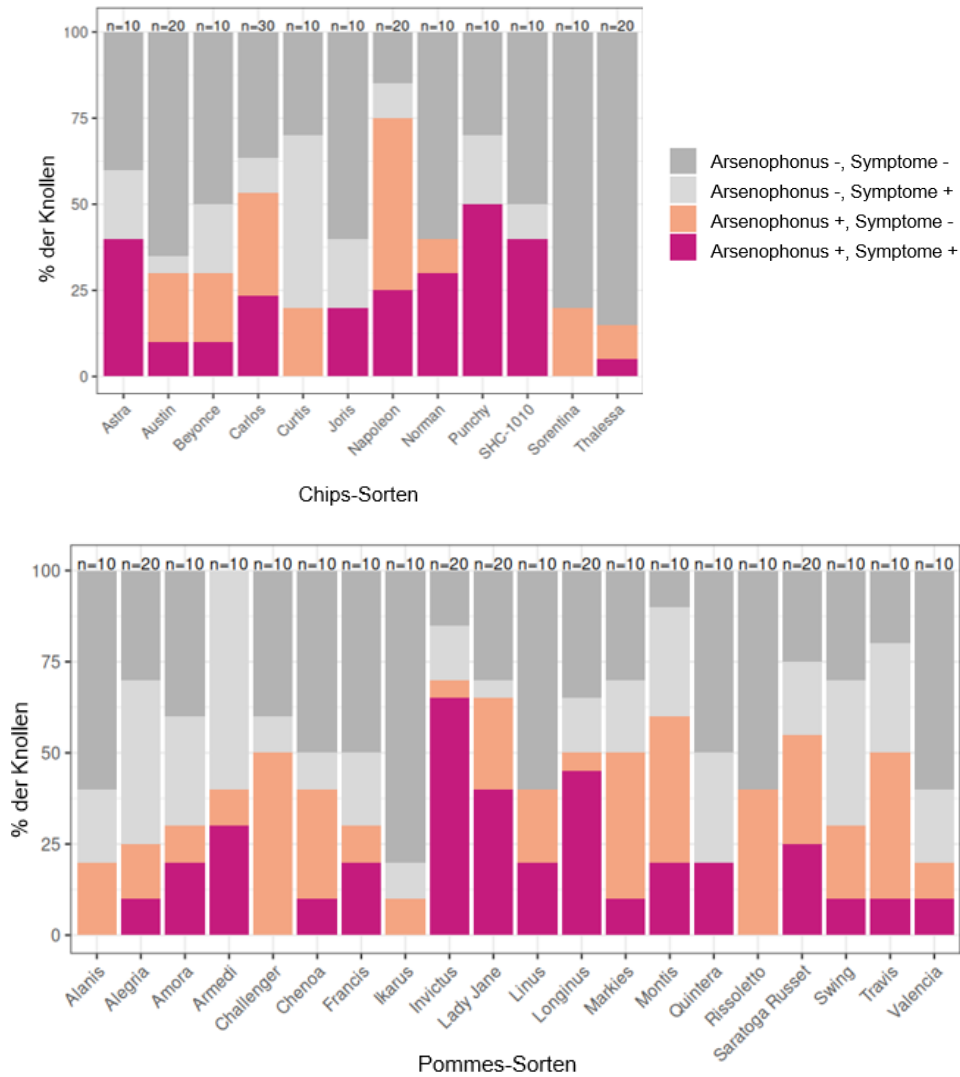


Abbildung 11: Ergebnisse des Sortenversuchs mit in Ruppoldsried angebauten Chips- und Pommes-frites-Sorten. Pro Sorte wurden 100 Knollen geerntet. 10-20 Knollen wurden untersucht, um die Empfindlichkeit im Backtest sowie den Befallsstatus hinsichtlich Arsenophonus zu bestimmen. Die verbleibenden rund 80 Knollen wurden auf Arsenophonus-assoziierte Keimsymptome untersucht. Von jeder der untersuchten Kartoffeln wurde Gewebe aus der am stärksten belasteten Stolonzone für qPCR-Analysen entnommen. Zusätzlich wurde mittig aus der Knolle ein Chip hergestellt sowie Gewebe unterhalb des Stolons für Zuckeranalysen entnommen. Alle 32 getesteten Sorten waren mit Arsenophonus infiziert, wobei Unterschiede im Infektionsgrad und in der Symptomausprägung festgestellt wurden. Symptome+: ungenügende Backqualität; Symptome-: befriedigende Backqualität. Arsenophonus+: qPCR-CT-Wert < 35.

5. Ergebnisse Arbeitspaket 4 (Agroscope)

Autoren: Amandine Guérin, Isabelle Kellenberger, Christophe Debonneville, Josep Massana Codina, Hendrick Vermeulen, Olivier Schumpp

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Arbeitspaket bearbeitet:

- Stellen Pflanzkartoffeln ein Risiko für die Verbreitung der Krankheit im ganzen Land dar?
- Kann der *Verticillium*-Pilz die Symptome einer *Arsenophonus*-Infektion verstärken?

5.1 Übertragung der Krankheit über das Pflanzgut

Agroscope analysiert im Rahmen des Zertifizierungsprozesses jedes Jahr die in der Schweiz vermarkteten Pflanzkartoffelposten. Wie bereits in der Saison 2024 wurde auch 2025 ein Teil der Posten aus der Region Seeland auf *Arsenophonus* untersucht. In beiden Jahren konnte in den jeweils 30 analysierten Posten weder *Arsenophonus* noch Stolbur nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurden infizierte Ernteknollen aus Ruppoldsried mit anderen Sorten als 2025 in Töpfen angepflanzt. Wie bereits im Jahr 2024 konnten in der Folgegeneration bei den sehr anfälligen Sorten Lady Jane und Invictus keine infizierten Knollen festgestellt werden. Dies bestätigt, dass *Arsenophonus* kein Risiko für das Pflanzgut darstellt.

5.2 Einfluss von *Verticillium* auf *Arsenophonus*-Infektion

Neben *Arsenophonus* kann auch der Pilz *Verticillium dahliae* eine Verbräunung des Gefässbündels verursachen. Die im Jahr 2025 im Seeland geernteten Knollenproben wurden mittels qPCR auf das Vorhandensein von *Verticillium* untersucht. Ziel war es zu untersuchen, ob das Auftreten von *Verticillium* die mit einer *Arsenophonus*-Infektion verbundenen Backsymptome zusätzlich verstärkt.

Verticillium war insgesamt häufig vorhanden, mit unterschiedlichen Infektionsraten in den zehn ausgewählten Sorten. Die empfindlichsten Sorten gegenüber *Verticillium* waren Challenger, Thallessa, Sorentina, Alegria, Rissoletto und SHC-1010 mit 25–50 % Infektion (Abb. 12). Invictus und Saratoga Russet zeigten nur einen geringen Infektionsanteil (<25 %), während Curtis und Longinus eher resistent zu sein scheinen, da keine ihrer Knollen positiv für *Verticillium* waren. Die *Arsenophonus*-Infektion war am höchsten bei Invictus, Saratoga Russet, Longinus und Challenger mit mehr als 50 % Infektion. Korrelationsanalysen zeigten keine Verbindung zwischen dem Auftreten der beiden Pathogene. Bezüglich der Symptomentwicklung zeigt sich eindeutig, dass *Verticillium* keinen Einfluss hat, da Symptome unabhängig vom Vorhandensein von *Verticillium* auftreten. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass *Verticillium* nicht mit *Arsenophonus* assoziiert ist.

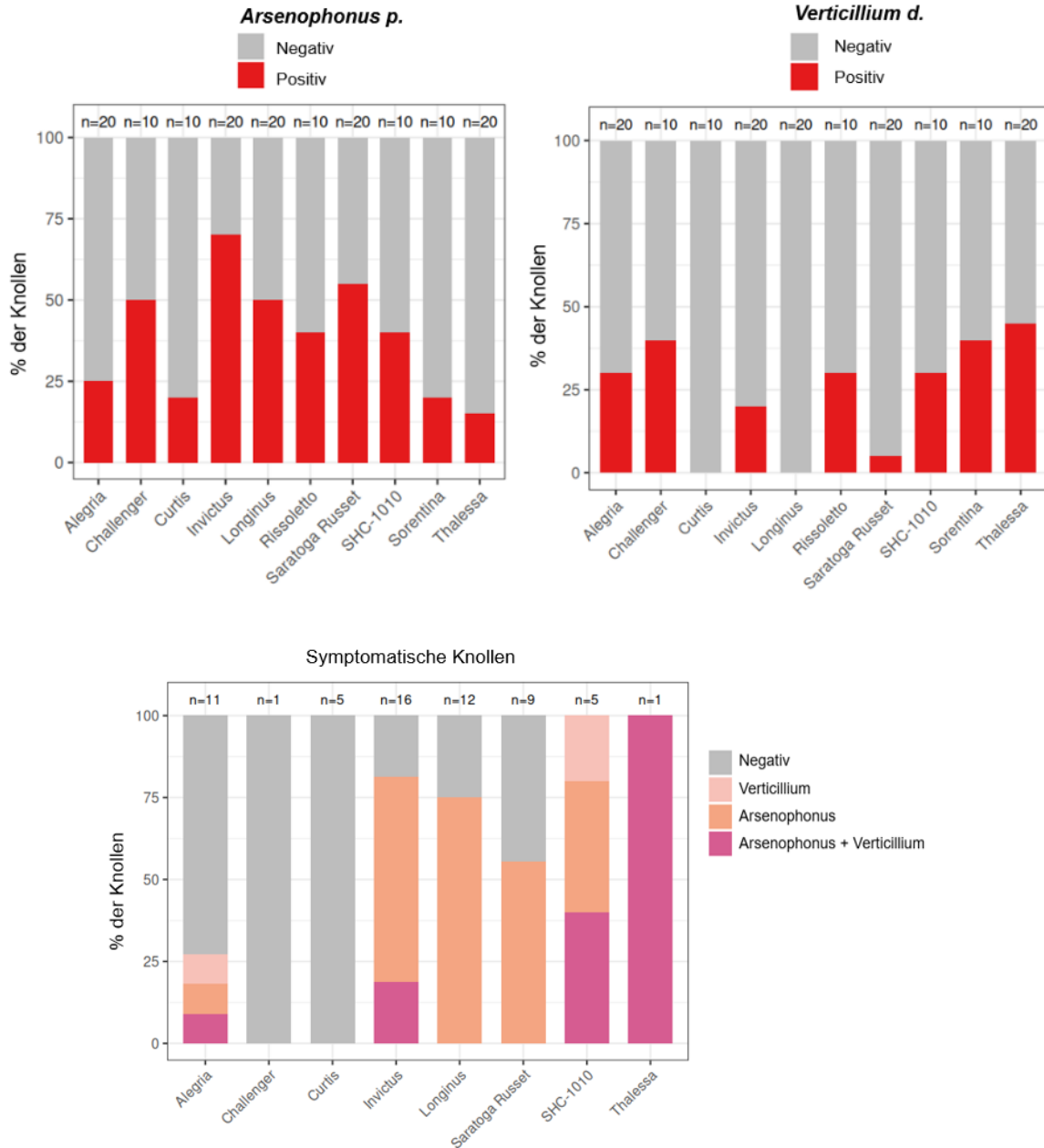


Abbildung 12: Einfluss von Verticillium auf die Symptomentwicklung im Backtest. Die zehn ausgewählten Sorten zeigten unterschiedliche Ergebnisse, wobei Longinus und Curtis gegenüber Verticillium resistent zu sein scheinen. Es konnte keine klare Korrelation zwischen dem Vorhandensein von Verticillium und Arsenophonus festgestellt werden (p-value =0.34). Hinsichtlich der Symptomentwicklung wurden weder mehr noch weniger Symptome beobachtet, wenn beide Pathogene gleichzeitig vorhanden waren. Wie in Abbildung 11 gezeigt, zeigten Curtis und Challenger keine Symptome im Zusammenhang mit einer Arsenophonus- oder Verticillium-Infektion.

6. Ergebnisse Arbeitspaket 5 (BFH-HAFL)

Autoren:

Stefan Vogel, Martin Häberli, Michaela Freihart, Fabio Mascher, Andreas Keiser (BFH-HAFL)

Folgende Inhalte werden in diesem Arbeitspaket bearbeitet:

- «Umfassende Analyse der Daten und Vorschlag von Maßnahmen»

6.1 Fruchtfolgeanpassung und Beizung von Getreide

Wie bereits im Chablais-Projekt 2021 – 2023 (Une rotation regionale contre le syndrome des basses richesses (SBR) dans les betteraves sucrières; Projektnummer: 62700206, Teilfinanzierung durch das BLW) gezeigt, lässt sich die Population der SGFZ durch eine gezielte Anpassung der Fruchtfolge wirksam reduzieren. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Wahl der Folgekultur nach Zuckerrüben: Winterweizen begünstigt das Überleben und die Entwicklung der Nymphen, während Frühjahrskulturen wie Mais ihnen frühzeitig die Nahrungsgrundlage entzieht und den Ausflug adulter Zikaden deutlich vermindert.

Im Jahr 2025 wurden hierzu erneut Untersuchungen mit Ausflugszelten durchgeführt. Im Limpachtal wurden jeweils zwei Parzellen mit drei unterschiedlichen Fruchtfolgen untersucht (Zuckerrüben-Winterweizen, Zuckerrüben-Kartoffeln, Kartoffeln-Winterweizen). Pro Parzelle kamen zehn Ausflugszelte zum Einsatz, um den Schlupf adulter Zikaden zu erfassen. Die Ergebnisse (Abb. 13) zeigen, dass in Parzellen mit Winterweizen nach Kartoffeln keine adulten SGFZ nachgewiesen wurden. In Kartoffeln nach Zuckerrüben wurde hingegen ein Ausflug von etwa 2 000 bis 5 000 Individuen pro Hektar beobachtet, während im Winterweizen nach Zuckerrüben sehr hohe Ausflüge von rund 140 000 bis 600 000 Zikaden pro Hektar auftraten. Diese Resultate unterstreichen die Rolle der Zuckerrübe als Treiberkultur und verdeutlichen, dass insbesondere der Anbau von Wintergetreide nach Zuckerrüben vermieden werden sollte.

Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist nicht nur auf Feldebene, sondern auch regional erforderlich. Felder mit Winterweizen nach Zuckerrüben können als bedeutende Quellen für adulte Zikaden fungieren und benachbarte Bestände befallen. Eine regional koordinierte Fruchtfolge stellt daher einen vielversprechenden Ansatz zur nachhaltigen Reduktion der SGFZ sowie der durch sie übertragenen Pathogene dar. Insbesondere in der Ostschweiz, wo die Population derzeit noch gering ist, gleichzeitig jedoch ein zunehmender Befallsdruck aus nördlichen Regionen (Deutschland) besteht, kommt der regionalen Umsetzung eine besondere Bedeutung zu.

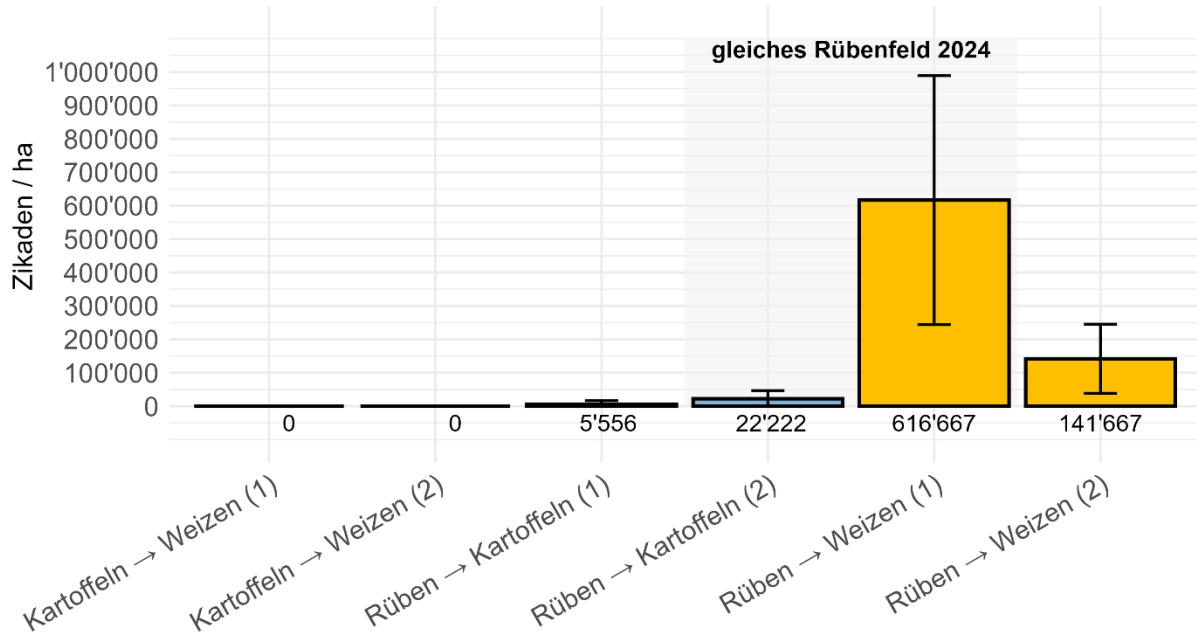


Abbildung 13: Einfluss der Fruchtfolge 2024/2025 auf den Ausflug der Schilf-Glasflügelzikade auf sechs Versuchspartellen im Limpachtal (vier Parzellen in Ruppoldsried, je eine in Etzelkofen und Limpach). Untersucht wurden jeweils zwei Parzellen mit den Fruchtfolgen Kartoffeln-Winterweizen, Zuckerrüben-Kartoffeln und Zuckerrüben-Winterweizen. Pro Feld wurden Anfang Mai zehn Fangzelte installiert, um den Ausflug der Zikaden zu erfassen. Die Varianten «Zuckerrüben - Kartoffeln 2» und „Zuckerrüben - Winterweizen 1“ lagen unmittelbar nebeneinander auf derselben Parzelle mit der Vorkultur Zuckerrüben.

Der Effekt der Fruchtfolgeanpassung basiert wesentlich auf einer Unterbrechung der Nahrungsversorgung der Nymphen während der Winterperiode. Zur Vermeidung von Erosionsschäden bieten sich Zwischenfrüchte oder alternative Herbstkulturen an, sofern diese den Nymphen keine geeignete Nahrungsquelle darstellen. Untersuchungen aus Deutschland deuten darauf hin, dass Kreuzblütler wie Ölrettich und Senf geeignet sind. Weitere potenziell geeignete Arten sind jedoch noch zu identifizieren. Zu diesem Zweck wurde im Herbst 2025 in Ruppoldsried ein Feldversuch nach Zuckerrüben angelegt, in dem verschiedene Zwischen- und Folgekulturen untersucht werden.

Ein ergänzender Ansatz besteht in der Beizung von Winter- oder Sommergetreide nach Zuckerrüben. Am selben Standort werden derzeit in Zusammenarbeit mit der Firma KWS zwei Beizvarianten im Winterweizen sowie eine Variante im Sommerweizen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nymphen von der SGFZ getestet (Abb. 14).



Abbildung 14: Drohnenaufnahme des im Herbst 2025 angelegten Versuchs in Ruppoldsried zur Untersuchung von Fruchtfolgen (Folge- und Zwischenkulturen nach Zuckerrüben; im Hintergrund) sowie der Saatgutbeizung von Getreide nach Zuckerrüben zur Regulierung der Nymphenpopulation der Schilf-Glasflügelzikade.

6.2 Insektizidversuche in Zuckerrüben 2025

Nach der Erteilung von Notfallzulassungen zur direkten Bekämpfung der Zikade in Deutschland ab 2025 wurden im selben Jahr in der Schweiz entsprechende Spritzversuche in Zuckerrüben durchgeführt, mit dem Ziel, Ergebnisse für die Schweiz mit im Vergleich zu Deutschland sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen zur Verfügung zu haben. Es bestünde sonst die Gefahr, dass die Ergebnisse von Deutschland 1:1 auf die Schweiz übertragen werden.

Im Limpachtal wurden auf vier Parzellen sechs verschiedene Behandlungsverfahren streifenweise geprüft, jeweils angepasst an den zeitlichen Verlauf des Zikadenflugs. Die Auswahl der Verfahren erfolgte in Anlehnung an Ergebnisse aus deutschen Versuchen (Tab.1). Es wurde jedoch bewusst auf die in der deutschen Notfallzulassung bewilligten Pyrethroide verzichtet.

Tabelle 1: Übersicht der geprüften Verfahren zur direkten Bekämpfung der Schilf-Glasflügelzikade in Zuckerrüben im Limpachtal (2025). Dargestellt sind das eingesetzte Produkt, der jeweilige Wirkstoff, die Aufwandmenge sowie die Anzahl der Applikationen je Verfahren.

Verfahren	Produkt	Wirkstoff/ Basis	Dosierung/ Applikation	Anzahl Applikationen
1	Kontrolle	-	-	-
2	Gazelle	Acetamiprid	250 g/ ha	1 Applikation
3	Gazelle	Acetamiprid	250 g/ ha	2 Applikationen
4	Gazelle	Acetamiprid	250 g/ ha	3 Applikationen
5	Testprodukt	Fulvo- & Huminsäuren	0.25 l/ ha	3 Applikationen
6	Urtica	Brennessel-Extrakt	2 l/ ha	3 Applikationen

Abbildung 15 zeigt den Flugverlauf der SGFZ an den vier Standorten sowie die drei Behandlungszeitpunkte, mit denen der Hauptflug gut abgedeckt werden konnte. Dabei unterschieden sich die Standorte deutlich: In Ruppoldsried war der Flugverlauf am längsten und intensivsten, während in Limpach und Grossaffoltern nur wenige Zikaden gefangen wurden. In Rapperswil trat hingegen ein Flug-Peak zwischen Kalenderwoche 24 und 26 auf.

Am Ende der Saison wurden auf den Versuchsflächen Erntemuster aus den Behandlungstreifen entnommen, um den bereinigten Zuckerertrag zu bestimmen. Auf eine Probenahme in Rapperswil wurde verzichtet, da der Standort durch externe Stressfaktoren beeinflusst war und keine belastbaren Ergebnisse erwarten liess. Die Resultate (Abb. 16) zeigen eine standortabhängige Wirkung der Behandlungen. In Limpach konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, da alle Varianten ein ähnlich hohes Ertragsniveau aufwiesen. In Grossaffoltern und Ruppoldsried zeigten sich hingegen signifikante Unterschiede gegenüber der Kontrolle, wobei behandelte Varianten – insbesondere Acetamiprid (Gazelle) – tendenziell höhere Zuckererträge erzielten. Allerdings war der Zikadenflug in Grossaffoltern insgesamt gering, und in Ruppoldsried führte nur die dreimalige Anwendung von Acetamiprid zu einem signifikant höheren Ertrag.

Insgesamt liefern die Ergebnisse unter Schweizer Bedingungen im Anbaujahr 2025 noch kein eindeutiges Bild hinsichtlich der Wirksamkeit der Behandlungen. Da die Kulturen allgemein nur geringe Zikadenschäden zeigten, ist davon auszugehen, dass ein Jahreseffekt mögliche Behandlungseffekte überlagert hat. Im Vergleich dazu wurden in Deutschland bei hohem Befallsdruck und unter intensiveren Behandlungsstrategien teilweise deutlichere Effekte beobachtet.

Der Versuch wird daher im Jahr 2026 im Limpachtal wiederholt. Ergänzend wurde in Ruppoldsried auf der Fläche mit hohem Zikadenaufkommen Sommerweizen im Anschluss an die Spritzversuche gesät. Dort wird aktuell mittels Ausflugszelten untersucht, ob die verschiedenen Behandlungsstrategien einen Einfluss auf das Überleben der Nymphen und damit auf den anschliessenden Zikadenausflug haben.

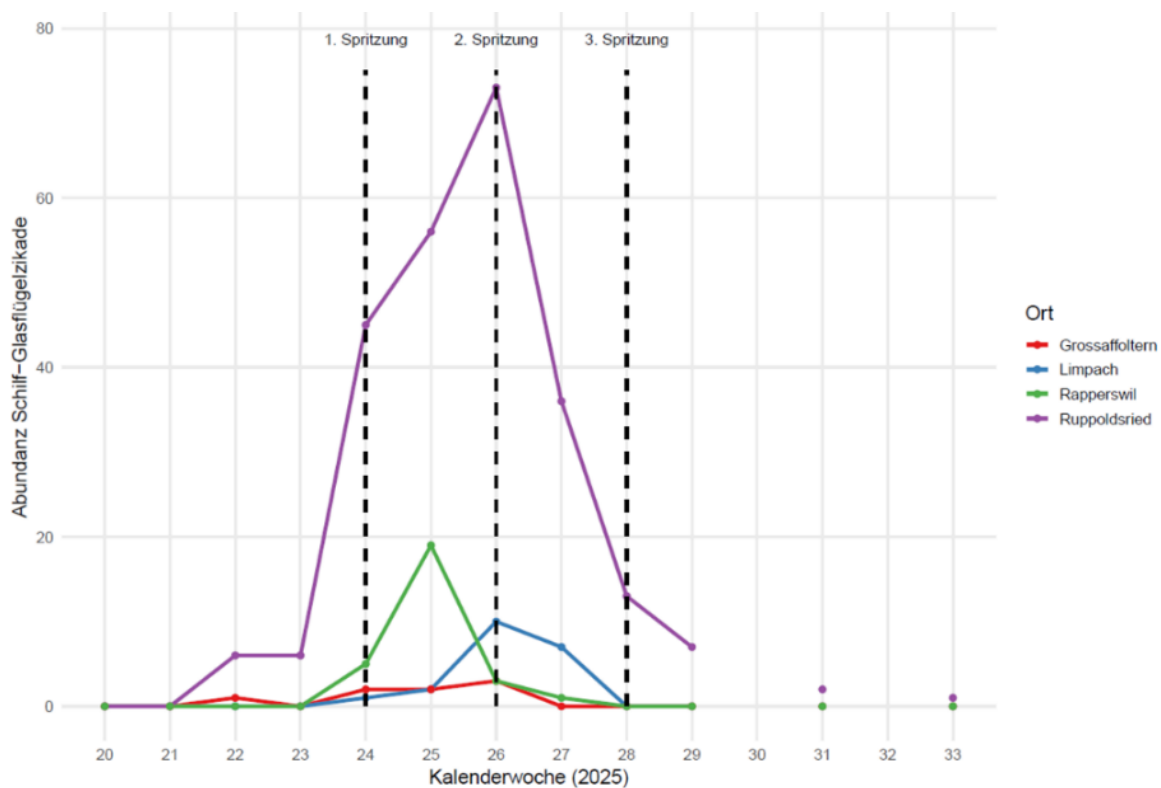


Abbildung 15: Flugverlauf der Schilf-Glasflügelzikade auf vier Versuchsparzellen im Limpachtal 2025 (Grossaffoltern, Limpach, Rapperswil, Ruppoldsried) mit Streifen-Spritzversuchen. Die schwarzen gestrichelten vertikalen Linien markieren die jeweiligen Applikationszeitpunkte.

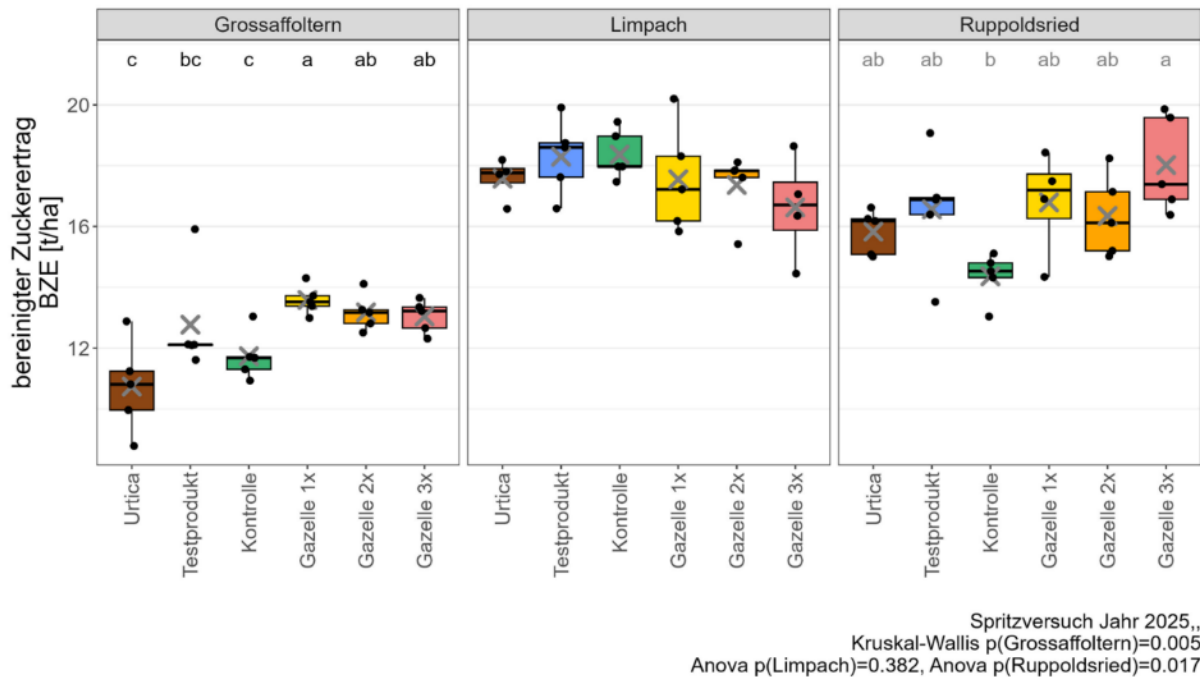


Abbildung 16: Bereinigter Zuckerertrag (BZE, t/ha) für verschiedene Spritzverfahren (Urtica, Testprodukt, Kontrolle, Gazelle 1x, 2x, 3x) an den Standorten Grossaffoltern, Limpach und Ruppoldsried im Spritzversuch 2025. Dargestellt sind Boxplots mit Einzelwerten (Punkte) und Mittelwerten (Kreuze). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb eines Standortes ($p < 0,05$). Angegeben sind die Testergebnisse je Standort (Kruskal-Wallis bzw. ANOVA).

7. Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der ersten beiden Projektjahre bestätigen, dass *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* die Hauptursache für ungenügende Backqualitäten bei Verarbeitungskartoffeln in der Schweiz ist. Der Rückgang der Infektionsraten und Qualitätsprobleme im Jahr 2025 im Vergleich zu 2024 deutet auf einen starken Jahreseffekt hin, vermutlich bedingt durch die vorteilhaften Witterungsbedingungen 2025 und die damit verbundene fortgeschrittene Entwicklung der Kulturen zum Flugbeginn der Zikaden. Sowohl der Zikadendruck als auch die Zikadenbeladung lagen im Jahr 2025 auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr. Gleichzeitig zeigt sich nach wie vor, dass ein ungenügender Backtest nicht in allen Fällen direkt mit einer *Arsenophonus*-Infektion erklärt werden kann.

Die Ergebnisse zu den Pathogenen bestätigen zudem, dass Stolbur in der Schweiz weiterhin nur eine untergeordnete Rolle spielt und bislang nur vereinzelt nachgewiesen wurde – sowohl in Kartoffelproben als auch in Zikaden. Damit unterscheidet sich die Situation aktuell deutlich von einzelnen Regionen Deutschlands, wo Mischinfektionen eine grössere Bedeutung haben und die Schäden ausgeprägter sind. Auch *Verticillium dahliae* konnte sowohl in den Untersuchungen der BFH-HAFL als auch in den Untersuchungen von Agroscope weder mit der Symptomausprägung noch mit einer Verstärkung der durch *Arsenophonus* verursachten Qualitätsprobleme in Verbindung gebracht werden.

Neben der Infektionshäufigkeit liefern die Ergebnisse des zweiten Projektjahres wichtige Hinweise zur Bedeutung der Sorte und deren physiologischen Reaktion. Eine *Arsenophonus*-Infektion führt bei den meisten untersuchten Sorten zu einer signifikanten Verschlechterung der Backqualität, wobei sich Unterschiede in der Sorten-Empfindlichkeit zeigen. Gleichzeitig konnte nachgewiesen werden, dass infizierte Knollen erhöhte Gehalte an reduzierenden Zuckern sowie niedrigere Stärkegehalte aufweisen. Dies deutet darauf hin, dass die Qualitätsverluste durch Veränderungen im Zuckerstoffwechsel – durch einen verstärkten Stärkeabbau – verursacht werden. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass tolerante und empfindliche Sorten unterschieden werden können und die Sortenwahl somit ein relevantes Instrument zur Risikoreduktion in Befallsgebieten darstellt. Daher sollte dieses Merkmal bereits im Rahmen der Sortenprüfung berücksichtigt und systematisch bewertet werden, wie dies seit dem Projektjahr 2025 für die Verarbeitungssorten an den zwei Standorten durchgeführt wird. Ebenfalls werden «Problemsorten» in der Anbauplanung von den Abnehmern (Inoverde, Terralog etc.) bereits seit einigen Jahren von Befallsgebieten in andere Regionen verlagert.

Die räumliche Verteilung der Infektionen in den Kartoffelproben sowie die Zikadenfänge vom Monitoring bestätigen eine Konzentration der Problematik im westlichen Anbauggebiet, wo oft hohe Anbaudichten von Zuckerrüben, Kartoffeln und Gemüse zusammentreffen. Gleichzeitig zeigen die Nachweise in der Ostschweiz – wenn auch noch auf niedrigem Niveau – ein bestehendes Ausbreitungspotenzial. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, frühzeitig präventive Massnahmen zu ergreifen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Situation in grenznahen Regionen zu Deutschland, wo bereits Mischinfektionen auftreten und sich weiter in Richtung Schweiz ausbreiten könnten, besteht ein erhöhtes Risiko einer Einschleppung. Im ungünstigsten Fall könnte dabei auch Stolbur in die Schweiz gelangen, was unbedingt verhindert werden muss.

Ein zentrales Ergebnis ist der starke Einfluss der Fruchtfolge auf die Populationsentwicklung der Schilf-Glasflügelzikade welche als Vektor von *Arsenophonus* eine Schlüsselrolle der Verbreitung einnimmt. Insbesondere die Fruchtfolge Winterweizen nach Zuckerrüben fördert sehr hohe Ausflüge von adulten Zikaden im Folgejahr und stellt damit ein wesentliches Risiko für benachbarte Kulturen (Kartoffeln, Zuckerrüben, Gemüse) dar. Ein regionaler Verzicht von Wintergetreide nach Zuckerrüben kann also als präventive Massnahme die Population der Schilf-Glasflügelzikade reduzieren und somit auch das Verbreitungspotential eindämmen.

Die Versuche zur direkten Bekämpfung in Zuckerrüben im Jahr 2025 zeigen hingegen noch kein eindeutiges Bild. Die Wirkung der Behandlungen war stark standortabhängig und insbesondere vom Befallsdruck geprägt. Unter den Schweizer Bedingungen mit insgesamt eher geringem Schaden im Jahr 2025 konnten nur teilweise Effekte nachgewiesen werden. Dies deutet darauf hin, dass direkte Bekämpfungsmassnahmen allein wohl keine zuverlässige Lösung darstellen und stark von den jeweiligen Rahmenbedingungen abhängen. Eine mögliche Wirkung könnte jedoch auch durch das pflanzenbaulich allgemein gute Anbaujahr 2025 überlagert worden sein. Daher wird die direkte Bekämpfung im letzten Projektjahr 2026 erneut geprüft.

Für das letzte Projektjahr ergibt sich daraus eine klare Schwerpunktsetzung: Im Vordergrund stehen präventive Ansätze zur Reduktion der Zikadenpopulation und der Ausbreitung von *Arsenophonus*. Dazu zählt insbesondere die Anpassung der Fruchtfolge. Um den Zielkonflikt mit der Bodenbedeckung im Winter zu entschärfen, ist es notwendig, alternative Folgekulturen sowie geeignete Zwischenkulturen nach Zuckerrüben zu identifizieren, die den Nymphen der Schilf-Glasflügelzikade keine Entwicklungsgrundlage bieten. Entsprechende Versuche werden 2026 in Ruppoldsried durchgeführt. Ergänzend wird an diesem Standort die Wirkung von Beizungen in Winter- und Sommerweizen nach Zuckerrüben untersucht. Zudem werden die Sortenversuche von Kartoffeln in Befallsgebieten (Bargen und Ruppoldsried) sowie das kulturübergreifende Monitoring des Zikadenfluges weitergeführt.