



Der Japankäfer (*Popillia japonica*), ein invasiver Quarantäneorganismus

Biologie, Ausbreitung, Schadpotential sowie Überwachungs- und Bekämpfungsmassnahmen

Autoren und Autorinnen

Patrik Kehrli, Giselher Grabenweger, Joana Weibel, Jana Collatz, Barbara Egger, Anouk Guyer, Christina Sann, Louis Sutter, Kiran Horrocks, Ivan Hiltbold, Manuel Boss, Alain Gaume, Christoph Carlen, Dominique Mazzi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Impressum

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch
Auskünfte	Kantonale Fachstellen
Redaktion	Carole Enz
Fotos	Agroscope, Universität Verona, IPM-Popillia, Kantone Basel, Tessin und Zürich, EPPO, GAO
Titelbild	Japankäfer auf Heidelbeerstrauch, © Tanja Graf
Download	popillia.agroscope.ch
Copyright	© Agroscope 2025
ISSN	2296-7206 (print); 2296-7214 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at581g

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	8
2 Biologie	9
2.1 Morphologie	9
2.1.1 Adulte	10
2.1.2 Eier	11
2.1.3 Larven	12
2.1.4 Puppen	13
2.1.5 Ähnliche einheimische Käferarten	14
2.2 Lebenszyklus und Fortpflanzung	15
2.3 Wirtspflanzen und Schadsymptome	16
2.3.1 Bevorzugte Wirtspflanzen der Adulten	16
2.3.2 Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Adulte	17
2.3.3 Bevorzugte Wirtspflanzen der Larven	17
2.3.4 Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Larven	18
2.4 Natürliche Gegenspieler	19
2.5 Vorkommen und Verbreitung	20
2.6 Natürliche Ausbreitung	21
2.7 Menschliche Verbreitung	21
3 Aspekte aus dem Pflanzengesundheitsrecht	22
4 Prävention, Früherkennung und Überwachung	23
4.1 Lockstofffallen	25
4.1.1 Positionierung der Fallen	26
4.1.2 Handhabung und Kontrolle der Fallen	26
4.1.3 Ungeeignete Fallenstandorte	26
4.2 Visuelle Kontrollen	26
4.3 Bodenproben	27
4.4 Sensibilisierung der Öffentlichkeit	28
5 Ökonomischer Schaden und gefährdete Kulturen	30
5.1 Sportplätze und andere Rasenflächen	31
5.2 Ackerbau	32
5.3 Gemüsebau	33
5.4 Obstbau	34
5.5 Beerenanbau	35
5.6 Rebbau	36
6 Bekämpfungsmassnahmen	38
6.1 Vorbeugende Massnahmen	38
6.2 Physikalische und mechanische Bekämpfung	39
6.3 Habitatmanagement	42
6.4 Biologische Bekämpfung	43
6.4.1 Mikroorganismen	43

6.4.2	Makroorganismen.....	45
6.5	Biotechnische Bekämpfung.....	49
6.6	Bekämpfung mit Insektiziden	50
6.7	Bekämpfung in den Kulturen	52
7	Schlussfolgerungen und Ausblick	55
8	Danksagung	57
9	Literaturverzeichnis	58
10	Abbildungsverzeichnis	64
11	Tabellenverzeichnis	65

Zusammenfassung

Der Japankäfer (*Popillia japonica*) ist ein in Nordostasien heimischer Blatthornkäfer, wo er ein eher unbedeutender Schädling ist. 1916 wurde der Japankäfer erstmals in den USA nachgewiesen. Er ist sowohl in der EU als auch in der Schweiz als **prioritärer Quarantäneorganismus** geregelt [Art. 4 der PGesV [SR 0.916.20](#)]. Ein Quarantäneorganismus ist ein besonders gefährlicher Schadorganismus, welcher potenziell grosse wirtschaftliche, soziale oder ökologische Schäden in dem durch ihn gefährdeten Gebiet verursachen kann. Daher sind **präventive Massnahmen**, welche die Einschleppung von Quarantäneorganismen verhindern, unumgänglich. Ausserdem wird die phytosanitäre Lage mittels einer Gebietsüberwachung verfolgt [Art. 18 der PGesV [SR 0.916.20](#)]. Diese risikobasierte Überwachung zur Früherkennung wird vom Bund koordiniert und schweizweit von den kantonalen Fachstellen durchgeführt. Für die Überwachung des Japankäfers werden dabei Lockstofffallen verwendet. **Wird ein Quarantäneorganismus gefunden, unterliegt er den amtlichen Bekämpfungsmassnahmen**, wobei eine Tilgung (=Ausrottung) des Schädlings angestrebt wird.

Auf dem europäischen Festland wurde der Japankäfer erstmals 2014 im Raum Mailand nachgewiesen. Trotz eingeleiteter Tilgungs- und Eindämmungsmassnahmen breitet sich der Japankäfer seither von Norditalien her rasch aus und wurde so 2017 auch im grenznahen Stabio (TI) zum ersten Mal auf Schweizer Boden gefangen. Ende 2024 besiedelte der Käfer weite Teile des Tessins sowie Walliser Bergtäler südlich des Simplonpasses. Daneben wurden kleine, isolierte Populationen im zürcherischen Kloten, in der Region Basel sowie in den Kantonen Solothurn und Schwyz entdeckt. Trotz Melde- und Bekämpfungspflicht ist davon auszugehen, dass sich der Japankäfer in der Schweiz vor allem aufgrund von menschlichen Aktivitäten wie dem Handel von pflanzlichen Produkten sowie dem Waren- und Personenverkehr weiter ausbreiten wird. In dieser Publikation fassen wir die für die Praxis wichtigsten Kenntnisse zur Biologie, Ökologie und Bekämpfung des Japankäfers zusammen. Darüber hinaus geben wir Einblick in die rechtlichen Grundlagen zur Regelung dieses prioritären Quarantäneorganismus und schätzen sein Schadpotential für die einzelnen Kulturen ein.

Der Japankäfer durchläuft in der Regel eine Generation pro Jahr, wobei die Weibchen über den Sommer 40-60 Eier in vorzugsweise feuchte oder bewässerte Graslandschaften ablegen. Daraus schlüpfen Larven, die sich von den vorhandenen Wurzeln im Boden ernähren, sich bis zum Winter zweimal häuten und sich danach zum Schutz vor der Kälte in tiefere Schichten zurückziehen. Im Frühjahr kehren die Larven in die Wurzelzone zurück, wo sie ihre Entwicklung abschliessen und sich verpuppen. Anfangs Sommer schlüpft die nächste Käfergeneration. Adulte Japankäfer sind von ovalem Körperbau, metallisch gold-grün schimmernd mit kupferbraunen Deckflügeln und insgesamt nicht grösser als ein 5-Rappen-Stück. Sie können anhand von **fünf weissen Haarbüscheln an jeder Seite ihres Hinterleibes sowie zwei weiteren Büscheln an dessen Ende** relativ einfach von den einheimischen Käferarten unterschieden werden. Die Identifikation von Eiern, Larven und Puppen ist hingegen anspruchsvoller und verlangt entomologische Fachkenntnisse.

Das **Wirtspflanzenspektrum des Japankäfers umfasst mehr als 400 Arten**, wobei sich adulte Käfer und Larven von unterschiedlichen Arten ernähren. Zu den Wirtspflanzen der Adulten gehören landwirtschaftliche Kulturpflanzen wie Reben, Steinobst, Äpfel, verschiedenen Beerenarten, Mais, Soja, Bohnen und Spargeln. Daneben werden Zierpflanzen wie Rosen, Glyzinen oder Zaunreben sowie einheimische Gehölze befallen. Zu den bevorzugten Wirtspflanzen der Larven zählen Arten der Gattungen Schwingel, Rispengras und Raygras, wobei sich die Larven vermutlich auch von den Wurzeln vieler anderer Gräser sowie vereinzelt von krautigen Pflanzenarten ernähren. Adulte Japankäfer wie auch ihre Larven verursachen unspezifische Frassschäden, die nicht eindeutig von einheimischen Pflanzenfressern unterschieden werden können. Zu den Symptomen, die auf adulte Japankäfer hinweisen, gehören Frasslöcher an den Blättern, wobei bei hohem Befall sämtliches Gewebe zwischen den Blattnerven abgefressen sein kann. Anzeichen für das Vorhandensein von Japankäferlarven im Boden sind fleckenartige Verfärbungen des Grases und Ausdünnung des Grasbestands, welche sich beide mit der Zeit vergrössern. Bedeutender als der Primärschaden durch die Japankäferlarven sind häufig Sekundärschäden, welche durch Wildtiere wie Wildschweine, Dachse oder Krähen bei ihrer Nahrungssuche nach Engerlingen verursacht werden. **Besonders gefährdet durch Larvenschäden sind feuchte Wiesen und Weiden, bewässerte Sport- und Freizeitplätze** (z.B. Fussball-, Golf-, Campingplätze, Gartenbäder, Parkanlagen, Gärten) sowie **Baumschulen und Produktionsparzellen von Rollrasen**.

Engerlinge und adulte Japankäfer können **beträchtliche ökonomische Schäden an Kultur- und Zierpflanzen** verursachen. Die Europäische Union hat dabei das jährliche agronomische Schadpotential ohne wirksame Bekämpfung auf rund 2,4 Milliarden Euro geschätzt. Für die Schweiz prognostizierten Fachleute einen jährlichen Ertragsausfall ohne Bekämpfungsmassnahmen im zwei- bis dreistelligen Millionenbereich (CHF), wobei sich das Risiko für die einzelnen Kulturen stark unterscheiden kann.

Der Schaden an den oft bewässerten **Sportplätzen und Rasenflächen** wird ausschliesslich durch die Engerlinge des Japankäfers verursacht. Diese fressen bevorzugt an Graswurzeln, wobei sich die Kosten für den Ersatz befallener Rasenflächen in den USA beispielsweise auf jährlich über 150 Millionen US-Dollar belaufen. Auch wenn der Schaden neben einer Erhöhung des Unfallrisikos auf Sportplätzen meist nur ästhetischer Natur ist, so zieht die Sanierung der geschädigten Flächen hohe Folgekosten nach sich.

Japankäfer können vereinzelt in grosser Anzahl in **Ackerbaukulturen** wie Soja oder Mais vorkommen. Wenn der Japankäfer in Soja gemeinsam mit anderen Schadinsekten auftritt, kann dabei die ökonomische Schadensschwelle erreicht beziehungsweise überschritten werden. Zudem können bei Mais verunkrautete Randzonen von Larven befallen werden. In stark befallenen Gebieten können sich adulte Käfer auch an den Kolbenspitzen ansammeln und den "Maisbart" abfressen. Ökonomische Schäden sind jedoch nur dann zu befürchten, wenn das Abfressen des Maisbartes mit anderen Schadfaktoren wie Hitze- oder Trockenstress zusammenfällt.

Aufgrund seines generalistischen Verhaltens gehören verschiedene **Gemüsekulturen** wie Bohnen, Zuckermais, Tomate, Aubergine, Spargel und Rhabarber zum Wirtspflanzenspektrum des Japankäfers. Adulte fressen Blätter teilweise bis vollständig ab, was die Pflanze schwächt und die Marktfähigkeit des Erntegutes reduziert. Bewässerte Gemüseanbauflächen können in trockenen Sommern zudem auch attraktiv für die Eiablage sein, wodurch Gemüswurzeln von Larven direkt geschädigt werden und es zu Ausdünnungen in der Kultur kommt.

Die meisten in der Schweiz angebauten **Obstbaumarten** sind Wirtspflanzen des Japankäfers. Apfel, Aprikose, Kirsche, Zwetschge, Pfirsich oder auch Haselnuss können stark von adulten Käfern befallen werden. Als Erstes werden die Blätter geschädigt; bei sehr hoher Anzahl an Adulten können aber auch Früchte angefressen werden. In der Schweiz ist davon auszugehen, dass insbesondere die Reife und Ernte von Kirschen, Aprikosen und frühen Zwetschgensorten mit der Flugzeit des Japankäfers zusammenfallen, während die anfällige Reifephase von Äpfeln vermutlich ausserhalb der Flugzeit liegt. Namentlich die Früchte von Aprikosen, nicht eingenetzten Kirschen sowie frühen Zwetschgensorten sind daher besonders gefährdet.

Der Japankäfer kann erhebliche Schäden im **Beerenanbau** anrichten. Adulte Käfer fressen Blätter und Früchte von Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren, was die Photosyntheseleistung der Pflanzen sowie den Ertrag und die Qualität beeinträchtigt. Dies reduziert den Anteil an marktfähigen Früchten stark. Besonders problematisch ist der Frass an reifen Beeren. Ausserdem steigt der Ernteaufwand, da beschädigte Früchte von intakten getrennt werden müssen.

Die **Rebe** ist eine bevorzugte Wirtspflanze adulter Japankäfer. In Italien konnten über 300 Japankäfer an einem einzelnen Rebstock beobachtet werden. Die Käfer verursachen mehrheitlich skelettartige Blattverletzungen, während die meist noch unreifen Beeren selten befallen werden. Obwohl ausgewachsene Reben ein gewisses Mass an Blattfrass tolerieren können, sind Jungreben gegenüber Kahlfrass empfindlich. Insgesamt ist davon auszugehen, dass Japankäferbefall die Bewirtschaftungskosten erhöhen und zu Ertrags- und Qualitätseinbussen führen wird.

Für sämtliche landwirtschaftliche Produktionszweige gilt, dass insbesondere sensible Kulturen in der Nähe von Larvenbrutstätten am stärksten von Schäden durch adulte Japankäfer gefährdet sind, wobei eine besondere Gefahr für diejenigen Kulturen besteht, bei denen die Erntezeit mit dem Flug der Käfer zusammenfällt.

Eine erfolgreiche Ausrottung oder Eindämmung des Japankäfers ebenso wie dessen reguläre Bekämpfung ist nur dann möglich, wenn verschiedene vorbeugende, mechanische, physikalische, biologische, biotechnische und chemische Pflanzenschutzmassnahmen kombiniert werden. Die erste und wichtigste vorbeugende Massnahme ist die Einschleppung und Verschleppung des Japankäfers zu verhindern. Hierfür ist es wichtig, bei der Rückreise aus Befallsgebieten und beim Kauf von risikobehaftetem Pflanzenmaterial vorsichtig zu sein. In Befallsgebieten ist es zudem angebracht, auf eine Bewässerung der Grünflächen während der Flugzeit des Japankäfers zu verzichten. Ausserdem kann dort das Risiko einer Eiablage in Töpfe und sensible Flächen mittels insektensicherer Abdeckung des Bodens (z.B. mit Kokosfasern und anderen Materialien) reduziert werden. Ähnlich können Insektenschutznetze

Kulturen und Topfpflanzen vor Blattfrass und Eiablage schützen. Mittels mechanischer Bodenbearbeitung, angepasstem Bodensubstrat, dem Absammeln von Adulten, dem Einsatz von abstossenden Substanzen (=Repellentien) wie Kaolin und einer gezielten Anpassung des Wirtspflanzenangebotes in der Nähe sensibler Kulturen kann der Befall mechanisch wie physikalisch reduziert werden. Für eine erfolgreiche Regulierung des Japankäfers spielt die biologische Schädlingsbekämpfung eine zentrale Rolle. Besonders erfolgsversprechend ist dabei der Einsatz von Mikroorganismen. Zu diesen gehören insbesondere das Bakterium *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae*, entomopathogene Pilze der Gattungen *Beauveria* und *Metarhizium* sowie hoch spezialisierte Pilze (=Mikrosporidien), welche das Immunsystem der Larven schwächen und sie so anfälliger für andere Pathogene machen. Ausserdem hat sich der Einsatz von Nematoden (Fadenwürmern) zur Bekämpfung von Larven im Boden bewährt. Bei günstigen Bedingungen kann dabei ein Wirkungsgrad über 90 % erreicht werden. In den letzten hundert Jahren wurden in den USA über zwanzig Arten exotischer Parasitoide freigesetzt, wovon sich jedoch nur drei erfolgreich etablierten. Für die Schweiz von Interesse könnten dabei namentlich die Raupenfliege *Istocheta aldrichi* und die Schlupfwespe *Tiphia vernalis* sein. Auch wenn sich heimische Räuber wie Spinnen, Vögel und Säugetiere nachweislich von juvenilen und adulten Japankäfern ernähren, so ist ein gezielter Einsatz dieser heimischen Prädatoren wegen ihrer unspezifischen Ernährungsweise kaum möglich. Der für die Überwachung des Japankäfers entwickelte Lockstoff kann zugleich auch für die biotechnische Bekämpfung des Schädlings mittels Massenfang oder in Kombination mit Insektizid-behandelten Netzen (=LLINs) genutzt werden. Die ersten Ergebnisse für diese Bekämpfungsansätze sind vielversprechend und beide können inner- wie ausserhalb von Kulturf lächen angewendet werden. Zu guter Letzt ist der Einsatz herkömmlicher Insektizide eine einfache und kostengünstige Möglichkeit, um Schädlinge rasch und wirksam zu bekämpfen. Insbesondere die Wirkstoffe Acetamiprid, Deltamethrin und Phosmet haben in italienischen Versuchen bei direktem Kontakt sowie beim Kontakt mit Oberflächen, welche eine Woche zuvor behandelt wurden, eine hohe Wirksamkeit gegen adulte Käfer erzielt (für zugelassene Wirkstoffe in der Schweiz verweisen wir auf die entsprechenden Internetseiten des [Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen](#), BLV).

Die unbeabsichtigte Einschleppung des Japankäfers und seine fortschreitende Verbreitung stellen den Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst und die kantonalen Fachstellen vor eine der grössten Herausforderungen der letzten Jahre. Der Japankäfer ist jedoch nicht nur eine Bedrohung für die Landwirtschaft, sondern auch für öffentliche und private Freizeit- und Parkflächen. Im Gegensatz zu zahlreichen anderen kürzlich in die Schweiz eingeschleppten Schadinsekten ist der Japankäfer seit über einem Jahrhundert in Nordamerika präsent. Entsprechend umfangreich ist das vorhandene Wissen zu seiner Biologie, Ökologie und Bekämpfung. Zwei Besonderheiten sind dabei hervorzuheben: Erstens sind neben der Landwirtschaft und dem produzierenden Gartenbau auch viele öffentliche und private Freizeitflächen, Parks und Gärten betroffen. Zweitens gibt es eine klare räumliche Trennung zwischen dem Auftreten von Eiern, Larven und Puppen sowie den adulten Käfern. Dies führt dazu, dass Pflanzenschutzmassnahmen im Lebensraum der adulten Käfer wenig erfolgsversprechend sind, wenn nicht gleichzeitig der ständige Nachschub aus den häufig schwer auffindbaren Larvengebieten unterbunden wird. **Die Entwicklung nachhaltiger Schutzstrategien muss daher über die bewirtschaftete Parzelle hinaus erfolgen und aus einer Kombination verschiedener Massnahmen bestehen**, auch wenn diese für sich alleine oft nur teilweise wirksam sind. **Integrierte Bekämpfungsstrategien müssen also situativ den Kulturen, den Eigenschaften der Landschaft sowie dem vorhandenen Wirtspflanzenangebot angepasst werden.**

Zusammenfassend schätzen wir, dass die in den USA und in jüngster Zeit in Italien und im Tessin gewonnenen Erkenntnisse eine wertvolle Basis für die Bekämpfung des Japankäfers bilden. Nichtsdestotrotz ist es heute schwierig, die gefährdeten Kulturen innerhalb der Schweiz lokal einzugrenzen, das Schadpotential des Japankäfers kleinräumig abzuschätzen und den finanziellen Schaden für die Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft zu beurteilen. Wir gehen aber davon aus, dass **bewässerte Rasenflächen wie Sport- und Golfplätze, Rollrasenproduktionsflächen, öffentliche Parks sowie private Gärten am meisten von Larvenbefall betroffen sein werden**. Daneben werden **anfällige Kulturen in der Nähe der Larvenbrutstätten am stärksten durch Schäden adulter Japankäfer gefährdet sein, insbesondere wenn die Ernteperiode mit der Flugzeit der Adulten zusammenfällt**.

1 Einleitung

Der Japankäfer (*Popillia japonica*) ist in Nordostasien heimisch und wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts in die USA eingeschleppt. Er ist dort inzwischen weit verbreitet und hat sich lokal auch in Kanada angesiedelt. Während der Japankäfer in seinem Ursprungsgebiet Japan ein eher unbedeutender Schädling ist, richtet er in Nordamerika jährlich Schäden in der Höhe von mehreren hundert Millionen US-Dollar an (USDA, 2015). In Europa wurde dieser Blatthornkäfer erstmals in den 70er-Jahren auf den Azoren gefunden, wo er trotz Tilgungsmassnahmen (=Ausrottungsmassnahmen) noch immer vorkommt. 2014 meldete Italien einen Ausbruch in der Nähe von Mailand, der nicht getilgt werden konnte und von wo aus sich dieser Quarantäneorganismus trotz eingeleiteter Eindämmungsmassnahmen weiter ausbreitete. Als Folge wurden 2017 im grenznahen Stabio (TI) erstmals Japankäfer auf Schweizer Boden gefangen. Der Schädling besiedelte rasch das Südtessin. Zusätzlich wurden 2023 auch im Kanton Wallis südlich des Simplonpasses Käfer gefangen. Ebenfalls 2023 wurde eine kleine isolierte Population im zürcherischen Kloten entdeckt, 2024 eine in der Region Basel sowie weitere in den Kantonen Solothurn und Schwyz. Darüber hinaus wurden seit 2021 nördlich der Alpen einzelne Individuen entlang von Hauptverkehrsachsen gefangen.

In der Schweiz, wie auch in Europa, ist der Japankäfer als prioritärer Quarantäneorganismus geregelt. Es besteht somit eine Melde- und Bekämpfungspflicht (der PGesV [SR 0.916.20](#)). Ein bestätigtes Vorkommen des Japankäfers zieht daher je nach Situation Tilgungs- oder Eindämmungsmassnahmen nach sich. Menschliche Aktivitäten wie Waren- und Personenverkehr und der Handel von pflanzlichen Produkten ermöglichen die Verschleppung von adulten Käfern, Eiern und Larven über weite Distanzen. Ausserdem können sich die Käfer durch aktiven Flug einige Kilometer weit ausbreiten.

In den folgenden Kapiteln geben wir einen Einblick in die Biologie und Ökologie des Japankäfers sowie in die rechtlichen Grundlagen zu seiner Regelung. Darüber hinaus schätzen wir die Gefahr des Japankäfers für verschiedene Kulturen ab und gehen auf Bekämpfungsmassnahmen ein, welche heute bei der Umsetzung der gesetzlich vorgeschriebenen Bekämpfung dieses Quarantäneorganismus zum Tragen kommen. Ausserdem stellen wir weitere Bekämpfungsmassnahmen vor, welche derzeit in früher kolonisierten Verbreitungsgebieten eingesetzt werden.

2 Biologie

Der Japankäfer (*Popillia japonica*) wurde 1841 vom englischen Entomologen Edward Newman erstmals beschrieben. Innerhalb der Ordnung der Coleoptera (Käfer) gehört diese Art zu der Familie der Scarabaeidae (Blatthornkäfer, Unterfamilie Rutelinae), zu welcher auch beispielsweise Mai-, Juni- und Rosenkäfer gehören (siehe 2.1.5 Ähnliche einheimische Käferarten). Daneben umfasst die Gattung *Popillia* insgesamt mehr als 300 Arten, wobei die meisten in Afrika und Asien heimisch sind (EPPO, 2006; EFSA, 2023). Der Japankäfer ist hingegen bis anhin der einzige in Mitteleuropa vorkommende Vertreter dieser Gattung.

2.1 Morphologie



Abbildung 1: Lebensstadien des Japankäfers (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).

Die erwachsenen Japankäfer können mit etwas Übung visuell eindeutig identifiziert werden. Die Identifikation von Eiern, Larven und Puppen (Abbildung 1) ist hingegen anspruchsvoller und verlangt neben den nötigen optischen Hilfsmitteln, namentlich ein gutes Binokular (EPPO, 2006), auch entomologische Fachkenntnisse.

2.1.1 Adulte



Abbildung 2: Adulter Japankäfer und Grössenvergleich (© Christian Schweizer & Christian Linder, Agroscope).

Adulte Japankäfer sind von ovalem Körperbau, 8–12 mm lang (Abbildung 2) und insgesamt nicht grösser als ein 5-Rappen-Stück. Kopf und Halsschild sind metallisch gold-grün schimmernd, während die Deckflügel kupferbraun sind. Der Hinterleib, die Fühler sowie die Beine des Käfers sind glänzend schwarz. **Charakteristisch sind fünf weisse Haarbüschel an jeder Seite des Hinterleibes, sowie zwei weitere Büschel auf dem letzten Abdominalsegment (auf dem Ende des Hinterleibs von oben betrachtet).** Die einzelnen Haarbüschel sind deutlich voneinander abgegrenzt und bestehen aus kurzen, borstigen Haaren. Sie sind nicht zu verwechseln mit der eher diffus verteilten, langen und feinen Behaarung der heimischen Juni- und Gartenlaubkäfer oder den weissen Flecken von Maikäfern und Rosenkäfern, welche aus enganliegenden, weissen Schuppen bestehen. Weibchen sind in der Regel grösser als Männchen, und die beiden Geschlechter lassen sich anhand der Form der Tibia (=Schienenbein) und des Tarsus (=Fuss) an den beiden Vorderbeinen unterscheiden (Abbildung 3). Der Tibiasporn der Männchen (Abbildung 3a) ist spitzer und stark nach aussen gekrümmt, die Tarsen sind kürzer und kräftiger als die der Weibchen. Der Tibiasporn der Weibchen (Abbildung 3b) ist wenig gekrümmt bis ganz gerade und an der Spitze deutlich abgerundet (EPPO, 2006).

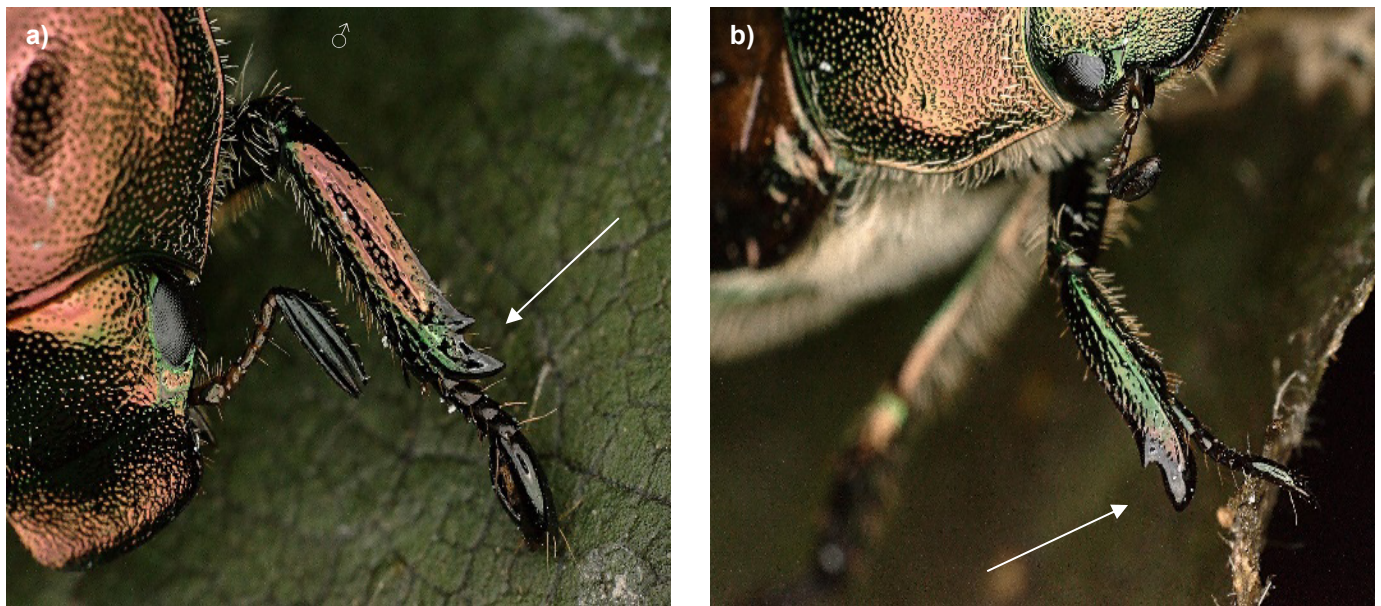


Abbildung 3: Tibiasporn eines a) männlichen und b) weiblichen Japankäfers. Beim Männchen (♂) ist der Sporn spitz und stark nach aussen gekrümmt während er beim Weibchen (♀) runder und weniger gekrümmt ist (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.1.2 Eier



Abbildung 4: Eier des Japankäfers (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Frisch gelegte Eier sind bezüglich Grösse und Form recht variabel. Sie können kugelförmig mit einem Durchmesser von 1,5 mm, ellipsoid und von 1,5 mm Länge sowie 1,0 mm Breite oder fast zylindrisch sein (Abbildung 4). Die Farbe reicht von durchscheinend bis cremeweiss und die äussere Oberfläche ist durch eine sechseckige Musterung gekennzeichnet. Während der embryonalen Entwicklung verdoppelt sich das Volumen der Eier und sie werden kugelförmiger (EPPO, 2006). Die Eier können aufgrund ihrer morphologischen Merkmale allein nicht eindeutig der Art *P. japonica* zugeordnet werden.

2.1.3 Larven

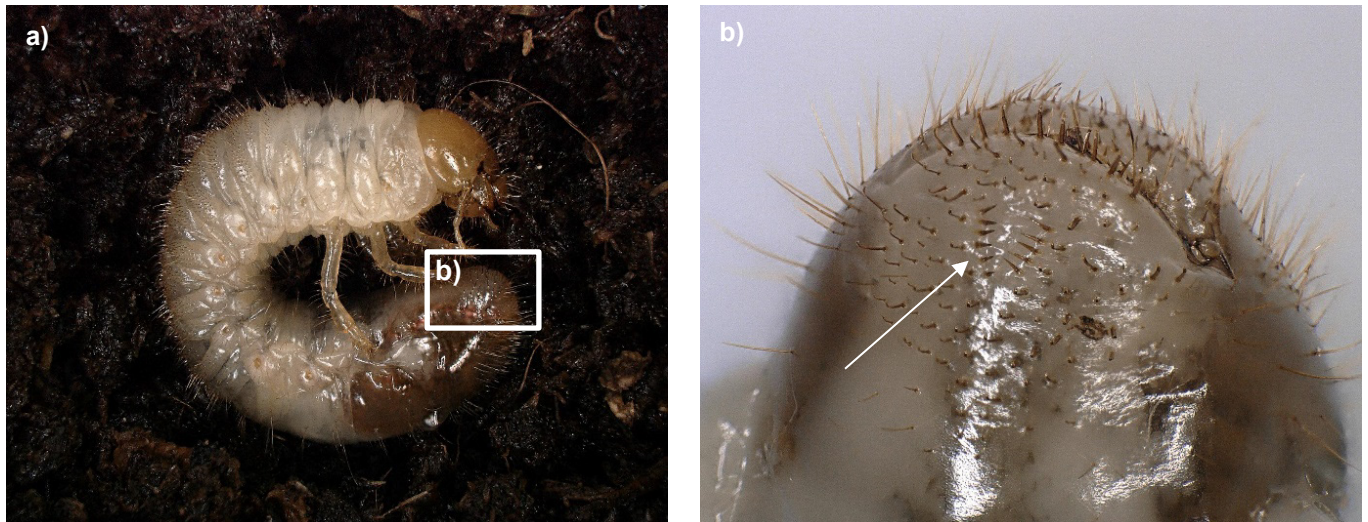


Abbildung 5: C-förmig gekrümmte a) Larve des 3. Stadiums des Japankäfers sowie b) Detailansicht ihres artspezifischen Rasters mit V-förmig angeordneten Dörnchen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Die Larven aller Blatthornkäfer nennt man auch Engerlinge. Sie sind durch einen typischen, c-förmig gekrümmten und weiss gefärbten Körper gekennzeichnet. Solange die Engerlinge fressen, sieht man durch die dünne Haut am Hinterleibsende den Darminhalt durchscheinen, sodass die Käfer dort grau bis schwarz gefärbt erscheinen. Engerlinge besitzen zudem eine deutlich abgesetzte und stark verhärtete, braune Kopfkapsel mit gut sichtbaren Mundwerkzeugen. Auch die drei braunen Brustbeinpaare sind gut sichtbar, deutlich gegliedert und voll funktionsfähig. Die Engerlinge des Japankäfers (Abbildung 5a) durchlaufen drei Larvenstadien, wobei das erste Stadium nur 1,5 mm lang und schwach gefärbt ist. Die Rückenlänge des 2. Stadiums misst 1–2 und die des dritten 2–3 cm.

Engerlinge lassen sich anhand des sogenannten Rasters eindeutig einer bestimmten Art zuordnen. Der Raster ist eine charakteristische Anordnung von Dörnchen auf der Bauchseite des letzten Abdominalsegments. Er ist nur mit einer starken Handlupe oder einem Binokular sichtbar. Bei *P. japonica* besteht der Raster aus **5–7 Dörnchen pro Seite, die V-förmig angeordnet sind** (Abbildung 5b). Er liegt unmittelbar vor der Analspalte, welche quer und geradlinig über das Hinterleibsende verläuft. Anhand dieses Merkmals können Japankäferlarven eindeutig von heimischen Engerlingen unterschieden werden (EPPO, 2006).

2.1.4 Puppen



Abbildung 6: Puppe des Japankäfers (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Den Abschluss der Entwicklung machen ein Vorpuppenstadium und die Puppe. Als Vorpuppe wird eine vollentwickelte Larve bezeichnet, welche die Nahrungsaufnahme eingestellt und ihre Aktivität auf Grund innerer physiologischer Veränderungen reduziert hat. Sie unterscheidet sich vom 3. Larvenstadium nur dadurch, dass der Darm geleert ist und das Hinterleibsende daher weiss gefärbt ist – wie der restliche Körper. Die Puppen (Abbildung 6) des Japankäfers sind im Durchschnitt 14 mm lang und 7 mm breit. Sie ähneln adulten Käfern, wobei Flügel, Beine und Antennen eng am Körper anliegen und funktionslos sind. Die Farbe ändert sich von anfangs weisslich zu hellbraun und schlussendlich einem metallischen Grün. Im Gegensatz zu den Weibchen verfügen Männchen über eine dreilappige Ausstülpung, welche die sich entwickelnden Genitalien auf den hinteren ventralen Abdominalsegmenten bedeckt. Anhand dieses Merkmales können die beiden Geschlechter auch im Puppenstadium voneinander unterschieden werden (EPPO, 2006).

2.1.5 Ähnliche einheimische Käferarten

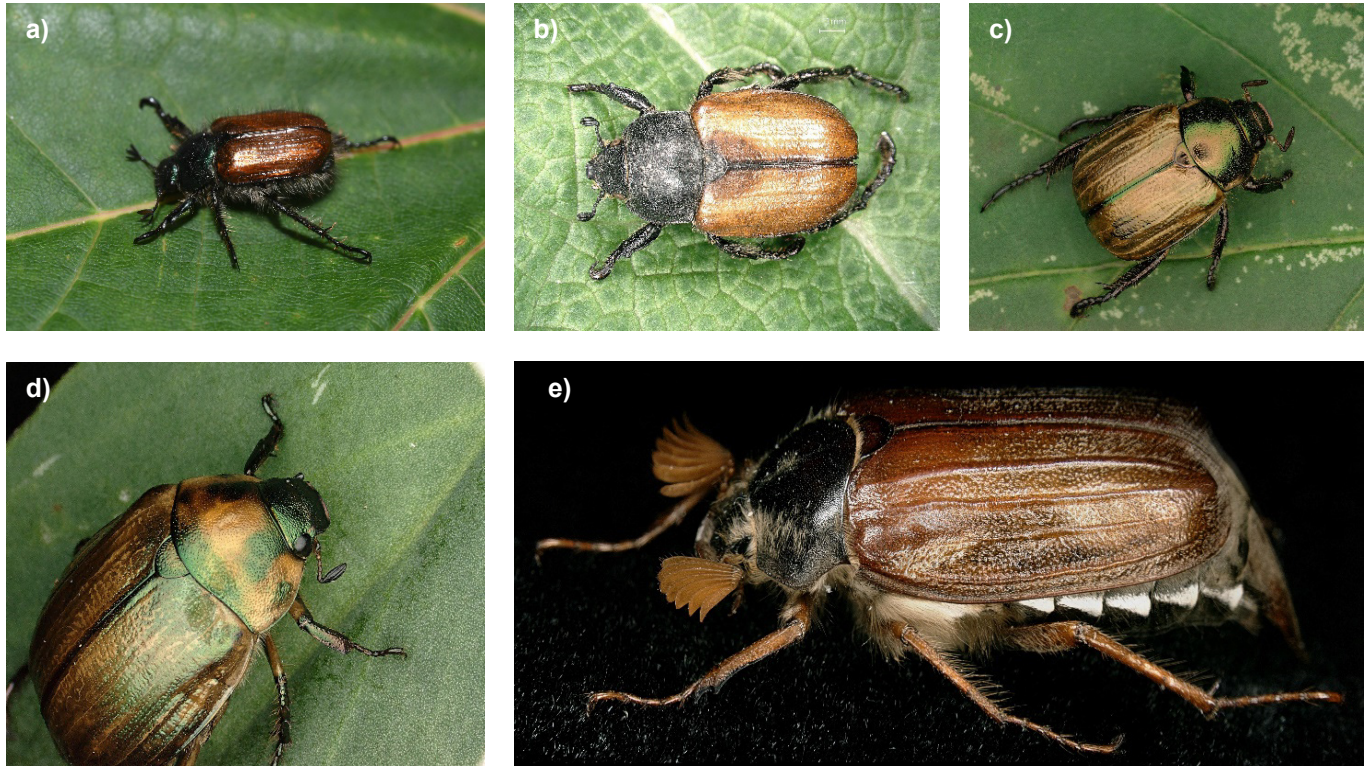


Abbildung 7: Verschiedene einheimische Blatthornkäfer: a) Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola*), b) Zottiger Getreidekäfer (*Anisoplia villosa*), c) Mediterraner Junikäfer (*Mimela junii*), d) Kleiner Julikäfer (*Anomala dubia*) sowie e) Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha*) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Adulte Japankäfer lassen sich relativ einfach von den meisten einheimischen Blatthornkäfern unterscheiden (Abbildung 7). Von Gestalt, Farbe und Grösse gleichen dem Japankäfer noch am ehesten der weitverbreitete Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola*), der Zottige Getreidekäfer (*Anisoplia villosa*) sowie der seltene Mediterrane Junikäfer (*Mimela junii*). Im Gegensatz zu diesen Arten (Abb. 7a-c) verfügt *P. japonica* jedoch über die charakteristischen **fünf weissen Haarbüschel an jeder Seite des Hinterleibes sowie die zusätzlichen zwei Büschel am letzten Abdominalsegment**. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist das kennzeichnende Alarmverhalten des Japankäfers, denn **bei Gefahr spreizen die Adulten ein einzelnes Beinpaar ab** (Abbildung 8). Ähnlichen einheimischen Käferarten ist dieses Verhalten fremd.



Abbildung 8: Alarmverhalten des adulten Japankäfers, wobei ein Beinpaar bei Gefahr abgespreizt wird (© Christian Schweizer, Agroscope).

2.2 Lebenszyklus und Fortpflanzung

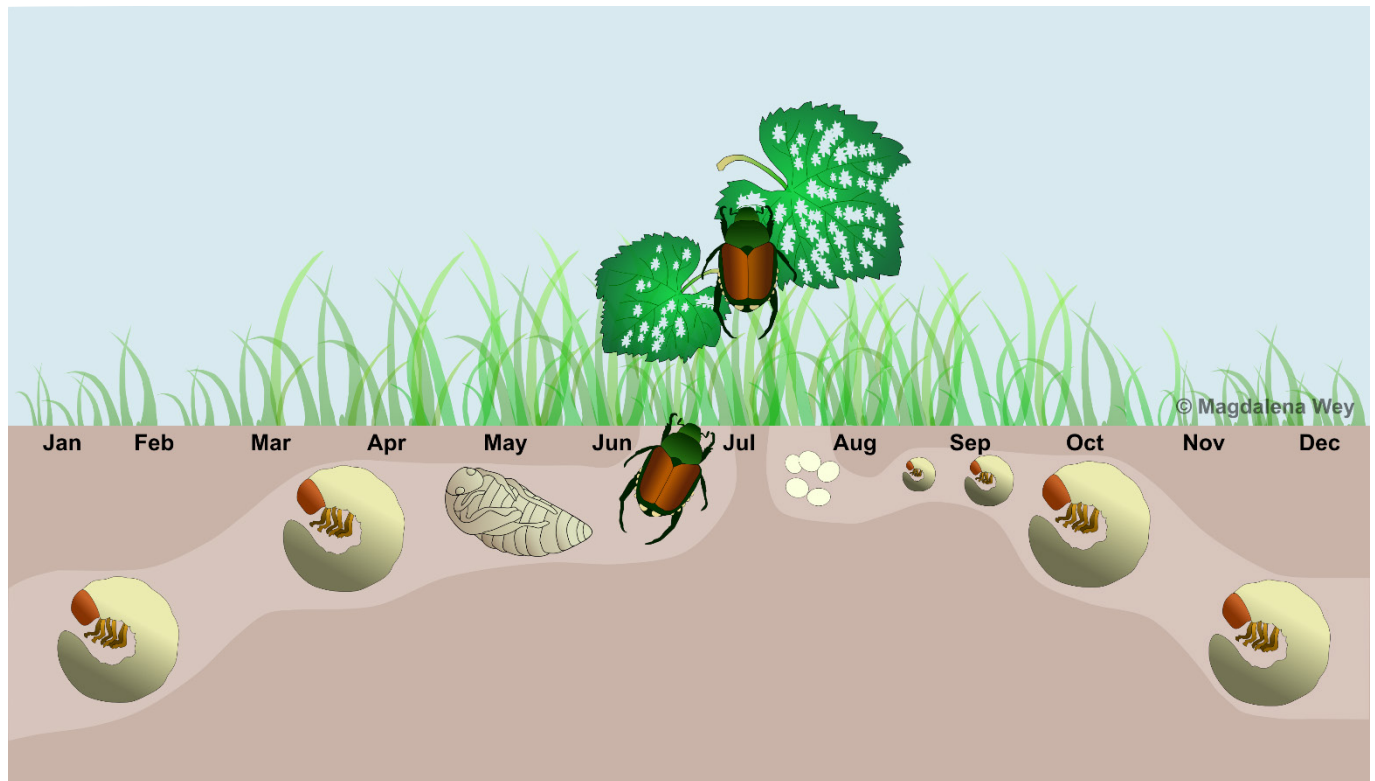


Abbildung 9: Lebenszyklus des Japankäfers (© Magdalena Wey, Agroscope).

Wie sämtliche wechselwarmen Insekten, steuert der Verlauf der Umgebungstemperatur auch beim Japankäfer das Überleben, die Entwicklung, den Lebenszyklus und die Fortpflanzung des einzelnen Individuums sowie die Phänologie, Populationsdynamik und Verbreitung der Art (Régnière et al., 2012). Im grössten Teil seines heimischen und invasiven Verbreitungsgebiets durchläuft *P. japonica* eine Generation pro Jahr (Abbildung 9), während in kühleren Regionen und Jahren der Fortpflanzungszyklus zwei Jahre dauern kann (EPPO, 2016). Auch in der Schweiz ist davon auszugehen, dass der Japankäfer an den meisten Standorten in Talnähe seinen Lebenszyklus innerhalb eines Jahres durchläuft.

Japankäferweibchen können sich mehrmals verpaaren und legen über den Sommer insgesamt 40 bis 60 Eier ab. Für gewöhnlich **werden die Eier in feuchte oder bewässerte Graslandschaften abgelegt**. Bevorzugt in Böden von mittlerer bis hoher Feuchte werden die Eier einzeln oder in kleineren Gruppen gelegt. Dafür können die Weibchen auch eine Art Bruthöhle in den obersten 10 cm des Erdreichs graben (Potter & Held, 2002). Nach etwa zwei Wochen schlüpfen die Larven und beginnen, sich an den vorhandenen Wurzeln zu ernähren, wobei ihre Aktivität dabei auch die Bodenstruktur verändern kann (MacLeod et al., 2024). Bis zum Winter häuten sich die meisten Engerlinge zwei Mal und ziehen sich dann zum Schutz vor der Kälte bis zu 30 cm in tiefere Bodenschichten zurück. Steigen die Temperaturen im Frühjahr über 12,8 °C, beenden die Larven ihre Winterruhepause (Gilioli et al., 2022) und kehren in die Wurzelzone zurück, wo sie ihre Entwicklung abschliessen. Das Vorpuppenstadium fertigt einen Erdkokon an, in dem anschliessend die Verpuppung stattfindet. Puppen sind in diesem Erdkokon gut getarnt und daher im Boden schwer auffindbar. Nach ein bis zwei Wochen schlüpfen die adulten Käfer, wobei die Männchen zuerst das Erdreich verlassen und die Weibchen bereits über reife Eier verfügen (Régnière et al., 1981). Kurz nach dem Schlupf beginnen die Käfer an den Blättern, Trieben und Früchten einer Vielzahl von Wirtspflanzen zu fressen und sich fortzupflanzen (EPPO, 2016).

In den heute besiedelten Gebieten der Schweiz entwickelt der Japankäfer eine Generation pro Jahr. Die Lebensdauer der adulten Individuen beträgt für gewöhnlich 4 bis 6 Wochen. Im Mai und Juni beginnen die adulten Käfer zu fliegen und sich zu paaren. Die Flugzeit dauert von Mitte Mai bis September mit einer Hauptflugzeit im Juli. Die Käfer sind vor allem bei Temperaturen zwischen 20 und 35 °C, wenig Wind und einer Luftfeuchtigkeit von über 60 % aktiv. Die Phänologie von *P. japonica* kann mit Hilfe von Modellen vorhergesagt werden (z.B. Régnière et al., 1981;

Ebbenga et al., 2022b; Gilioli et al., 2022). Der Flugbeginn der Adulten wird häufig mittels der Aufsummierung der mittleren Gradtage ab dem 1. Januar berechnet, wobei der untere Schwellenwert bei 15 °C und der obere bei 21,7 °C liegt (Ebbenga et al., 2022b). Laut diesem Modell werden in den Fällen die ersten 10 % der adulten Käfer bis 257 °C Gradsummentage gefangen. Des Weiteren gehen diese Berechnungen davon aus, dass in Regionen, wo die jährliche Gradsumme der Tage über 10 °C geringer als 1422 °C ist, die Larvenentwicklung zwei Jahre dauert. In wärmeren Gegenden tritt hingegen jeweils eine Generation pro Jahr auf.

Mathematische Modelle für Norditalien weisen auch darauf hin, dass der Populationsaufbau von *P. japonica* einem logistischen Muster folgt und daher entlang einer sigmoiden (=S-förmigen) Kurve verläuft. Das heisst, dass die Japankäferpopulation in den zwei bis drei Jahren nach der Erstbesiedelung eher klein bleibt, was eine Früherkennung des Schädlings erschwert. Danach steigt die Population in geeigneten Lebensräumen rasch an und 4–5 Jahre nach dem ersten Auftreten können täglich über zweihundert adulte Käfer in einer Falle gefangen werden. Laut diesen Modellvorhersagen ist die maximale Populationsdichte von *P. japonica* ohne Bekämpfungsmassnahmen 7–8 Jahre nach einer Besiedelung erreicht (Gotta et al., 2023).

2.3 Wirtspflanzen und Schadsymptome

Das Wirtspflanzenspektrum des Japankäfers umfasst **mehr als 400 Pflanzenarten aus mindestens 79 Pflanzenfamilien** (EPPO, 2016; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Es gilt jedoch zu beachten, dass sich adulte Käfer und Larven von unterschiedlichen Wirtspflanzenarten ernähren. Wir gehen daher erst auf das Nahrungsspektrum der adulten Käfer sowie ihre Frassschäden ein und beschreiben anschliessend die Wirtspflanzen der Larven sowie die verursachten Schadsymptome.

2.3.1 Bevorzugte Wirtspflanzen der Adulten

Zu den Wirtspflanzen der adulten Japankäfer gehören landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Zierpflanzen und Wildpflanzen. Reben (*Vitis* spp.), Steinobst (*Prunus* spp.), Äpfel (*Malus* spp.), Hasel (*Corylus avellana*), Brombeeren und Himbeeren (*Rubus* spp.), Heidelbeeren (*Vaccinium* spp.), Mais (*Zea mays*), Soja (*Glycine max*), Hopfen (*Humulus lupulus*), Luzerne (*Medicago sativa*), Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) und Spargel (*Asparagus officinalis*) sind die am stärksten betroffenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Vom Frass von adulten Käfern sind jedoch auch viele weitverbreitete Zierpflanzen wie Rosen (*Rosa* spp.), Glyzinen (*Wisteria* spp.) oder Zaunreben (*Parthenocissus* spp.) betroffen. Der Käfer ernährt sich zudem auch vom Laub einheimischer Gehölze, insbesondere von Ahorn (*Acer* spp.), Linden (*Tilia* spp.), Pappeln (*Populus* spp.), Eichen (*Quercus* spp.), Ulmen (*Ulmus* spp.), Weiden (*Salix* spp.) oder Schwarzdorn (*Prunus spinosa*). Des Weiteren wurden in europäischen Befallsgebieten auch Frassspuren an vielen krautigen Pflanzen wie z.B. Brennesseln (*Urtica* spp.), Nachtkerzen (*Oenothera* sp.) und Fingerkraut (*Potentilla* sp.) beobachtet (EPPO, 2016).

2.3.2 Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Adulte



Abbildung 10: Blattfrass an verschiedenen Wirtspflanzen (© Mauro Jermini & Patrik Kehrli, Agroscope).

Die von adulten Japankäfern verursachten **Frassschäden sind leicht zu erkennen, jedoch unspezifisch**, da auch andere Insekten mit beissenden Mundwerkzeugen (z.B. andere Blatthornkäferarten, Blattkäfer (Chrysomelidae), Schmetterlingsraupen...) oder auch Schnecken ähnliche Symptome hervorrufen können. Zu den Symptomen, die auf adulte Japankäfer hinweisen, gehören **Frasslöcher an den Blättern von Wirtspflanzen** (Abbildung 10). Bei hohen Populationsdichten kann sämtliches Gewebe zwischen den Blattnerven abgefressen sein, was zu einer vollständigen Skelettierung der Blätter führen kann, da die Blattnerven intakt bleiben (=Aderskelett). Stark geschädigte Blätter werden rasch braun und fallen mit der Zeit ab. An Wirtspflanzen mit dünnen Blättern und feiner Aderung wie auch an Blütenblättern fressen die Käfer komplette, unregelmässig geformte Teile weg. Ebenso weisen Früchte unregelmässige Frassspuren auf.

Die **Käfer sammeln sich zum Frass oft in Gruppen und beginnen mit dem Fressen von frischen Blättern an der Spitze einer Pflanze**, um daraufhin nach und nach darunterliegende Pflanzenteile zu befallen (EPPO, 2016). Dabei fressen die Käfer zum Teil einzelne Pflanzen komplett kahl, während benachbarte Pflanzen kaum Frassspuren aufweisen. Der Blattverlust schwächt die Pflanze und kann die Menge und die Qualität des Ertrags mindern, während der Frass an Früchten und Blüten eine direkte Auswirkung auf die Marktfähigkeit des Erntegutes haben kann.

2.3.3 Bevorzugte Wirtspflanzen der Larven

Das Wirtspflanzenspektrum von Japankäferlarven ist weniger gut bekannt, denn ihre unterirdische Entwicklung führt zu einer erheblichen Ungewissheit über die genaue Anzahl an Pflanzenarten, an denen die Larven ihren Lebenszyklus vollenden können. An welchen Wurzeln Engerlinge fressen, hängt in erster Linie davon ab, welche Pflanzenarten in unmittelbarer Nähe des Eiablageortes wachsen. **Zu den wichtigsten Arten im Grünland** gehören die Gattungen **Schwingel** (*Festuca* spp.), **Rispengras** (*Poa* spp.) und **Raygras** (*Lolium* spp.) (EPPO, 2016). Man geht jedoch davon aus, dass sich die Larven auch von den Wurzeln vieler anderer Grasarten sowie vereinzelt auch von krautigen Pflanzenarten ernähren können. Des Weiteren legen Weibchen ihre Eier bevorzugt in feuchte, aber nicht nasse, ungestörte Böden ab. Ideale Flächen zur Eiablage sind daher feuchte Wiesen und Weiden, bewässerte Rasenflächen sowie Feuchtgebiete.

2.3.4 Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Larven



Abbildung 11: Larvenfrass des Japankäfers an einem Rasen, was zu einer Vergilbung und Ausdünnung des Grasbestands führt (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).

Engerlinge des Japankäfers verursachen Frassschäden an den Wurzeln ihrer Wirtspflanzen, dabei sind die Symptome des Larvenfrasses wie die der Adulten unspezifisch. Sie ähneln insbesondere larvalem Maikäferfrass (*Melolontha* spp.). Anzeichen für das Vorhandensein von Japankäferengerlingen im Boden sind fleckenartige Verfärbungen des Grases, welche sich mit der Zeit vergrössern (Abbildung 11). Zuerst erfolgt meist eine Ausdünnung des Grasbestands, welche mit einer Vergilbung respektive einem Verwelken der Fläche einhergeht. Bei Wasserstress können diese Grasflächen im Spätsommer oder Frühherbst auch ganz absterben. Bei starkem Befall der Rasenfläche mit Engerlingen von *P. japonica* lässt sich diese leicht anheben und zurückrollen, da die Wurzeln vollständig von den oberirdischen Pflanzenteilen getrennt sind. Bei empfindlichen Pflanzenarten sind Befallssymptome bereits ab 15-20 Larven/m² sichtbar (Crutchfield et al., 1995). Dagegen lässt sich bei einigen anderen Pflanzenarten auch bei 600 Larven/m² noch kein Befall erkennen. Generell sind bei ausreichender Bewässerung und Düngung sowie niedrigeren Temperaturen weniger Schäden sichtbar (Crutchfield et al., 1995).

Bei grösseren Larvendichten im Boden verursachen Wildtiere wie Wildschweine, Dachse und Krähen, die im Grasland nach Engerlingen suchen, gut sichtbare, indirekte Schäden (EPPO, 2016). Diese Sekundärschäden sind häufig bedeutender als der von den Engerlingen verursachte Schaden. Besonders gefährdet sind feuchte Wiesen und Weiden, bewässerte Sport- und Freizeitplätze wie Fussballplätze, Golfplätze, Pferderennbahnen, Campingplätze, Freibäder, Parkanlagen und Gärten, Baumschulen sowie Produktionsparzellen von Rollrasen und bewässerte Weiden.

2.4 Natürliche Gegenspieler

Die Fauna der natürlichen Gegenspieler des Japankäfers im asiatischen Verbreitungsgebiet wurde in den 1920er Jahren eingehend untersucht, um Arten zu identifizieren, die für die klassische biologische Schädlingsbekämpfung in die USA importiert werden könnten. Insgesamt wurden in Japan sieben Parasitoidenarten gefunden, die *P. japonica* befallen, darunter fünf Arten aus der Familie der Raupenfliegen (Tachiniden), welche ausschliesslich erwachsene Käfer parasitieren, sowie zwei Larvenparasitoide aus der Familie der Tachinidae (Diptera) bzw. der Scoliidae (Hymenoptera), welche die Engerlinge befallen. Von diesen Parasitoiden waren drei Tachinidenarten relativ häufig, nämlich *Istocheta aldrichi*, *Hamaxia incogrua* und *Prosenia siberita*, wobei erstere die höchste Parasitierungsrate aufwies (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933). Als Frassfeinde (auch Räuber oder Prädatoren genannt) sind Ameisen (Formicidae) und Laufkäfer (Carabidae) bekannt, da sie beim Frass von Eiern und Larven beobachtet wurden (Terry et al., 1993; Zenger & Gibb, 2001). Des Weiteren werden adulte Käfer sowie Engerlinge von verschiedenen Vogelarten wie Krähen (*Corvus* spp.), Staren (Sturnidae) und Möwen (Laridae) gefressen. Maulwürfe (Talpidae), Wildschweine (Suidae) sowie vermutlich auch Dachse und Füchse ernähren sich ebenfalls von den Engerlingen im Boden (Sim, 1934). Ausserdem sind Käfer und Larven anfällig für entomopathogene Mikroorganismen, wie z.B. Pilze der Gattungen *Metarhizium*, *Beauveria* und *Ovavesicula*, sowie Bakterien der Gattung *Paenibacillus* und *Rickettsia*. Engerlinge werden zudem auch von entomopathogenen Nematoden (=Fadenwürmer) der Gattungen *Steinernema*, *Heterorhabditis* und *Hexamermis* (Abbildung 12) befallen (CABI, 2022).



Abbildung 12: Von einem Fadenwurm der Gattung *Hexamermis* befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.5 Vorkommen und Verbreitung

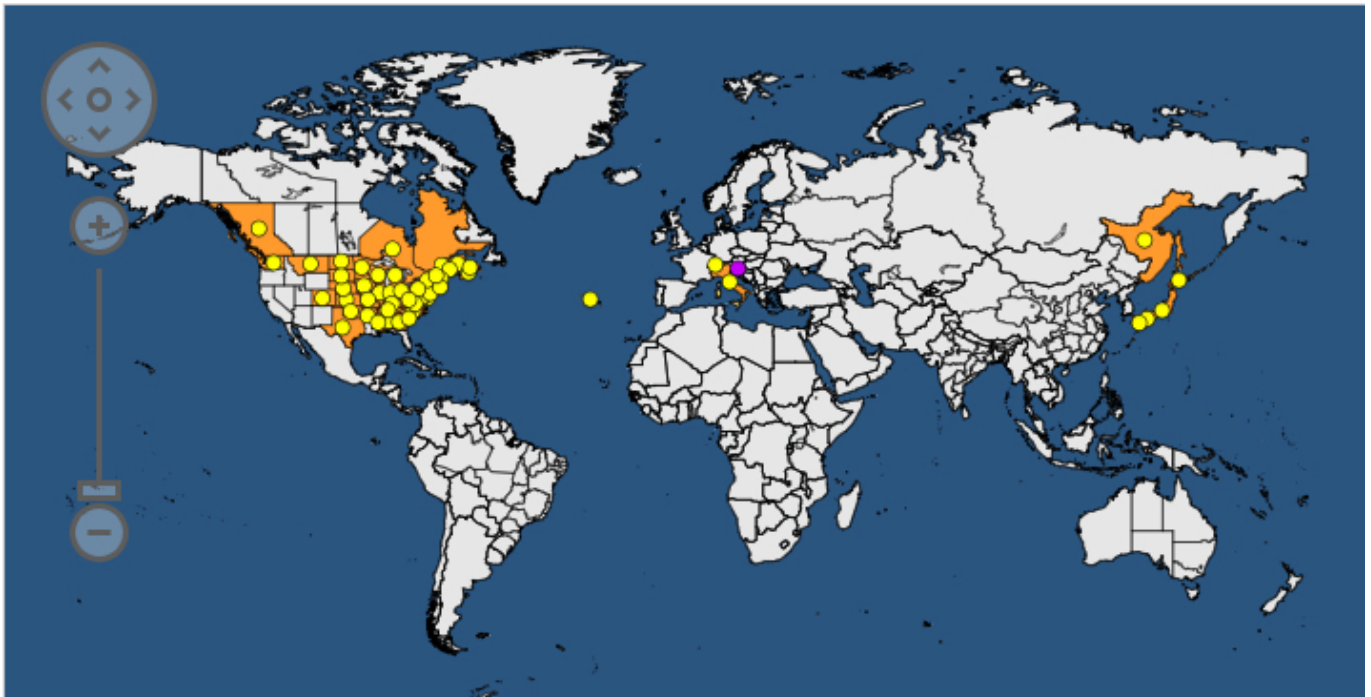


Abbildung 13: Globale Verbreitungskarte des Japankäfers, wobei die regionale Auflösung ungenau ist, da einzelne Länder und Bundesstaaten als Ganzes eingefärbt werden (© EPPO Global Database, letzte Aktualisierung 7.11.2024, <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution>).

Der Japankäfer ist **im Norden Japans und auf den russischen Kurileninseln heimisch**. Infolge anthropogener Einschleppung etablierte sich der Japankäfer in Nordamerika, auf den Azoren und vor Kurzem auch in Norditalien, von wo aus die südliche Schweiz besiedelt wurde (Abbildung 13) (EPPO, 2024). Daneben liegen unbestätigte Meldungen vor, dass *P. japonica* ebenfalls in Vietnam (2011), Bhutan (2015), China und Taiwan (2020) und Südkorea (2020) beobachtet wurde (Streito & Chartois, 2022), wobei die koreanische Meldung auch nach einer umfassenden Untersuchung bis heute nicht bestätigt werden konnte. Es handelte sich daher vermutlich um Verwechslungen mit der nahverwandten Art *Popillia quadriguttata*. Ebenso werden die Berichte zum Fund des Japankäfers aus China als ungültig oder unzuverlässig betrachtet (EPPO, 2016). Insgesamt geht man davon aus, dass *P. japonica* in sämtlichen Regionen vorkommen kann, wo die mittlere Bodentemperatur in 0,5 bis 1 m Tiefe im Sommer zwischen 17,5 und 27,5 °C liegt und im Winter nicht unter -9,4 °C fällt (CABI, 2022). **Mitteleuropa scheint daher besonders geeignet zu sein**, während nordeuropäische Länder einem geringeren Befallsrisiko ausgesetzt sind (Borner et al., 2023).

In den USA wurde *P. japonica* erstmals 1916 in einer Baumschule von New Jersey **nachgewiesen**. Mit Ausnahme von Florida ist der Japankäfer heute in allen östlichen Bundesstaaten weit verbreitet. In Kanada ist das Vorkommen des Schädlings hingegen auf die südlichen Teile von Ontario und Quebec beschränkt. In den frühen 1970er Jahren wurde *P. japonica* erstmals auf der portugiesischen Insel Terceira auf den Azoren identifiziert. Heute kommt die Art auf acht der neun Azoren-Inseln vor. **Auf dem europäischen Festland wurde der Japankäfer erstmals im Jahr 2014 nachgewiesen**, als ein Ausbruch im norditalienischen Naturpark «Parco naturale lombardo della Valle del Ticino» gemeldet wurde. Etwa 180 adulte Käfer wurden auf einer 2 km langen Strecke bei Turbigo gesammelt. Obwohl der Weg der Einschleppung unbekannt ist, liegt der Fundort in unmittelbarer Nähe des Mailänder Flughafens Malpensa und eines amerikanischen Luftwaffenstützpunktes, was eine Einschleppung dieser Japankäfer mittels Flugzeug nahelegt (EPPO, 2016). Seither breitete sich diese Population über ganz Norditalien aus und erreichte drei Jahre später die Schweiz (TI).

Erstmals auf Schweizer Boden wurden Japankäfer 2017 in der Tessiner Grenzgemeinde Stabio **gefangen**. Die Fangzahlen des Schädlings stiegen seither rasant an und die Population breitete sich Richtung Norden aus, wobei die Befallszone 2024 erstmals auch Teile der Magadinoebene umfasste. Zusätzlich wurden 2023 auch erstmals mehrere tausend Käfer im Kanton Wallis südlich des Simplonpasses gefangen. Es ist davon auszugehen, dass diese Population auf natürlichem Weg von Norditalien her eingewandert ist. Ebenfalls 2023 wurde eine kleine isolierte

Population im zürcherischen Kloten entdeckt. 2024 stiess man auf weitere kleine isolierte Populationen im Raum Basel, sowie in den Kantonen Solothurn und Schwyz. Ausserdem wurde im Kanton Wallis eine kleine Population im Raum Brig-Visp festgestellt. Nördlich der Alpen konnten in den im Rahmen der Gebietsüberwachung aufgestellten Fallen seit 2021 zudem immer wieder einzelne Käfer gefangen werden, die wohl als blinde Passagiere transportiert wurden. Bis zum Ende der Saison 2024 wiesen darauffolgende Abklärungen jedoch darauf hin, dass es sich lediglich um Einzelfunde handelte.

Auch wenn die Analysen zur genetischen Abstammung für die Japankäferinvasion in den USA nicht vollständig schlüssig sind, so weist vieles darauf hin, dass der Ursprung der einzelnen Invasionen in Zentral- oder Nordjapan liegt. Dabei wurden über die letzten hundert Jahre mehrere japanische Linien in die USA eingeschleppt (Nardi et al., 2024). Darüber hinaus weisen die genetischen Daten darauf hin, dass die invasiven Käfer auf den Azoren aus dem südöstlichen Nordamerika stammen, während in Italien Individuen aus der nordöstlichen Region Nordamerikas eingeschleppt wurden (Strangi et al., 2024). **Die Populationen auf den Azoren und in Norditalien haben ihren Ursprung also höchstwahrscheinlich in zwei unabhängigen Einführungen von *P. japonica* (Nardi et al., 2024).**

2.6 Natürliche Ausbreitung

Die **meisten Flüge von adulten *P. japonica* erfolgen über kurze Entfernungen von unter einem Kilometer** (EFSA, 2023). Trotzdem konnten in den USA einige wenige markierte Käfer auch bis zu 3,2 km von ihrem ursprünglichen Freilassungsort entfernt wiedergefunden werden (Fleming, 1972), während in Italien einzelne markierte Individuen innert eines Tages 12 km weit flogen (Lessio et al., 2022). Die meisten adulten Japankäfer wurden in Italien jedoch nach einer Woche in einem Umkreis von 1 bis 7 km vom Ursprungsort gefangen, was mit Studien aus den USA übereinstimmt (Hamilton, 2003). In den USA wurde die Ausbreitung des Schädlings vom Einschleppungsort auf 3,2 bis 24 km pro Jahr geschätzt, während sich das Befallsgebiet auf den Azoren anfangs um jährlich ungefähr 2 km vergrösserte (EPPO, 2016). **In Italien wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit auf 4,5 bis 13,8 km pro Jahr geschätzt**, wobei die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit der Eignung des Lebensraumes steigt (Gilioli et al., 2024).

2.7 Menschliche Verbreitung

Durch menschliche Aktivitäten kann der Japankäfer in kurzer Zeit grosse Entfernungen zurücklegen (Borner et al., 2024). **Eine besondere Gefahr für die Verschleppung von adulten Käfern als «blinde Passagiere» geht von Personen aus, die motorisiert aus Befallsgebieten zurückkehren, sowie von Waren und Gütern, die aus Befallsgebieten eingeführt werden** (Hamilton, 2003; USDA, 2015; EPPO, 2016). Erste Funde von *P. japonica* werden daher häufig in der Nähe von Flughäfen, Bahnhöfen, Autobahnraststätten, Containerumschlagsplätzen, Häfen, Campingplätzen sowie Warenverteilzentren gemacht (Borner et al., 2024). Vereinzelt wurden auch Individuen im Erntegut verschleppt, z.B. beim Import von Früchten. Die Verschleppung von Eiern und Engerlingen findet hingegen ausschliesslich beim Transport von Oberboden und beim Handel mit Rollrasen oder Pflanzenmaterial mitsamt Erde statt.

3 Aspekte aus dem Pflanzengesundheitsrecht

Das 1951 abgeschlossene Internationale Pflanzenschutzübereinkommen [SR 0.916.20](#) (*International Plant Protection Convention*, IPPC) legt die Grundlage für die internationale «Zusammenarbeit bei der Bekämpfung von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse und bei der Verhütung ihrer internationalen Verbreitung». Das Übereinkommen wurde von 185 Parteien weltweit unterzeichnet und ratifiziert. Das IPPC wird von der Welthandelsorganisation (*World Trade Organisation*, WTO) als die internationale Konvention anerkannt, die für die Festlegung von Pflanzenschutznormen und die Harmonisierung von Pflanzenschutzmassnahmen zuständig ist, welche den Handel betreffen. Die Pflanzengesundheit wird nebst dem IPPC auch geregelt durch das Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen [SR 0.916.026.81](#). Es beinhaltet unter anderem den Zusammenschluss zu einem einheitlichen Raum bezüglich der Pflanzengesundheit. Das führt zum Abbau von Handelshemmnissen, während die phytosanitäre Sicherheit weiterhin bestehen bleibt. Es bedeutet, dass viele Bestimmungen und Rechtsgrundlagen bezüglich der Pflanzengesundheit in der Schweiz und der EU sehr ähnlich sind.

Der Japankäfer ist sowohl in der EU (EFSA, 2018, 2023) als auch in der Schweiz (Art. 4 der Pflanzengesundheitsverordnung vom 31. Oktober 2018, PGesV, [SR 0.916.20](#)) als prioritärer Quarantäneorganismus eingestuft. Ein Quarantäneorganismus ist ein besonders gefährlicher Schadorganismus, welcher potenziell grosse wirtschaftliche, soziale oder ökologische Schäden in dem durch ihn gefährdeten Gebiet verursachen kann, wobei der Organismus in dem Gebiet noch nicht auftritt oder nicht weit verbreitet ist. Deswegen sind präventive Massnahmen wie Warenkontrollen an den Grenzen wichtig, um die Einschleppung dieser Organismen zu verhindern. Auch die Überwachung der phytosanitären Lage, beispielsweise durch die Gebietsüberwachung (Art. 18 der PGesV [SR 0.916.20](#)) ist eine wichtige Massnahme, um frühzeitig Ausbrüche von Quarantäneorganismen zu erkennen. Wird ein Quarantäneorganismus gefunden, unterliegt er amtlichen Bekämpfungsmassnahmen. Einige wenige Quarantäneorganismen werden als prioritär eingestuft, weil sie potenziell besonders grossen Schäden verursachen können. Ausserdem unterliegen alle Quarantäneorganismen einer Melde- und Bekämpfungspflicht.

Um Quarantäneorganismen zu bekämpfen, gibt es generell zwei Strategien:

- Entdeckt man den Schädling zu einem Zeitpunkt, zu dem eine Ausrottung noch aussichtsreich scheint, wird die **Tilgungsstrategie** verfolgt (Art. 13 der PGesV [SR 0.916.20](#)).
- Stellt man fest, dass eine Ausrottung nicht mehr erreicht werden kann, dann wird die **Eindämmungsstrategie** verfolgt. Das Ziel bei der Eindämmung ist es, die weitere Verbreitung des Schadorganismus zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen. Ausserdem sollen durch den Schädling verursachte Schäden reduziert werden (Art. 16 der PGesV [SR 0.916.20](#)).

Wird das Vorkommen eines Quarantäneorganismus in der Schweiz durch ein vom Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst benanntes Labor bestätigt (Art. 11 der PGesV [SR 0.916.20](#)), müssen amtliche Bekämpfungsmassnahmen eingeleitet werden. Dabei bestimmt das zuständige Bundesamt in Absprache mit den kantonalen Fachstellen die geeigneten Massnahmen und die Strategie.

4 Prävention, Früherkennung und Überwachung

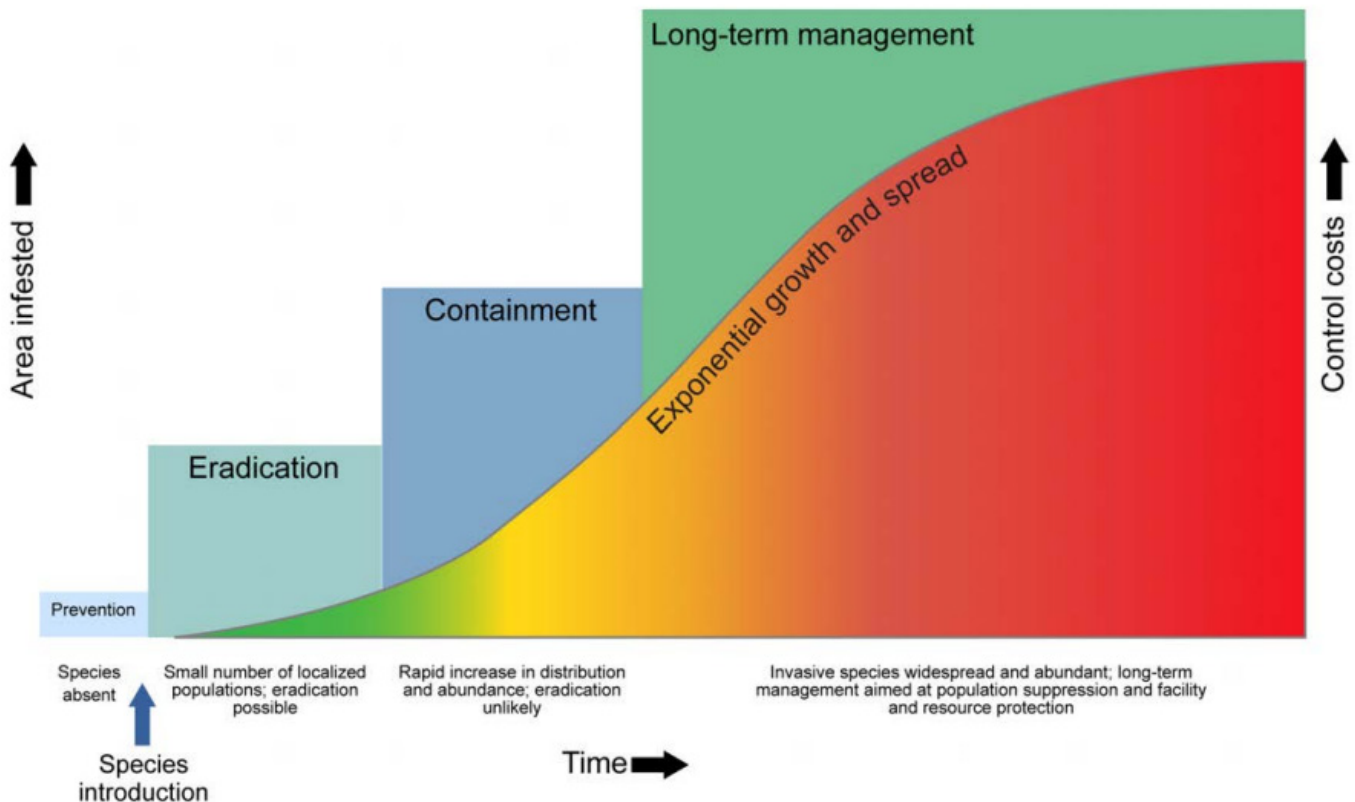


Abbildung 14: Invasionskurve für einen invasiven Schadorganismus mit Populationsdynamik und Bekämpfungsaussichten (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. <https://www.gao.gov/products/gao-16-49>).

Die rechtlichen Grundlagen ermöglichen es, öffentliche finanzielle Mittel zur Ergreifung von Massnahmen gegen *P. japonica* zur Verfügung zu stellen. Diese Massnahmen sind zu verschiedenen Zeitpunkten des Auftretens dieses invasiven Schädling wirksam. Je früher im Verlauf der Einschleppung und Ausbreitung Massnahmen ergriffen werden, umso kosteneffizienter sind diese (Abbildung 14).

- Abwesenheit: Prävention der Einschleppung und Überwachung zur Früherkennung.
- Kleine Anzahl von Individuen und lokale Populationen: Abgrenzungserhebung und Monitoring, Verhindern der Verschleppung, Massnahmen zur Tilgung.
- Wachstum der Population: Monitoring und Verhindern der Verschleppung, Massnahmen zur Eindämmung.
- Weite Verbreitung in hoher Dichte: Langzeitmanagement.

Für die Überwachung und das Monitoring (=Bezeichnung für Überwachung eines Gebietes in dem der betreffende Organismus nachgewiesen wurde) in den jeweiligen Situationen werden internationale Standards herbeigezogen und berücksichtigt (EPPO, 2016; EFSA, 2020; IPPC, 2021, 2024). Diese Standards beschreiben den internationalen Wissensstand und Konsens unter anderem bezüglich der optimalen Methodik zur Überwachung und Diagnostik. Dies führt zu einer effektiven Überwachung und macht die Ergebnisse international vergleichbar.

Die **Prävention der Einschleppung** fokussiert sich auf die durch die natürliche Ausbreitung und die menschlichen Aktivitäten (siehe 2.6 Natürliche Ausbreitung, 2.7 Menschliche Verbreitung und 6.1 Vorbeugende Massnahmen) gegebenen Verbreitungswege und insbesondere die dadurch abgeschätzten Ersteintrittspunkte von *P. japonica* in die Schweiz. Daraus ergeben sich die folgenden risikobasierten Massnahmen und Aktivitäten:

- Kommerzieller Handel: Gesetzgebung mit Auflagen für bestimmte Produkte.

- Importkontrolle: Systematische Kontrolle von Waren aus Drittländern, die ein Risiko für die Einschleppung von *P. japonica* darstellen.
- Information von Privatpersonen: Privatpersonen unterliegen der rechtlichen Verpflichtung zur Verhinderung der Verschleppung, dazu wird die Bevölkerung regelmässig sensibilisiert.

Die **Überwachung zur Früherkennung** (oder **Gebietsüberwachung**) ist eine schweizweit koordinierte und risikobasierte Überwachung mittels Lockstofffallen (siehe [4.1 Lockstofffallen](#)). Sie findet während der Flugzeit der Adulten und ausschliesslich in Gebieten statt, die als frei von *P. japonica* gelten. Die Durchführung erfolgt als Zusammenarbeit zwischen dem Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst und den Kantonen nach den Grundsätzen der EPPO (2016) und EFSA (2023). Überwacht werden Standorte, die ein erhöhtes Risiko für das Auftreten des Japankäfers aufgrund seiner natürlichen Ausbreitung oder der Einschleppung durch menschliche Aktivitäten bergen (Risikostandorte). Da insbesondere der Personen- und Warenverkehr einer der Haupttreiber für die Verschleppung ist, beinhalten die Risikostandorte unter anderem Autobahnraststätten und für den Japankäfer geeignete Standorte in der Nähe von Bahnhöfen, Flughäfen, Lastwagenports/-parkplätzen, Verteilzentren, Umschlagplätzen und Einkaufszentren (Borner et al., 2024). Im Jahr 2024 wurden in diesem Rahmen mehr als 250 Lockstofffallen für die Früherkennung in den japankäferfreien Gebieten der Schweiz aufgestellt und regelmässig kontrolliert. Auf visuelle Inspektionen (siehe [4.2 Visuelle Kontrollen](#)) und Bodenproben (siehe [4.3 Bodenproben](#)) wird im Rahmen der Früherkennung hingegen verzichtet. Dies geschieht, da die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, bei kleinen Populationen Käfer visuell ausfindig zu machen, und da eine solche Massnahme in keiner Relation zum grossen zeitlichen Aufwand stünde.

Die Früherkennung ist wichtig für eine rasche und effektive Bekämpfung von *P. japonica*. Die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Tilgung kann entscheidend erhöht werden, wenn der Japankäfer entdeckt wird, bevor er sich grossräumig ausgebreitet hat.

Die **Abgrenzungserhebung** ist eine Überwachung zum möglichst schnellen Erfassen der Ausdehnung eines Befalls durch den Japankäfer, nachdem das Vorhandensein eines oder mehrerer Käfer bestätigt wurde. Sie schafft die Datengrundlage für die Abgrenzung des Gebietes, in dem anschliessend geeignete Kontrollmassnahmen verfügt und umgesetzt werden. Je nach Zeitpunkt im Lebenszyklus des Japankäfers und der abgeschätzten Populationsgrösse werden dazu Lockstofffallen, visuelle Überwachungen oder Bodenproben genutzt. Bei der Wahl der Standorte für diese Kontrollen wird die weitere Umgebung von bis zu sechs Kilometern um den Fundort berücksichtigt. Die Lokalisation von Risikostandorten, Verkehrswegen und sehr geeigneten Lebensräumen in diesem Gebiet ermöglicht eine risikobasierte und effektive Überwachung. Dabei werden die typischen Verhaltensweisen des Japankäfers jederzeit berücksichtigt.

Das **Monitoring** dient als Grundlage für

- allfällige Anpassungen des abgegrenzten Gebietes,
- Überwachung der Anzahl vorhandener Käfer im Befallsherd und deren Populationsdynamik,
- Überprüfung der Wirksamkeit der Massnahmen,
- Überprüfung der Befallsfreiheit der Pufferzone, die unmittelbar an das Gebiet mit Befall angrenzt.

Für das Monitoring werden alle Möglichkeiten der Überwachung des Japankäfers herangezogen. Adulte Japankäfer können oberirdisch mittels visueller Kontrollen von Wirtspflanzen oder Lockstofffallen detektiert werden. Für das Auffinden der Larven ist hingegen eine Beprobung des Oberbodens notwendig, da sie sich ausschliesslich im Erdreich aufhalten.

4.1 Lockstofffallen



Abbildung 15: Lockstofffalle zur Überwachung von adulten Japankäfer (© Joana Weibel, Agroscope).

Lockstofffallen (Abbildung 15) **erleichtern das Auffinden von Japankäfern durch ihre Wirksamkeit in einem Umkreis von mehreren hundert Metern** (EPPO, 2016). Sie locken die Adulten durch einen Lockstoff an, der das **weibliche Sexualpheromon** (**‘Japonilure’** [(R,Z)-5-(1-decencyl)-dihydro-2(3H)-furanone]) **sowie pflanzliche Signalstoffe** (=Kairomone; Phenethylpropionat + Eugenol + Geraniol im Verhältnis 3:7:3) enthält. **Sowohl männliche als auch weibliche Käfer werden von den Fallen angelockt.** Die Käfer fliegen zu den Lockstoffen hin und fallen über einen Trichter in einen Behälter, aus dem sie nicht mehr herauskommen. Auch wenn der Lockstoff sehr effektiv ist, werden nie alle Käfer in der Umgebung angelockt und gefangen. Die Lockstofffallen werden je nach Situation mit unterschiedlichen Zielen (Früherkennung, Abgrenzung, Massenfang) an ausgewählten Standorten aufgestellt. Sie erlauben das lokale Aufspüren von einzelnen Käfern sowie kleinen Populationen und geben bei etablierten Populationen Aufschluss über die Flugzeit sowie die Entwicklung der Populationsgrösse über die Jahre. Da ihre hohe Attraktivität das Risiko erhöht, den Japankäfer weiterzuverbreiten, werden sie nur auf Anweisung der zuständigen kantonalen oder eidgenössischen Dienste aufgestellt. Die in Lockstofffallen gefangenen Käfer widerspiegeln grundsätzlich repräsentativ das Vorkommen und das Geschlechterverhältnis der Population (Legault et al., 2024). Sie sind daher ein zuverlässiges Instrument zur Überwachung des Japankäfers.

Im Folgenden sind die generellen Kriterien beschrieben, die beim Aufstellen einer Lockstofffalle beachtet werden müssen. Diese Kriterien basieren auf den Empfehlungen der EPPO (2016) und EFSA (2023).

4.1.1 Positionierung der Fallen

Die Positionierung in der Landschaft und die Abstände zwischen den Fallen werden je nach Situation angepasst. Generell wird davon ausgegangen, dass ein **Abstand unter 200 m nicht geeignet** und sinnvoll ist, um eine räumlich aufgeschlüsselte Überwachung durchzuführen (EPPO, 2016). Des Weiteren sollten die Fallen in einem Abstand von 3–7,5 m zu Wirtspflanzen platziert werden. Dies geschieht, um zu vermeiden, dass sich die angelockten Käfer auf den Pflanzen niederlassen. Idealerweise werden die Fallen an sonnigen Standorten platziert, da direkte Sonneneinstrahlung die Lockstoffdiffusion und somit ihre Attraktivität und Effektivität fördert. Die ideale Trichterhöhe für eine optimale Erreichbarkeit durch die Käfer ist zwischen 30–60 cm über dem Boden bei Wiesen oder hohen Bäumen sowie auf Höhe der Wirtspflanzen bei Arten wie Rosen oder Reben.

4.1.2 Handhabung und Kontrolle der Fallen

Der Lockstoff ist längstens 3 Monate wirksam. Stehen die Fallen länger sollte der Lockstoff vorzugsweise direkt vor dem Hauptflug im Juli ausgetauscht werden, um dann die grösstmögliche Wirksamkeit zu erreichen. Das Kontrollintervall einer Falle ist abhängig von der Art sowie dem Ziel der Überwachung und davon, wie schnell weitere Informationen für allfällige Massnahmen benötigt werden. Generell findet die **Fallenüberwachung während der Flugsaison des Japankäfers von Mitte Mai bis September statt**, wobei ein Kontrollintervall von zwei Wochen üblich ist. Für die Früherkennung wird das Kontrollintervall während des Hauptfluges im Juli intensiviert. Bei der Abgrenzungserhebung ist das Kontrollintervall enger, da schnell zusätzliche Informationen über die Verbreitung dieses Quarantäneorganismus benötigt werden. Die zuständigen kantonalen Dienste melden die Kontrollzeitpunkte und Fangzahlen aufgrund der Meldepflicht regelmässig dem Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst.

4.1.3 Ungeeignete Fallenstandorte

Standorte im Wald sind ungeeignet für das Aufstellen der Fallen, da der Wald keinen optimalen Lebensraum für den Japankäfer darstellt. Die Entwicklung der Larven im Waldboden ist suboptimal und das Wirtspflanzenangebot beschränkt (Langford et al., 1940; Tayeh et al., 2023). Ausserdem ist die Effektivität der Lockstoffe durch die dichte Vegetation eingeschränkt.

Feuchtgebiete sind Hochrisikostandorte, da sie meist ideale Bedingungen für die Larvenentwicklung aufweisen und nur beschränkt Bekämpfungsmassnahmen ergriffen werden können. Deshalb werden in Feuchtgebieten generell keine Lockstofffallen positioniert, um ein Anlocken von Käfern aus der Umgebung auszuschliessen. Ausnahme ist, wenn sich der Verdacht erhärtet, dass bereits Japankäfer im Feuchtgebiet präsent sind.

4.2 Visuelle Kontrollen

Die visuelle Kontrolle ist eine punktuelle und risikobasierte Inspektion. Sie basiert auf den Empfehlungen der EPPO (2016) und EFSA (2023). Generell wird das zu untersuchende Gebiet nicht komplett abgesucht, sondern es werden spezifisch Orte ausgesucht, wo die Wahrscheinlichkeit Japankäfer zu finden am grössten ist. Grund dafür ist, dass Japankäfer meist erst ab einer gewissen Dichte an Individuen visuell nachgewiesen werden können. Bei zu geringer Dichte ist der zeitliche Aufwand für visuelle Kontrollen unverhältnismässig.

Orte, an denen die Wahrscheinlichkeit gegeben ist, Japankäfer auch visuell nachweisen zu können, sind bevorzugte Wirtspflanzen in unmittelbarer Nähe eines Fundortes, eines idealen Eiablageortes oder an Risikostandorten. Standorte, an denen keine Fallen aufgestellt oder Bodenproben genommen werden können, werden ebenfalls visuell kontrolliert. Im Innern von bewaldeten Gebieten erübrigt sich eine visuelle Kontrolle, da dort bislang keine Japankäfer beobachtet wurden.

Wichtig bei der Durchführung von visuellen Kontrollen ist der Einbezug von Umweltbedingungen, die Einfluss auf die Aktivität des Japankäfers haben. Generell sollte es während der Beobachtung windstill und sonnig sein, damit sich die Käfer nicht verkriechen. Bei Temperaturen unter 21 °C ist die Flugaktivität reduziert und die Käfer sind somit eher auf Wirtspflanzen aufzufinden (Kreuger & Potter, 2001).

Blattfrass ist ein gutes Indiz dafür, genauer hinzuschauen, ob Japankäfer auf der beobachteten Pflanze oder in der unmittelbaren Umgebung vorhanden sind (siehe [2.3.2](#) Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Adulte). **Frassspuren alleine lassen noch nicht auf die Anwesenheit von *P. japonica* schliessen, da einige einheimische**

Pflanzenfresser ähnliche Schadsymptome hinterlassen. Definitive und gesicherte Rückschlüsse auf die Präsenz von *P. japonica* können nur gezogen werden, wenn die adulten Käfer auf der jeweiligen Pflanze beobachtet werden.

4.3 Bodenproben



Abbildung 16: Bodenprobe zum Auffinden von Japankäferengerlingen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Da adulte Japankäfer und ihre Larven meist verschiedene Lebensräume besiedeln, ist es notwendig, diese befallenen Flächen zu identifizieren, um auch dort gezielt Bekämpfungsmassnahmen gegen die Engerlinge ergreifen zu können. Die versteckte Lebensweise der Engerlinge im Boden von Grasflächen macht es hingegen sehr schwierig, den Japankäfer in seinen Juvenilstadien auf einer Fläche nachzuweisen. Zudem ist dies nur mit dem Ausstechen und dem sorgfältigen Sortieren von Bodenproben möglich, was arbeitsintensiv und zeitaufwändig ist. Derzeit existieren noch keine verlässlichen Alternativen zum Stechen von Bodenproben. Geforscht wird jedoch sowohl am Einsatz von Spürhunden, welche die Japankäferengerlinge erschnüffeln, als auch an molekularbiologischen Ansätzen via dem Nachweis von genetischem Material in der Umwelt (=eDNA) (Milián-García et al., 2023).

Die klassische Beprobung des Bodens (Abbildung 16) ist erst sinnvoll, wenn auf einer Fläche bereits eine grössere Engerlingspopulation vermutet wird. An oberirdisch sichtbaren Frassschäden kann man sich leider nicht orientieren, da sichtbare Schäden an der Grasnarbe von feuchten Wiesen erst ab etwa hundert Engerlingen pro Quadratmeter auftreten. Sind jedoch Befallssymptome durch Engerlinge sichtbar oder werden Sekundärschäden durch Räuber wie Wühlspuren von Wildscheinen oder aufgehackte Stellen durch Krähen beobachtet (siehe [2.3.4 Schadsymptome an Wirtspflanzen durch Larven](#)), so sind dies gute Hinweise dafür, gezielt nach Engerlingen zu suchen und Bodenproben zu nehmen. Auch grössere Ansammlungen von adulten Käfern auf Wirtspflanzen können auf nahegelegene Larvenbrutstätten hinweisen.

Die Verteilung der Proben auf einer Fläche kann zufällig oder entlang von Transekten erfolgen. Zu beachten ist, dass Randbereiche (z.B. in der Nähe von Hecken, die für die Adulten möglicherweise attraktiv waren) und feuchte (nicht

vernässte!) Stellen auf Wiesen bevorzugt beprobt werden sollten, da in diesen Bereichen die Wahrscheinlichkeit, Larven zu finden, am grössten ist.

Da frisch geschlüpfte Larven schwer aufzufinden sind, ist der Zeitpunkt für eine Probennahme so zu wählen, dass der Grossteil der erwarteten Engerlingspopulation zumindest das zweite, besser noch das dritte Larvenstadium erreicht hat. Solange der Boden durch einen Wintereinbruch noch nicht abgekühlt ist, sind die Larven noch in der oberen Bodenschicht zu finden. Im Frühjahr darf zudem mit der Grabung nicht bis zum Puppenstadium gewartet werden, da sich die Puppen in einem Erdkokon befinden, der sich schwierig vom umgebenden Substrat unterscheiden lässt. Daraus ergibt sich ein Idealzeitraum vor dem Winter ab etwa Mitte September bis zum Kälteeinbruch, und im folgenden Frühling zwischen März und April.

Methodisch ist die Entnahme von Bodenproben sehr einfach: mit einem Spaten wird ein "Geviert" von etwa 20 cm x 20 cm und einer Tiefe von ebenfalls ca. 20 cm ausgestochen und auf einer Plastikplane abgelegt. Mit den Händen muss dann zuerst die Grasnarbe und danach das ausgehobene Erdreich sorgfältig durchsucht werden. Gefundene Engerlinge werden eingesammelt und für etwa 10 Minuten in siedendem Wasser erhitzt (Campingkocher). Dieser Schritt verhindert, dass sich die Larven nach dem Tod schwarz verfärben, wodurch das artspezifische Raster mit den V-förmig angeordneten Dörnchen (Abbildung 5b) besser sichtbar bleibt. Danach können sie bis zur Bestimmung in 70-prozentigem Alkohol aufbewahrt werden.

Eine Festlegung der Anzahl an Bodenproben, welche pro Flächeneinheit genommen werden müssten, um eine Larvenpopulation tatsächlich zu detektieren, ist theoretisch mit Hilfe von statistischen Methoden möglich (IPPC, 2008). Praktisch sind diese Empfehlungen oft nicht umsetzbar, da sie je nach Fläche zu mehreren hunderten oder tausenden Proben führen würden. Als grobe Faustregel ist eine Anzahl von etwa 50 Proben auf der Fläche eines Fussballfeldes ausreichend, um Larven in einer mässig befallenen Fläche zu finden (ca. 5 % der Fläche weisen Larvenfrassschäden auf). Bei sehr geringem Befall (0,1 %) wären hingegen Tausende von Einstichen notwendig. Aus diesem Grund macht es – wie eingangs erwähnt – keinen Sinn, nach Engerlingen zu suchen, wenn geringe Befallszahlen erwartet werden, wie etwa bei kleinen Populationen kurz nach der Einschleppung. Von einem starken Befall spricht man bei 250-500 Larven/m², d.h. ein Einstich von 20x20x20 cm fördert etwa 10-20 Larven zutage.

4.4 Sensibilisierung der Öffentlichkeit

Adulte Japankäfer können von sachkundigen Interessengruppen wie Landwirten und Naturliebhabern relativ einfach von anderen einheimischen Käferarten unterschieden werden (siehe 2.1.5 Ähnliche einheimische Käferarten). So wurde der erste Ausbruch in Kontinentaleuropa, namentlich im italienischen Ticino-Naturpark, durch den Bericht eines Hobby-Naturforschers entdeckt (EPPO, 2016). Es ist daher wichtig, diese Gruppen für den Japankäfer zu sensibilisieren, um mögliche Auftreten frühzeitig zu erkennen. Erfahrungen aus den USA belegen, dass die Entwicklung und Durchführung einer Öffentlichkeits- und Sensibilisierungskampagne für den Erfolg von Tilgungsprogrammen von entscheidender Bedeutung sind (USDA, 2015). Sensibilisierungsmassnahmen (Abbildung 17) sollten sich insbesondere an Personen richten, die mit Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen hantieren sowie an Behörden und Interessengruppen, die für Gebiete oder Lebensräume mit erhöhtem Risiko zuständig sind wie z.B. Baumschulen, Sportplätze, Golfplätze, Parks sowie Ein- und Ausreisestellen. Die Sensibilisierung kann beispielsweise über Beiträge in Fachzeitschriften, das Internet, mobile Applikationen sowie durch Workshops mit Landwirt/-innen, Landbesitzer/-innen, Gärtner/-innen, Hobby-Entomolog/-innen usw. erreicht werden. Daneben werden auch Merkblätter mit Bild und Text bereitgestellt, welche die Erkennung und Identifizierung des Japankäfers erleichtern.

Bei dieser Sensibilisierungsarbeit wird darauf hingewiesen, an wen mögliche Funde gemeldet werden müssen. Personen, welche Käfer ausserhalb von Befallsgebieten entdecken, sollten ihre **Beobachtung, wenn möglich mit Foto, umgehend dem zuständigen [kantonalen Dienst](#) melden.**



**Helfen Sie mit, die Schweiz
vor dem Japankäfer zu
schützen!**

Japankäfer (*Popillia japonica*)
Ein Insekt, das Grünflächen, Wälder
und Kulturen bedroht



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landwirtschaft BLW
Bundesamt für Umwelt BAFU
Eidgenössischer Pflanzenschutzdienst EPSD

DANKE!

Abbildung 17: [Flyer des Bundesamtes für Landwirtschaft zum Japankäfer.](#)

5 Ökonomischer Schaden und gefährdete Kulturen



Abbildung 18: Von Japankäfern befallene Rose (© Tanja Graf, Agroscope).

Engerlinge und adulte Japankäfer können beträchtliche ökonomische Schäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und Zierpflanzen verursachen. Die EU stuft den Japankäfer nach dem Feuerbakterium (*Xylella fastidiosa*) als den zweitwichtigsten Quarantäneorganismus für heimische Kulturpflanzen ein (Sanchez et al., 2019). Die primären Schäden verursachen die adulten Käfer durch Frass an Blättern, Blüten und Früchten. Es ist davon auszugehen, dass Reben, Steinobst, Kernobst, verschiedenen Beerenarten sowie Mais, Soja, Hopfen, Bohnen und Spargel die in der Schweiz gefährdetsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind. Vom Frass von adulten Käfern sind jedoch auch Zierpflanzen wie Rosen (Abbildung 18), Glyzinen und Zaunreben betroffen. Allgemein gilt, dass Einschätzungen zum Schadpotential mit Unsicherheiten behaftet sind.

Da sich Engerlinge bevorzugt von Graswurzeln in feuchteren Wiesen und Weiden sowie bewässerten Rasenflächen ernähren, ist der Japankäfer in den USA heute der am weitesten verbreitete Rasenschädling. Jedoch können auch Wurzeln von Mais, Soja oder Erdbeeren befallen werden, was zu Ernteeinbussen oder gar absterbenden Pflanzen führen kann.

In den USA werden die jährlichen Kosten für die kulturübergreifende Bekämpfung von Engerlingen und Adulten auf über 460 Millionen US-Dollar geschätzt. Die Verluste, die allein auf Engerlinge zurückzuführen sind, belaufen sich auf 234 Millionen US-Dollar pro Jahr, wobei etwa ein Drittel für die Bekämpfung anfällt und der Rest für den Ersatz befallener Rasenflächen (USDA, 2015). Ohne wirksame Bekämpfung wurde das jährliche agronomische Schadpotential des Japankäfers im Falle eines EU-weiten Befalls von Sanchez et al. (2019) auf bis zu 2,4 Milliarden Euro geschätzt, während Straubinger et al. (2022) unter Einbezug von Worst- und Best-Case-Szenarien von einem Verlust

von 30 Millionen bis 7,8 Milliarden Euro für Kulturen wie Mais, Soja, Apfel, Pfirsich, Kirsche und Trauben ausgehen. Besonders betroffen von wirtschaftlichen Schäden sind dabei Weinbaunationen wie Frankreich und Italien. Für die Schweiz prognostizierte das Bundesamt für Landwirtschaft 2019 den durch den Japankäfer verursachten Ertragsausfall mittels einer groben Experteneinschätzung im zwei- bis dreistelligen Millionenbereich (CHF) pro Jahr.

Im Folgenden gehen wir auf eine Einschätzung des Schadpotentials für einzelne Produktionszweige ein, wobei wir an dieser Stelle darauf hinweisen möchten, **dass insbesondere Kulturen in der Nähe von Larvenbrutstätten am stärksten von Schäden durch adulte Japankäfer gefährdet sind.**

5.1 Sportplätze und andere Rasenflächen



Abbildung 19: Sportplatz, der a) von Japankäferengerlingen befallen ist und aus dem b) Adulte schlüpfen (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).

Der Schaden an Rasenflächen (Abbildung 19) wird ausschliesslich durch die Engerlinge des Japankäfers verursacht, die bevorzugt an den Graswurzeln fressen. Zur Eiablage bevorzugen Japankäferweibchen Flächen mit feuchtem Untergrund, in welchem die Engerlinge eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit haben (Potter et al., 1996). Aus diesem Grund können sich in bewässerten Rasenflächen von Sportanlagen, Golfplätzen, Freizeit- und Erholungsparks sowie in Privatgärten besonders grosse Engerlingspopulationen aufbauen. Die Schäden an diesen Flächen sind keineswegs nur eine Randerscheinung, sondern fallen ökonomisch stark ins Gewicht. Allein in den USA belaufen sich die Kosten für den Ersatz befallener Rasenflächen auf jährlich über 150 Millionen US-Dollar (USDA, 2015).

Der Schaden entsteht dabei auf zwei unterschiedliche Weisen. Erstens schädigen die Japankäferengerlinge den Rasen direkt durch den Frass an den Wurzeln. Bei hohen Populationsdichten werden zuerst gelbe Stellen im Rasen sichtbar, später bilden sich "Nester" mit abgestorbener, brauner Grasnarbe (Potter, 1998). In unseren Breiten sind ähnliche Schäden auf Golfplätzen durch den Gartenlaubkäfer bekannt (Strasser et al., 2005). Zweitens sind die Engerlinge begehrte Beute von Krähen, Wildschweinen, Dachsen oder auch Füchsen. Schon vor fast hundert Jahren wurde beobachtet, dass **der sekundäre Schaden, der durch die Grabtätigkeit der Frassfeinde entsteht, wesentlich höher sein kann als der eigentliche Primärschaden durch die Engerlinge selbst** (Sim, 1934).

Die Schäden an den Rasenflächen sind in erster Linie ästhetischer Natur, die Sanierung der geschädigten Flächen zieht jedoch hohe Kosten nach sich. Zusätzlich kann der unebene Boden und die mangelnde Stabilität der Grasnarbe auf Sportplätzen das Unfallrisiko erhöhen (Potter, 2003). Ausserdem darf nicht unterschätzt werden, dass vor allem bei Tilgungs- und Eindämmungsmassnahmen die befallenen Rasenflächen auch zu bedeutenden Brutstätten des invasiven Schädlings werden.

5.2 Ackerbau



Abbildung 20: Japankäferbefall an a) Mais und b) Soja (© Giselher Grabenweger und Tanja Graf, Agroscope).

Japankäfer sind manchmal in grosser Zahl in Ackerkulturen zu finden (Abbildung 20), etwa in Mais oder Sojabohnen. Mais kann von den Japankäferengerlingen befallen werden, wobei grosse Anzahlen meist in den verunkrauteten Randzonen von Maisäckern gefunden werden (Abbildung 20a). Der Frass an den Wurzeln führt in wirtschaftlich nicht relevanten Einzelfällen zu umgekippten Pflanzen mit Gänsehals-Symptom. In stark befallenen Gebieten wurde zudem beobachtet, dass die adulten Käfer sich an den Kolbenspitzen ansammeln und den “Maisbart” abfressen können, wenn die Blüte mit dem Flug der Käfer zusammenfällt, was die Befruchtung der Kolben beeinträchtigen kann (Fleming, 1972; Edwards, 1999). **Neueren Studien zufolge wurde der Schaden in älteren Studien jedoch überschätzt und ökonomische Schäden sind in der Regel nur dann nur zu befürchten, wenn das Abfressen des Maisbartes mit anderen Schadfaktoren, wie z.B. Hitze- oder Trockenstress, zusammenfällt** (Edwards, 1999).

Soja ist eine der wichtigsten Ackerkulturen in den USA, und der Japankäfer tritt darin häufig als Schädling auf (Hammond, 1994). Ähnlich wie beim Mais geht man heute aber davon aus, dass die durch den Japankäfer verursachten Schäden an Soja in älteren Quellen überschätzt wurden. Wenn überhaupt wird die ökonomische Schadensschwelle meist nur dann erreicht, wenn das Auftreten von Japankäfern mit dem von anderen Schadinsekten zusammenfällt (Ribeiro et al., 2022). Zudem kann die ökonomische Schadschwelle in Einzelfällen erreicht werden, wenn es zu starkem Blattfrass kurz vor der Ernte der Sojabohnen kommt (Shanovich et al., 2019).

5.3 Gemüsebau



Abbildung 21: Japankäfer auf dem Blatt einer Aubergine (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).

Verschiedene Gemüsekulturen gehören zum Wirtspflanzenspektrum des Japankäfers (Fleming, 1972; EFSA, 2023). Zu den Hauptwirten zählen Bohnen, Zuckermais, Tomate, Aubergine (Abbildung 21), Gemüsespargel und Rhabarber (Regione Piemonte, 2019; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Bei starkem Auftreten adulter Käfer sind gemäss Tayeh et al. (2023) auch Kohllarten, Erbsen, Karotte, Melone, Kürbis, Gurke, Sellerie und Endivie gefährdet. **Die Vielzahl an Kulturen sowie ihr kleinräumiger Anbau in verschiedensten Landschaftstypen machen es für den Gemüsebau besonders schwierig, das tatsächliche Schadpotential des Japankäfers heute richtig einzuschätzen.**

Schäden durch Adulte äussern sich durch Frass an Blättern. Einerseits schwächt dies die Pflanzen und hemmt ihr Wachstum, andererseits führen Frassschäden am Erntegut dazu, dass es nicht mehr marktfähig ist. Wenn sich der Sortieraufwand nicht lohnt, kann dies zum Verlust ganzer Flächen führen, was mit grossen wirtschaftlichen Einbusen verbunden ist. Zudem wird das Vorhandensein von adulten Käfern am Erntegut von Handel und Konsumenten nicht akzeptiert. Insbesondere in Verarbeitungsgemüse wie Spinat oder Erbsen sind Rückstände tierischer Organismen ein grosses Problem, da die Käfer von den Erntemaschinen und während der nachgelagerten Verarbeitungsschritten nicht erkannt und aussortiert werden.

Obschon feuchte, sonnige Grasflächen für die Eiablage bevorzugt werden (Potter & Held, 2002), können auch bewässerte Gemüseflächen mit lockerer Bodenstruktur während trockener Sommermonate attraktiv für die Eiablage sein (Fleming, 1972). Durch die Wahl des Eiablageorts wird den ortsgebundenen Larven die Nahrungsquelle vorgegeben und Gemüswurzeln können von Larven geschädigt werden. Frass an Wurzeln kann zu Pflanzenausfällen und zu einer Ausdünnung des Pflanzenbestands führen. Aufgrund der versteckten Lebensweise der Larven besteht die Gefahr, dass deren Vorhandensein erst entdeckt wird, wenn die Kultur stark geschädigt ist und Massnahmen keine Wirkung mehr zeigen (Fleming, 1972). Frassstellen an Wurzelgemüsen führen zu einer verminderten Qualität und zur Unverkäuflichkeit des Ernteguts.

5.4 Obstbau



Abbildung 22: Japankäfern befallene Zwetschgen (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).

Die meisten der in der Schweiz angebauten Obstarten sind Wirtspflanzen von *P. japonica*. Apfel, Aprikose, Kirsche, Zwetsche (Abbildung 22), Pfirsich oder auch Haselnuss können in sehr starkem Ausmass von den adulten Käfern befallen werden (Fleming, 1972; Regione Piemonte, 2019; Shanovich et al., 2021). Daneben können auch Quitten und Kastanien von *P. japonica* als Wirtspflanzen genutzt werden (Fleming et al., 1934). Birnen scheinen für die Käfer weniger attraktiv zu sein, da sie nur sporadisch von adulten *P. japonica* befallen werden (Fleming, 1972). Eine Reduktion der Blattmasse von bis zu 50 % bei sehr starkem Befall führt bei Wirtspflanzen zusätzlich zu gestörtem Triebwachstum im Folgejahr (Fleming, 1972). Der Japankäfer befällt in Obstkulturen als Erstes die Blätter, bei sehr hohen Populationsdichten können jedoch auch Früchte angefressen und geschädigt werden (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). Während eine Untersuchung durch Pires und Koch (2020) an der Apfelsorte SweetTango zeigte, dass die Käfer die Fruchtschale von intakten Äpfeln durch ihre Frassstätigkeit nicht beschädigen, wurden in den USA dennoch einzelne Frassschäden an Äpfeln beobachtet (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). Generell werden reife oder verletzte Früchte von den adulten Japankäfern bevorzugt (Smith, 1923; Fleming et al., 1934).

Einschätzungen der EFSA zum ökonomischen Schadpotential des Schädling im Steinobst gehen von bis zu 20 % Ernteverlusten aus, wenn folgende Gegebenheiten zutreffen: hohe Populationsdichte, lange Flugperiode, limitierter Einsatz von Insektenschutznetzen sowie begrenzte Verfügbarkeit von wirksamen Pflanzenschutzmitteln (EFSA, 2023). Basierend auf Erfahrungen aus den USA und Italien und nach Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Praktiken (frühzeitige Ernte) wird ein Ernteausschlag von 5 % in europäischen Steinobst-Anbauregionen für realistischer gehalten (Korycinska & Baker, 2017; EFSA, 2023). Eine weitere Einschätzung des Schadpotentials von *P. japonica* quantifiziert den jährlichen potenziellen Schaden im Falle keiner Bekämpfung auf 2,3 Millionen CHF für den Schweizer Apfelanbau und auf 140 000 CHF im Kirschenanbau (Straubinger et al., 2022). Nach unserer Einschätzung ist es jedoch gut möglich, dass das Schadpotential bei Kirschen unterschätzt und bei Äpfeln überschätzt wird, da wir die Reifezeitpunkte der gefährdeten Obstkulturen und die Hauptflugzeit des Japankäfers anders einordnen als Straubinger et al. (2022). Generell ist in der Schweiz davon auszugehen, dass insbesondere die Reife und Ernte von Kirschen, Aprikosen und frühen Zwetschgensorten in die Hauptflugzeit des Japankäfers fallen, was sie daher besonders anfällig für Ernteschäden macht. Hingegen liegt die anfällige Reifephase von Äpfeln in der Schweiz vermutlich ausserhalb der Hauptflugzeit der adulten Japankäfer. Es ist daher davon auszugehen, dass Obstanlagen, namentlich Aprikosen, nicht eingesenetzte Kirschen sowie frühe Zwetschgensorten einem Befallsrisiko mit Fruchtschäden ausgesetzt sind. Direkte Fruchtschäden an Äpfeln, Birnen, Haselnüssen, Quitten oder Kastanien sind nach unserer Einschätzung nur selten zu erwarten. Hingegen könnte die Blattmasse in diesen Kulturen in Einzelfällen stark in Mitleidenschaft gezogen werden.

Bis anhin lassen sich in der wissenschaftlichen Literatur keine Hinweise dafür finden, dass sich die Engerlinge des Japankäfers in grösserem Masse im Unterwuchs von Obstanlagen entwickeln und dort direkte Schäden verursachen. Wir gehen deshalb davon aus, dass Obstanlagen, die sich nicht in der Nähe von Larvenbrutstätten von *P. japonica* befinden, einem geringen Risiko ausgesetzt sind.

5.5 Beerenanbau



Abbildung 23: Von Japankäfern befallene a) Brombeeren und b) Heidelbeeren (© Tanja Graf, Agroscope).

Der Japankäfer kann erhebliche Schäden an Beerenpflanzen wie Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren anrichten (Abbildung 23). Die adulten Käfer fressen Blätter und Früchte, wodurch die Photosyntheseleistung der Pflanzen beeinträchtigt und der Anteil marktfähiger Früchte stark reduziert werden kann. Besonders problematisch ist der Frass an reifen Beerenfrüchten, der nicht nur den Ertrag, sondern auch die Qualität erheblich mindert, was zu Marktverlusten führen kann. In stark befallenen Feldern wird die Ernte oft komplett unbrauchbar, da die beschädigten Früchte nicht mehr vermarktungsfähig sind (Burkness et al., 2022). Für Landwirt/-innen in Regionen mit intensivem Beerenanbau und hohem Befallsdruck können solche Schäden wirtschaftlich verheerend sein, da die Kultur oft auf hohe Qualitätsstandards ausgerichtet ist und Ausfälle nur schwer kompensiert werden können. Zudem steigt der Arbeitsaufwand für die Ernte, da beschädigte Früchte von intakten getrennt werden müssen. Die mechanische Entfernung der Käfer, kombiniert mit aufwändigen Kontrollmassnahmen, belastet die Betriebsstrukturen zusätzlich und führt zu höheren Produktionskosten.

Die Flugzeit des Japankäfers fällt mit der Erntezeit vieler Beerenarten zusammen (Bushway et al., 2008; Burkness et al., 2020). **Während dieser Periode können adulte Käfer massiv auftreten und auf Feldern bedeutende Schäden verursachen.** Wenn Schutzmassnahmen wie zum Beispiel Einnetzung oder Pflanzenschutzmittelbehandlungen mitberücksichtigt werden, wird der potentielle Ernteverlust im Beerenanbau auf 15 % geschätzt (Santoiemma et al., 2021; EFSA, 2023).

5.6 Rebbau



Abbildung 24: Von Japankäfern befallene Reben (© Tanja Graf und Joana Weibel, Agroscope).

Die Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) ist eine der bevorzugten Wirtspflanzen des Japankäfers (Klein, 2022). Zwischen Juni und Juli kann in befallenen, italienischen Rebbaugebieten eine grosse Anzahl adulter Käfer beobachtet werden (Abbildung 24). Im Piemont wurden auch schon 200–300 Japankäfer pro Rebstock gezählt mit Spitzenwerten von über 1000 Adulten (Bosio et al., 2022). Das Schadpotential für den italienischen Weinbau wird auf circa 50 Millionen Euro pro Jahr geschätzt, was in etwa 75 % des landesweiten Gesamtschadens entspricht (Straubinger et al., 2022). Eine sozioökonomische Befragung italienischer Winzer/-innen ergab, dass diese mit höheren Bewirtschaftungskosten rechnen und vermuten, dass eine weitere Ausbreitung des Käfers bei einer Mehrheit der Rebparzellen zu mindestens mässigen Ertrags- und Qualitätseinbussen führen wird (Straubinger et al., 2023). Es wird geschätzt, dass ein Befall durch den Japankäfer im Durchschnitt zu einem jährlichen Rückgang des Nettoeinkommens von etwa 2727 Euro pro Hektar führt, wovon 1715 Euro auf höhere Arbeitskosten zurückzuführen sind und der Rest auf Ertragsverluste (€ 966) sowie zusätzliche Pflanzenschutzmassnahmen (€ 47). Auch wenn der Weinbau in der Mehrheit der Rebberge nicht eingestellt werden muss, so halten es die Winzer/-innen für wahrscheinlich, dass in mehr als einem Viertel der Parzellen die Bewirtschaftung aus ökonomischen Gründen aufgegeben wird. Die Befragung stellte jedoch auch fest, dass betroffene Winzer/-innen die Widerstandsfähigkeit ihrer Reben höher einschätzten als nicht betroffene Produzent/-innen (Straubinger et al., 2023).

In den USA fällt die Hauptflugzeit des Japankäfers mit dem Farbumschlag der Beeren (BBCH 83) zusammen. In besonders gefährdeten Rebbergen kann die Blattfläche um bis zu 50 % reduziert werden (Hammons et al., 2010a). Geringer Blattverlust von bis zu 6,5 % hat keine direkten Auswirkungen auf das Triebwachstum, den Ertrag und die Fruchtqualität der Trauben (Boucher & Pfeiffer, 1989). Starker Laubfrass an getopften Jungpflanzen in Käfigen verringerte jedoch die Kohlenstoffassimilation der Rebe sowie lösliche Feststoffe in den Trauben und erhöhte gleichzeitig den titrierbaren Säuregehalt im gepressten Most (Boucher & Pfeiffer, 1989; Mercader & Isaacs, 2003b). Daneben verringerte Blattfrass die Kälteresistenz neu gepflanzter Rebstöcke (Hammons et al., 2010b). Es existieren bei Jungreben zudem auch Sortenunterschiede in ihrer Anfälligkeit auf Blattfrass durch den Japankäfer (Gu & Pomper, 2008; Hammons et al., 2010a). Gu & Pomper (2008) testeten 32 Rebsorten verschiedener *Vitis*-Arten und stellten fest, dass europäische und französische Hybridsorten stärkere Blattschäden aufwiesen als amerikanische Sorten oder amerikanische Sorten mit einem *V. labrusca*-Hintergrund. Ebenso wiesen in der Studie von Hammons et al. (2010a) Jungreben einiger Rebsorten ein verringertes Wachstum auf, begleitet von einer geringeren Anzahl an Trauben mit weniger Beeren pro Traube sowie einem verzögerten Zucker- und pH-Anstieg. Gleichzeitig reagierten Jungreben anderer Sorten nicht oder kaum auf Blattfrass durch den Japankäfer. Insgesamt konnten die Jungreben aller getesteten Sorten einen Entlaubungsgrad bis zu 20 % tolerieren (Hammons et al., 2010a). Ebenso schlossen

Mercader & Isaacs (2003a), dass *V. labrusca*-Jungreben der cv. 'Niagara' Blattfrass von vierzig Japankäfern über zwei Wochen verkraften können. Auch im Rebberg steigt mit zunehmender Anzahl Japankäfer der Blattschaden an ausgewachsenen Rebstöcken. Dies kann den Zuckergehalt, den pH, den titrierbaren Säuregehalt sowie den Gehalt an Phenolen negativ beeinflussen (Ebbenga et al., 2022a). Jedoch gilt es festzustellen, dass sich bei diesem Experiment, in welchem verschiedene Japankäferdichten unter Netzen ab BBCH 75 (=Beeren erbsengross) bis zur Lese auf 6-7 Jahre alten Rebstöcken cv. 'Frontenac' eingesperrt wurden, die Qualität der Trauben im Rebberg nicht von der Netzvariante ohne eingesperrte Käfer unterschied. Die natürliche Befallsstärke erreichte also nie den Befallsdruck der getesteten Varianten, war aber mit elf Käfern pro Rebstock bereits beachtlich (Ebbenga et al., 2022a). In einer weiteren Studie (Henden & Guédot, 2022), welche in Wisconsin durchgeführt wurde, konnte aufgezeigt werden, dass Rebberge in der Nähe von Weideland höhere Käferdichten aufwiesen als solche mit umliegendem Ackerland. Zudem wurden an den Rändern von Rebbergen deutlich mehr adulte Japankäfer und grössere Blattschäden festgestellt als in deren Mitte.

Der Japankäfer verursacht mehrheitlich skelettartige Blattverletzungen, wobei bei einigen Sorten die Blätter vollständig gefressen werden können. Die meist noch unreifen Beeren werden jedoch nur selten vom Japankäfer befallen (Pfeiffer, 2012). Wenn dies jedoch geschieht, können verletzte Trauben andere Schädlinge (z.B. Wespen) anlocken und deren Frass begünstigen (Hammons et al., 2009). Typischerweise beginnt der Frass durch adulte Japankäfer an jungen Blättern an der Spitze der Rebe. Blattschäden sind daher in den oberen Teilen der Laubwand am grössten (Gu & Pomper, 2008; Pfeiffer, 2012). Obwohl ausgewachsene Weinreben ein gewisses Mass an Blattfrass tolerieren können, so sind Jungreben gegenüber komplettem Kahlfrass anfällig und sollten daher geschützt werden wie z.B. mit Plastikzylindern (Pfeiffer, 2012). Insgesamt ist in der Schweiz davon auszugehen, dass **Rebberge und insbesondere Junganlagen in der Nähe von Larvenbrutstätten des Japankäfers**, wie bewässerten Sport- und Golfplätzen sowie feuchten Wiesen oder Weiden, **am stärksten gefährdet sind** und dass *P. japonica* dort die grössten Schäden verursachen wird. Auf alle Fälle finden sich bis anhin in der wissenschaftlichen Literatur keine Hinweise dafür, dass sich die Engerlinge des Japankäfers auch im Unterwuchs von Rebbergen entwickeln.

6 Bekämpfungsmassnahmen

Im folgenden Teil dieses Reviews werden jene Bekämpfungsmassnahmen beschrieben, welche bei der gesetzlich vorgeschriebenen Bekämpfung des Japankäfers zum Tragen kommen. Zur Erreichung eines umfassenderen Überblicks ergänzen wir sie mit Kontrollmassnahmen, welche zur Schadbegrenzung von *P. japonica* in anderen Weltgegenden eingesetzt werden, wo der Schädling schon seit längerem vorkommt. Die beschriebenen Massnahmen beruhen zu einem grossen Teil auf Literaturangaben und Erfahrungen aus dem Ausland, insbesondere den USA. Darüber hinaus ergänzen wir diese mit Erkenntnissen aus neueren europäischen Untersuchungen, welche durchwegs innerhalb der Befallszonen in Norditalien oder in der südlichen Schweiz sowie in Quarantänelabors gewonnen wurden (z.B. IPM-Popillia, www.popillia.eu).

Eine erfolgreiche Ausrottung oder Eindämmung genauso wie eine reguläre Bekämpfung des Japankäfers ist nur dann möglich, wenn verschiedene mechanische, physikalische, biologische, biotechnische und chemische Pflanzenschutzmassnahmen kombiniert werden. Da sich der Japankäfer zur Vermehrung häufig in Habitaten aufhält, die keine landwirtschaftlichen Flächen sind, insbesondere öffentliche Freizeit- und Gartenanlagen, Sportplätze, Wald-ränder, Auengebiete oder Wohngebiete mit Privatgärten, ist auch hier ein integrierter Bekämpfungsansatz unabdingbar. Situativ müssen die in Frage kommenden Methoden gebündelt werden, um eine für die Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt tragbare Bekämpfungsstrategie zu implementieren. Insgesamt ist ein integrierter Bekämpfungsansatz notwendig, da alle bekannten Einzelmassnahmen nur über einen beschränkten Wirkungsgrad verfügen und nie zu 100 % wirksam sind.

Um jegliche Missverständnisse zu vermeiden, sei hier nochmals betont, dass den behördlichen Anordnungen zur Tilgung bzw. Eindämmung des Japankäfers Folge geleistet werden muss. Viele der unten beschriebenen Massnahmen kommen im Rahmen von behördlichen Tilgungs- und Eindämmungsstrategien zur Anwendung, insbesondere jene, deren Wirksamkeit bereits lange belegt ist. Andere, zum Teil noch in Entwicklung befindliche Bekämpfungsmethoden, sind für den Vollzug im Sinne des Pflanzengesundheitsrechts jedoch nicht geeignet. Dennoch möchten wir sie hier vorstellen, da sie in anderen Ländern Teil integrierter Pflanzenschutzstrategien sind und hierzulande möglicherweise in der Zukunft von Interesse sein könnten.

6.1 Vorbeugende Massnahmen

Als erste und wichtigste vorbeugende Massnahme gilt es, die Einschleppung oder Verschleppung von Japankäfern zu verhindern. Adulte Käfer können als «blinde Passagiere» bei der Einreise aus Befallsgebieten oder bei Warentransporten über Befallsgebietsgrenzen hinweg eingeschleppt werden. Die Gefahr einer Verschleppung von Eiern oder Engerlingen geht ausschliesslich vom Transport von Oberboden oder vom Handel mit Rollrasen, Topfpflanzen oder Pflanzenmaterial mitsamt Erde zwischen einzelnen Regionen aus (Gotta et al., 2023). Es ist daher wichtig, den rechtlichen Auflagen Folge zu leisten (siehe 3. Aspekte aus dem Pflanzengesundheitsrecht und 4. Prävention, Früherkennung und Überwachung), Empfehlungen von Bund und Kantonen umzusetzen sowie bei der Einreise aus Befallsgebieten und beim Kauf von risikobehaftetem Pflanzenmaterial wachsam und vorsichtig zu sein. Eine effektive Massnahme ist es, auf den Kauf und Transport von Pflanzenmaterial aus Befallsregionen ganz zu verzichten oder mindestens nur Pflanzenmaterial, welches mit dem Pflanzenpass zertifiziert ist, zu importieren. Für die Verhinderung der Verschleppung gelten grundsätzlich die Massnahmen der Allgemeinverfügung zum Schutz gegen die Ausbreitung von *P. japonica* ([BBI 2024 2951](#)). Darin enthalten sind Massnahmen im Umgang mit Kompostmaterial, Pflanzenmaterial aus der Grünpflege, Fahrzeugen und Geräten für Erdarbeiten, Oberboden bis 30 cm Tiefe, Pflanzen mit Wurzeln in Substrat oder Erde und Rollrasen.



Abbildung 25: Abgedeckte Topfpflanzen zum Schutz vor Eiablage durch den Japankäfer (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).

Falls nicht bereits durch die zuständigen Behörden verordnet, ist es in Befallsgebieten des Japankäfers sinnvoll, auf eine **Bewässerung von Grünflächen während der Flugzeit der Japankäfer zu verzichten**. Da Japankäferweibchen ihre Eier bevorzugt in feuchte Grasflächen ablegen (Allsopp et al., 1992), wie z.B. regelmässig bewässerte Rasenflächen in Gärten, Parks und Sportplätzen, macht diese einfache Massnahme Grünflächen weniger attraktiv und führt in der Folge zu einer Reduktion der Engerlingsdichte im Boden. Eine gezielte Bewässerung und Düngung nach der Flugzeit der Käfer (Crutchfield et al., 1995) kann den durch die sommerliche Trockenheit entstanden Schaden an Rasenflächen ganz oder mindestens teilweise kompensieren. In Befallsgebieten kann man das **Risiko für die Eiablage in gefährdeten Flächen oder in Töpfen auch mittels insektensicherer Abdeckungen** über der Erde (z.B. Kokosfasern und andere Materialien) **reduzieren** (Abbildung 25) (Mori et al., 2022; Gotta et al., 2023). Ebenso können **engmaschige Netze** über Topfpflanzen Eiablage und Blattfrass stark verringern (Anselmi, 2022). Für empfindliche Kulturen wie Kirschen, Aprikosen, Pflaumen oder Beeren, die bereits mit Hagelnetzen oder Regenabdeckungen nach oben geschützt sind, gilt es, sich zu überlegen, ob sich ein seitlicher Schutz mit Hilfe von Netzen nicht ebenfalls anbietet. Kulturen, die bereits heute mit Insektenschutznetzen gegen Schädlinge wie die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) oder gewisse Wicklerarten geschützt sind, werden auch vor dem Japankäfer sicher sein.

6.2 Physikalische und mechanische Bekämpfung

Vorbeugende Massnahmen wie der Verzicht auf Bewässerung oder Abdeckmaterialien helfen nicht nur, die Eignung von Standorten für die Eiablage zu verringern, sondern sie können ebenfalls die Entwicklung von Japankäferengerlingen beeinträchtigen oder den Schlupf von adulten *P. japonica* behindern. Zusätzlich existieren weitere Massnahmen wie mechanische Bodenbearbeitungen, das Absammeln von Adulten sowie der Einsatz von Repellentien

(=Mittel, die Insekten vergrämen). Diese Massnahmen zielen darauf ab, Engerlinge und Adulte zu töten oder zumindest die Adulten fernzuhalten.

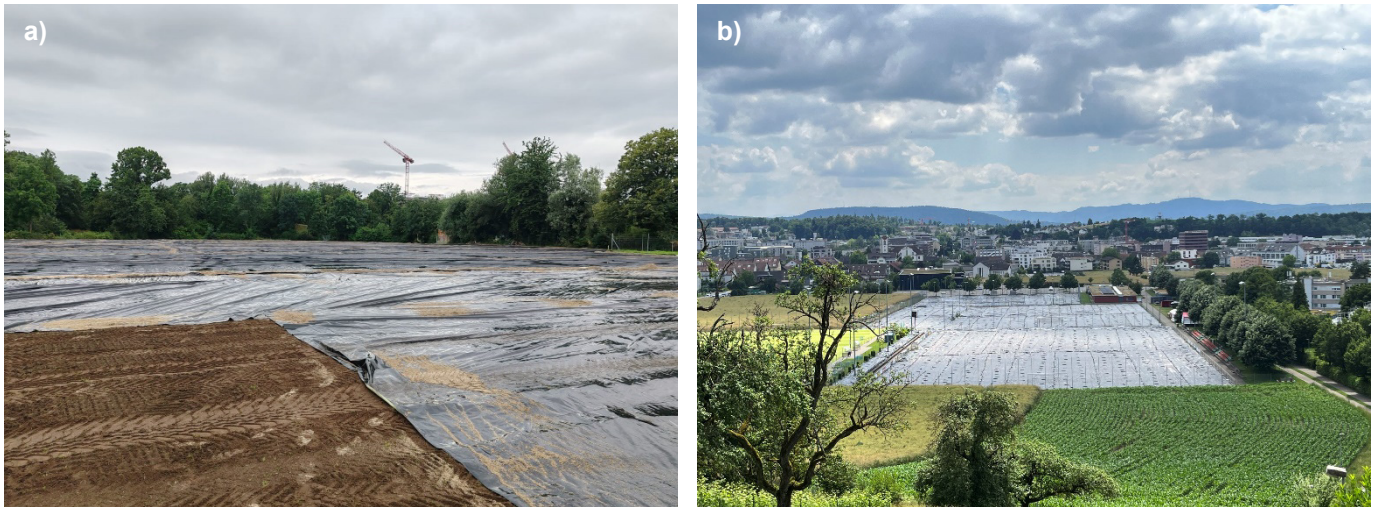


Abbildung 26: Abgedeckte Sportplätze zur Reduktion der Eiablage und/oder des Schlupfs von adulten Japankäfern (© a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Kanton Baselland, b) Fiona Eyer, Strickhof, Kanton ZH).

Engerlinge in der Erde sind auf eine gewisse Wurzelmasse und Bodenfeuchte angewiesen. Dies bedeutet, dass trockener Oberboden mit wenig lebenden Wurzeln der Larvenentwicklung nicht zuträglich ist (Pavasini, 2021) und ein Trockenregime von Herbst bis Frühling, den Schlupf von sich im Boden entwickelnden Japankäfer anfangs Sommer verringert. Des Weiteren stellten Renkema & Parent (2021) fest, dass im Heidelbeeranbau nicht alle verwendeten Bodensubstrate gleich geeignet für die Entwicklung von Japankäferlarven sind. Insbesondere eine Mulchschicht aus Kompost, Holzspänen und Sägemehl hat die Engerlingssterblichkeit deutlich erhöht. Abdeckfolien, die vor Flugbeginn grossflächig auf den Boden von bewässerten Grasflächen wie beispielsweise Sportplätzen (Abbildung 26) gelegt werden, können die Anzahl schlüpfender Adulte reduzieren. Unter ihnen gelangen die schlüpfenden Japankäfer nicht an die Oberfläche und sind daher nicht in der Lage, wegzufiegen. In der Folge verhungern und sterben sie unter der Abdeckung.



Abbildung 27: Fräsen der Grasnarbe zur Bekämpfung von Japankäferengerling im Boden (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Kanton Baselland).

Eine direkte Bekämpfung der Engerlinge mittels einer mechanischen Bodenbearbeitung (Abbildung 27) ist in einzelnen Parzellen mit deutlich erkennbarem Befall möglich. Dabei muss darauf geachtet werden, dass sich die Engerlinge zum Zeitpunkt der Bearbeitung in der Grasnarbe oder in der obersten Bodenschicht aufhalten. Eine motorisierte Rotation des Bodens ("Fräsen") bis zu einer Tiefe von mindestens 15 cm unter trockenen Bedingungen tötet viele Engerlinge. Ein Teil der Individuen wird beim Fräsen direkt mechanisch geschädigt und ein weiterer Teil verhungert, weil den Engerlingen durch die Zerstörung der Wirtspflanzen die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Der frühe Herbst ist die geeignetste Periode für diese Bodenbearbeitung, weil dann die Hauptflugzeit der Käfer abgeschlossen und der Larvenschlupf vorbei ist. Damit dieser Eingriff jedoch wirksam ist, muss er vor dem Rückzug der überwinterten Engerlinge in tiefere Bodenschichten erfolgen (EPPO, 2016).



Abbildung 28: Absammeln einzelner Japankäfer im Rebberg (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).

Wenn wenige adulte Japankäfer in einem eng begrenzten Gebiet vorkommen, kann das Absammeln von Hand (Abbildung 28) als Massnahme zur lokalen Reduktion der Population und von etwelchen Schäden in Betracht gezogen werden (Switzer & Cumming, 2014). Diese Massnahme ist jedoch sehr arbeitsintensiv, wodurch eine breite Anwendung meist nicht rentabel oder unmöglich ist.

Im weiteren Sinne ist auch der Einsatz von Repellentien zum Schutz von Kulturpflanzen Teil der physikalischen Bekämpfung. In mehrjährigen Untersuchungen in den USA wie auch im Piemont hat sich hier vor allem der **Einsatz von Kaolin als interessant erwiesen** (Lalancette et al., 2005; Bosio et al., 2022). Der weiss-graue Belag dieses Gesteinsmehls auf der Basis von Aluminiumsilikat reduziert Frassschäden an Blättern von Reben, wobei das Kaolin zu Beginn des Fluges eingesetzt werden sollte. Repulsive Substanzen wie Neemextrakt und Zeolith sind hingegen unwirksam (Bosio et al., 2022). Dagegen scheint eine aus Luzerne (*Medicago sativa*) extrahierte Saponinlösung den Frass adulter *P. japonica* Käfer an Reben zu reduzieren (Iovinella et al., 2023). Phytoecdysteroide (=sekundäre Stoffwechselprodukte von Pflanzen, die Schutz vor Insekten bieten) wirkten in Käfigversuchen ebenfalls abstossend auf Japankäfer (Jurenka et al., 2017).

6.3 Habitatmanagement

Langfristig kann die Steuerung des Wirtspflanzenangebotes eine weitere Möglichkeit zur Regulierung von Japankäferpopulationen sein. So können beispielsweise sehr attraktive Wirtspflanzen lokal entfernt werden. Diese Regulierungsmassnahme ist jedoch meist nur vereinzelt möglich. Gleichzeitig legen weitere Studien nahe, dass zum Beispiel **das Pflanzen von Bermudagrass-Hybriden** (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) die Eiablage verringert und **der Engerlingsbefall in den besagten Rasenflächen dadurch reduziert** wird (Wood et al., 2009). Japankäfer bewegten sich zudem in Sojafeldern mit Streifen von Sorghumhirse (*Sorghum bicolor*) langsamer fort als in Soja-Monokulturen (Bohlen & Barrett, 1990). Die Verwendung von Geranien (*Pelargonium* x *hortorum*) als Begleitpflanzen zum Schutz vor Japankäfer wurde ebenfalls untersucht, da diese für adulte Käfer toxisch sind und sie vorübergehend lähmen (Fleming, 1972; Potter & Held, 1999). Ihre Blüten sind für adulte Käfer sehr attraktiv und die Vorliebe für diese Blüten besteht auch nach mehrmaligem Verzehr mit anschliessenden Lähmungserscheinungen fort. Ihre Attraktivität ist jedoch relativ. Geranienblüten sind für Japankäfer zwar attraktiver als gern gefressene Lindenblätter (*Tilia cordata*), jedoch weniger attraktiv als Himbeerblätter (Maxey et al., 2009). Zu guter Letzt scheint das Pflanzen von Pfingstrosen

(*Paeonia lactiflora*) in der Nähe von Rasenfläche, Parasitoide zu fördern und die dortige Parasitierung von Japankäferengerlingen zu erhöhen (Rogers & Potter, 2004b).

6.4 Biologische Bekämpfung

Die biologische Schädlingsbekämpfung spielt für die Entwicklung erfolgreicher Bekämpfungsstrategien gegen den Japankäfer eine zentrale Rolle. Dies aus zwei Gründen: Erstens ist der invasive Schädling keineswegs auf landwirtschaftliche Kulturlächen beschränkt, sondern kommt in Wohngebieten und Freizeitanlagen genauso wie an Waldrändern, Flussläufen oder in Naturschutzflächen vor. Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt ist in diesen Habitaten der Einsatz vieler Pflanzenschutzmassnahmen gar nicht oder nur stark eingeschränkt möglich. Zweitens kann eine nachhaltige Reduktion der Japankäferpopulationen nur dann erreicht werden, wenn neben den adulten Käfern auch die Larven in den Böden von Wiesen, Weiden und Rasenflächen bekämpft werden. Hier kommt in der Regel der Einsatz konventioneller Insektizide nicht in Frage.

Die Erforschung der natürlichen Gegenspieler des Japankäfers hat vor allem in den USA eine lange Tradition und das Potential der einzelnen Nützlinge für die biologische Bekämpfung des invasiven Schädling ist gut untersucht. Seit den 1920er Jahren gibt es Versuche zur biologischen Bekämpfung des Japankäfers in den USA. Während anfangs im Rahmen der klassischen biologischen Schädlingsbekämpfung exotische Gegenspieler freigesetzt wurden, rückte später der Einsatz einheimischer Mikroorganismen in den Vordergrund (Potter & Held, 2002).

6.4.1 Mikroorganismen

Unter Mikroorganismen versteht man mikroskopisch kleine Lebewesen, wie z.B. Bakterien, Pilze oder auch Mikrosporidien. Als Einzelwesen sind sie mit blossen Auge nicht erkennbar, da sie einzellig bis wenigzellig sind.

6.4.1.1 Bakterien



Abbildung 29: Mit *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae* (BTG) befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Paenibacillus popilliae und *Paenibacillus lentimorbus* sind Bakterien, welche bei den Engerlingen des Japankäfers die sogenannte “Milky Disease” auslösen. Die massenhafte Vermehrung der Bakterien im Inneren der Larven führt zu einer mit blossen Auge erkennbaren Trübung der Körperflüssigkeit in der Leibeshöhle. Sie lässt den Hinterleib also nicht mehr durchsichtig, sondern milchweiss erscheinen.

Diese Bakterien wurden bereits in den 40er Jahren zur biologischen Bekämpfung des Japankäfers eingesetzt (Fleming, 1972). Bis vor einigen Jahren war in den USA noch ein kommerzielles Produkt erhältlich. Applikationen der Bakterien führen zu einer sich langsam steigernden Infektionsrate innerhalb einer Population. Der Kontrolleffekt tritt daher nur langsam ein. Über mehrere Jahre können die Larvenbestände jedoch deutlich und nachhaltig reduziert werden (Hutton & Burbutis, 1974). Berichten aus den USA zufolge scheint es in der Vergangenheit jedoch zu einem Virulenzabfall gekommen zu sein, sodass die Wirksamkeit gegen *P. japonica* heute fraglich ist (Dunbar & Beard, 1975; Redmond & Potter, 1995). In Europa sind Produkte mit *Paenibacillus* als Biocontrol-Organismus derzeit nicht erhältlich.

Daneben wurde *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae* (BTG) in den USA erfolgreich gegen erwachsene Japankäfer getestet, wobei der Einsatz von BTG-Granulaten gegen die Larven scheiterte (Redmond et al., 2020). Versuche im Labor ergaben, dass eine direkte Applikation von BTG gegen Japankäferlarven wirksam ist (Abbildung 29, Agroscope, unpublizierte Daten). Da BTG aber nur wirksam sein kann, wenn es aktiv von den Wirtsinsekten gefressen wird und Granulatformulierungen kaum von Engerlingen direkt aufgenommen wurden, fehlt bis anhin eine geeignete Applikationsmethode für BTG.

6.4.1.2 Entomopathogene Pilze



Abbildung 30: Mit *Metarhizium brunneum* befallener Japankäfer (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).

Entomopathogene Pilze aus den Gattungen *Beauveria* und *Metarhizium* werden in Europa erfolgreich zur Bekämpfung von nahen Verwandten des Japankäfers wie z.B. Maikäfer, Junikäfer und Gartenlaubkäfer eingesetzt (Keller et al., 1997; Keller & Schweizer, 2008). In den meisten Fällen wird dabei mit Pilzmyzel und Sporen überwachsenes Getreide (“Pilzgerste”) mit Übersaatmaschinen in die Böden von Wiesen, Weiden und Rasenflächen ausgebracht, in denen ein hoher Befall mit Engerlingen festgestellt wurde. Versuchsergebnisse aus den USA (Behle et al., 2015) gaben Anlass zur Hoffnung, dass eine ähnliche Bekämpfungsstrategie auch gegen Japankäferengerlinge erfolgreich

sein könnte. Folgeuntersuchungen im schweizerischen Quarantänelabor und im norditalienischen Befallsgebiet waren jedoch erfolglos. Insbesondere Graf et al. (2023) fanden heraus, dass die Engerlinge von *P. japonica* sowohl gegen Infektionen mit *B. brongniartii* als auch *M. brunneum* sehr resistent sind. Im Gegensatz dazu waren erwachsene Käfer (Abbildung 30) gegen die gleichen Pilzstämmen hoch empfindlich. Der Einsatz von entomopathogenen Pilzen gegen Japankäferengerlinge im Boden erscheint daher wenig erfolgsversprechend zu sein, während diese Antagonisten gegen die erwachsenen Käfer prinzipiell einsetzbar sind. Derzeit werden neue Methoden zur Applikation von entomopathogenen Pilzen gegen adulte Japankäfer erarbeitet (Wey et al., submitted).

6.4.1.3 Mikrosporidien

Mikrosporidien sind eine Gruppe von hoch spezialisierten Pilzen, die als Gegenspieler des Japankäfers in Europa bisher noch nicht untersucht worden sind. In den USA wurde eine Art aus dieser Gruppe, *Ovavesicula popilliae*, zumindest lokal erfolgreich zur Bekämpfung von *P. japonica* eingesetzt. *Ovavesicula popilliae* befällt das Exkretionsorgan (namentlich die Malpighischen Gefässe) der Japankäferengerlinge im dritten Larvenstadium, wodurch diese anschwellen und ihre Funktion verlieren. Die Krankheit tötet die Larven zwar nicht ab, schwächt jedoch ihr Immunsystem und macht die Engerlinge anfälliger für andere Pathogene. Piombino et al. (2020) konnten so zeigen, dass die Wintersterblichkeit von Japankäferengerlingen, welche mit *O. vesicula* infiziert waren, dreimal so hoch war wie jene von gesunden Engerlingen. Smitley et al. (2022) brachten eine signifikante Reduktion der Japankäferpopulationen auf Golfplätzen in Michigan mit der Etablierung von *O. vesicula* und danach ansteigenden Infektionsraten in Verbindung. Da es sich bei Mikrosporidien um obligat parasitische Organismen handelt, ist eine Massenproduktion auf künstlichen Nährmedien jedoch nicht möglich, was ein grosses Hindernis für die Produktion und Vermarktung eines Pflanzenschutzmittels auf deren Basis ist. Bei der natürlichen Regulierung des Japankäfers scheint dieses Pathogen jedoch zumindest in Teilen der USA eine entscheidende Rolle zu spielen. In Europa sind bisher keine Mikrosporidien an Japankäfer nachgewiesen worden. Eine genauere Untersuchung ihres Vorkommens, in Engerlingen von nahe verwandten, einheimischen Blatthornkäfern, steht jedoch noch aus.

6.4.2 Makroorganismen

Unter dem Begriff Makroorganismen versteht man mehrzellige Organismen, welche meist mit blossen Auge sichtbar sind. Zu den Makroorganismen gehören Kleintiere wie Nematoden, Insekten, Spinnen und Milben. Sie werden unter anderem in der biologischen Bekämpfung eingesetzt, da sie Schadorganismen verzehren oder infizieren.

6.4.2.1 Nematoden



Abbildung 31: Mit *Heterorhabditis-bacteriophora*-Nematoden befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Zur Bekämpfung der Engerlinge im Boden hat sich der Einsatz von Nematoden (Fadenwürmern) bewährt. Einige wenige Produkte mit Nematoden als Biocontrol-Organismen sind auch am europäischen Markt bereits zur Bekämpfung von Japankäferengerlingen verfügbar. Am besten untersucht sind Arten der Gattungen *Heterorhabditis* und *Steinernema*. Bei günstigen Umweltbedingungen hat sich sowohl in den USA als auch in Europa gezeigt, dass der Einsatz von *H. bacteriophora* gegen Japankäferengerlinge (Abbildung 31) eine Wirksamkeit von über 90 % erreichen kann (Villani & Wright, 1988; Klein & Georgis, 1992; Marianelli et al., 2017; Torrini et al., 2020; Sciandra et al., 2024). Neben kommerziell bereits verfügbaren Stämmen wurden auch natürlicherweise in den Befallsgebieten vorkommende Stämme dieser Gattungen getestet. Teilweise waren diese lokal angepassten Nematodenstämme wirksamer als kommerziell erhältliche Stämme (Simões et al., 1993; Torrini et al., 2020). Der Erfolg von Nematodenbehandlungen hängt wesentlich von einer sorgfältigen Applikation ab, da die Applikation am besten in den Abendstunden mit möglichst wenig direkter Sonneneinstrahlung erfolgt. Daneben müssen die Nematoden mit ausreichend Wasser entweder direkt in den Boden injiziert werden (sogenannte "Cultantechnik") oder nach der oberflächlichen Applikation mit einer zusätzlichen Wassergabe eingeschwenkt werden. Die Bodentemperatur spielt zudem eine wichtige Rolle. Sobald diese im Herbst zu sinken beginnt, sind die Nematoden weniger aktiv. Zusätzlich sind das erste und zweite Larvenstadium der Japankäfer anfälliger auf Nematodenbefall als das dritte. Aus diesen Gründen wird empfohlen, Nematodenapplikationen bereits im Spätsommer durchzuführen (ab Ende August), wenn die Engerlinge noch jung sind und die Bodentemperaturen über 12–15 °C liegen.

6.4.2.2 Parasitoide

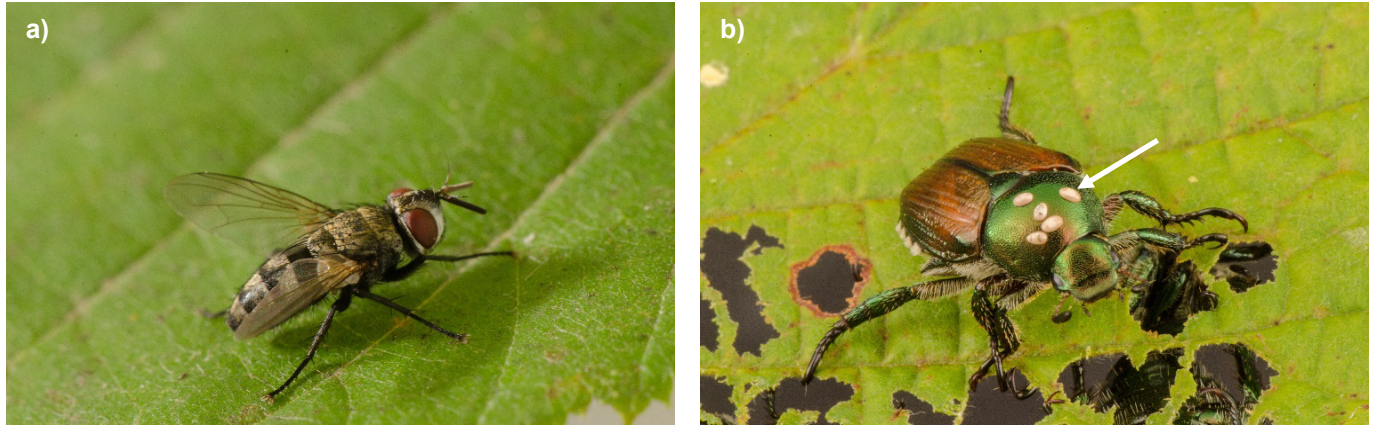


Abbildung 32: Die Raupenfliege a) *Istocheta aldrichi* ist ein Parasitoid, der b) seine Eier auf das Halsschild adulter Japankäfer ablegt (© Tim Haye, CABI).

Obwohl über zwanzig Arten exotischer Parasitoide in den USA freigesetzt wurden, etablierten sich nur drei von ihnen erfolgreich. Es handelt sich dabei um die Arten *Istocheta aldrichi*, *Tiphia vernalis* und *Tiphia popillivora* (Potter & Held, 2002).

Istocheta aldrichi (Abbildung 32a) ist eine sogenannte "Raupenfliege" (Diptera, Tachinidae). Die Weibchen dieser Tachinidenart legen ihre Eier auf den Halsschild von adulten Japankäfern ab (Abbildung 32b), vorzugsweise Weibchen. Nach einigen Tagen schlüpfen die Fliegenlarven und bohren sich durch das Aussenskelett des Käfers ins Körperinnere, um dort zu fressen. In den folgenden Tagen höhlt der Parasitoid den Käfer komplett aus, was zum Tod des Wirtsinsekts führt. Es gibt mehrere Gründe, warum *I. aldrichi* ein vielversprechender Kandidat für eine klassische biologische Bekämpfung in Europa ist. In Nordjapan wurden Parasitierungsraten von bis zu 90 % beobachtet, die zu einer erheblichen Kontrolle der lokalen *P. japonica* Population führten (Clausen et al., 1927; Fleming, 1968). In Nordamerika variieren die Parasitierungsraten hingegen von 1-70 % (Cappaert & Smitley, 2002; McDonald & Klein, 2007; O'Hara, 2014; Shanovich et al., 2019). Die bekannten Verbreitungsgebiete von *I. aldrichi* in Nordjapan (Clausen et al., 1927) und Nordamerika (Fleming, 1968; Cappaert & Smitley, 2002; Shanovich et al., 2019; Shanovich et al., 2021) weisen ähnliche klimatische Bedingungen auf wie grosse Teile Europas (Kottek et al., 2006). Dies weist darauf hin, dass die europäischen Klimabedingungen für die Ansiedlung der Art weitgehend geeignet wären. Obwohl vor seiner Einfuhr in die USA keine Wirtsspezifitätstests durchgeführt wurden, gilt *I. aldrichi* als wirtsspezifisch (King, 1931; Shanovich et al., 2019), was auf ein geringes Risiko für Nichtzielorganismen schliessen lässt. Nichtsdestotrotz ist eine Prüfung der Wirtsspezifität gegenüber europäischen Nichtzielarten erforderlich, um seine biologische Sicherheit zu gewährleisten. In der Schweiz wird daher derzeit zur Klimaeignung und zur Wirtsspezifität von *I. aldrichi* in einem Quarantänelabor geforscht (CABI, 2023).

Tiphia vernalis ist eine Schlupfwespe (Hymenoptera, Tiphidae), welche die Japankäferengerlinge nach der Überwinterung parasitiert. Im Frühjahr suchen die Schlupfwespen mithilfe von Duftstoffen, die von den Engerlingen selbst und von ihrem Kot ausgehen, ihre Wirte im Boden, betäuben sie und belegen sie mit einem Ei. Die Larven von *T. vernalis* ernähren sich ektoparasitisch (=ausseranhaftend) zuerst von der Körperflüssigkeit und später auch vom Gewebe des Engerlings, wodurch der Wirt abstirbt. *Tiphia vernalis* ist daher ein weiterer vielversprechender Kandidat für die klassische biologische Bekämpfung des Japankäfers. Die Art weist hohe Parasitierungsraten und eine erhebliche Populationskontrolle in den USA auf (Balock, 1934; Gardner, 1938; King & Parker, 1950; Rogers & Potter, 2003; McDonald & Klein, 2007; McDonald et al., 2020). Das bekannte Verbreitungsgebiet der Schlupfwespe spricht für eine klimatische Eignung Europas (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933; Krombein, 1948; Fleming, 1968; Reding & Klein, 2001; Rogers & Potter, 2004a; Ramoutar & Legrand, 2007; McDonald et al., 2020) und zeigt konsistente Wirts-Parasitoid-Synchronität über eine Reihe von Breitengraden in den USA (King, 1931; Rogers & Potter, 2004b). Es ist hingegen nicht bekannt, dass *T. vernalis* in seinem ursprünglichen japanischen Verbreitungsgebiet *P. japonica* befällt. Die Art wurde aus Korea in die USA eingeführt, nachdem sich der Schädling unter Laborbedingungen als geeigneter Wirt erwiesen hatte (Fleming, 1968). Neben Arten aus der Gattung *Popillia* kann die Art auch einige weitere Blatthornkäfer töten (Clausen et al., 1932; Reding & Klein, 2001). Dennoch zeigen die nordamerikanischen *T. vernalis* ein gezieltes Verhalten bei der Wirtssuche nach Japankäferengerlingen und eine starke Fähigkeit

zur Wirtsunterscheidung, was auf ein begrenztes Wirtsspektrum schliessen lässt (Rogers & Potter, 2002). In Anbetracht seines Potenzials zur biologischen Bekämpfung sollte die biologische Sicherheit von *T. vernalis* gegenüber europäischen Nichtzielarten unter Quarantänebedingungen geklärt werden. Eine umfassende Abklärung der biologischen Sicherheit bildet heute die Grundlage, damit mögliche Kandidaten in der Schweiz für eine klassische biologische Bekämpfung im Rahmen der Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt bewilligt werden können.

Für die letzte der drei erwähnten potenziellen Parasitoidenarten *T. popilliavora* liegen hingegen zu wenig Informationen vor, um zu beurteilen, ob sich die Art für eine biologische Bekämpfung in Europa eignen würde. Wir verzichten daher hier auf eine nähere Vorstellung.

6.4.2.3 Prädatoren



Abbildung 33: Zebiraspinne, welche zwei adulte Japankäfer in ihrem Netz gefangen hat (© Tanja Graf, Agroscope).

In der Schweiz kommen eine ganze Reihe von räuberischen Frassfeinden vor, welche sich nachweislich auch von adulten Japankäfern oder ihren Engerlingen ernähren. Sie haben jedoch alle ein breites Beutespektrum und nutzen keineswegs nur Japankäfer als Nahrungsquelle. Beispielsweise fressen Spinnen adulte Käfer (Abbildung 33); darüber hinaus wurde auf verschiedene Vögel und Säugetiere als Prädatoren der Engerlinge im Boden (siehe 2.4 Natürliche Gegenspieler) bereits hingewiesen (Sim, 1934). Zum Teil scheinen Räuber auch einen messbaren Einfluss auf die Populationen von *P. japonica* zu haben (Potter & Held, 2002; EPPO, 2016). Ein gezielter Einsatz heimischer Prädatoren zur Bekämpfung des invasiven Schädlings ist jedoch wegen ihrer unspezifischen Ernährungsweise nicht möglich.

6.5 Biotechnische Bekämpfung

Bei den biotechnischen Methoden stehen Massenfang durch Lockstofffallen und mit Lockstoff ausgerüstete Netzfallen zur Verfügung. Dabei werden die Käfer mit Pheromondispensern basierend auf dem Sexualpheromon der Weibchen sowie einem floralen Lockstoff (siehe 4.1 Lockstofffallen) gezielt an einen Ort angelockt, um sie danach entweder mit Hilfe von Fallen zu fangen oder mit insektizidbehandelten Netzen zu vergiften. Diese beiden biotechnischen Bekämpfungsmassnahmen lassen sich sowohl in wie auch ausserhalb von landwirtschaftlichen Kulturflächen anwenden.

Massenfangfallen sind meist mit einem grossen Fangbehälter ausgestattet, um darin eine grössere Menge von angelockten Männchen und Weibchen aufzunehmen. Der **Einsatz von Massenfangfallen kann auf einem räumlich eng begrenzten Befallsgebiet lokal isolierte Populationen schwächen** (Potter & Held, 2002; Switzer et al., 2009; EPPO, 2016). In den USA wurden Massenfangfallen zum Schutz der Kulturen gegen *P. japonica* in der Nähe von Holunder- und Heidelbeerpflanzungen aufgestellt. Innerhalb von drei Jahren wurden dabei mehrere Millionen von adulten Japankäfer gefangen und gleichzeitig nur wenige Adulte in den Kulturen beobachtet, so dass der Schaden am Laub in der Folge relativ gering war (Piñero & Dudenhoeffer, 2018). Ausserdem wurde in China der Massenfang gegen den nahverwandten *Popillia quadriguttata* untersucht. Der Massenfang reduzierte dabei die Anzahl adulter Käfer um 93 % und die der Engerlinge im Boden um 90 % (Chen et al., 2014a). In einer nachfolgenden Studie konnte auch ein direkter positiver Zusammenhang zwischen den Fängen an adulten *P. quadriguttata* und dem Schutz von Mais, Soja und Kohl festgestellt werden (Chen et al., 2014a; Chen et al., 2014b).

Der Einsatz der Lockstoffe bringt jedoch auch die Gefahr mit sich, mehr Käfer anzulocken als in den Fallen Platz haben (Wawrzynski & Ascerno, 1998) oder sie in Gebiete zu locken, die bisher frei von Befall waren. Wichtig ist, dass die Fallen regelmässig geleert werden, da der Geruch verwesender Artgenossen abstossend auf die verbleibenden Japankäfer wirkt (Giovanni Bosio, pers. Kommunikation). Bei der Tilgung und Eindämmung muss daher der Einsatz des Massenfangs regional gut geplant und koordiniert umgesetzt werden. Eine unkontrollierte Anwendung des Massenfangs mittels Lockstofffallen im privaten Haus- und Kleingartenbereich ist abzulehnen, da dies die Ausbreitung des invasiven Schädling sogar fördern könnte (EPPO, 2016).



Abbildung 34: Japankäfer, welche mittels des Lockstoffes zu einem Insektizid behandelten Netz (=LLIN) angelockt werden (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Die Verwendung von **insektizidbehandelten Netzen** (=Long-Lasting Insecticide-treated **Nets**, Abk.: LLINs) wurde ursprünglich entwickelt, um Menschen vor Stechmücken, welche Krankheiten wie Malaria oder Gelbfieber übertragen, zu schützen. In der Folge wurde die Verwendung dieser Netze auf die Landwirtschaft ausgedehnt, um dort gezielt Kulturschädlinge zu bekämpfen (Gotta et al., 2023). Gegen den Japankäfer wurden in der Zwischenzeit Netze

getestet, welche mit den Pyrethroiden α -Cypermethrin und Deltamethrin behandelt waren. Mittels Lockstoffe werden adulte Japankäfer zum insektizidbehandelten Netz gelockt (Abbildung 34), kommen dort mit dem Insektizid in Kontakt, vergiften sich und sterben. **Erste Ergebnisse aus Italien sind vielversprechend**, wobei die Form der LLINs relativ flexibel gestaltet werden kann. Eine grössere, waagerechte Netzfläche erhöht jedoch die Landemöglichkeit und Verweildauer der Käfer. Insgesamt sind die LLINs im Feld etwa einen Monat lang wirksam (Paoli et al., 2023). Ausserdem scheinen einige wenige LLINs pro Hektar ausreichend zu sein, um eine Kontrollwirkung zu erzielen (Paoli et al., 2024). Erste Ergebnisse aus der Schweiz sind ebenso vielversprechend. In einer 2024 durchgeführten Pilotstudie konnte die Anzahl adulter Japankäfer in den LLINs-behandelten Versuchsflächen gegenüber ihren unbehandelten Kontrollflächen um etwa die Hälfte reduziert werden (Agroscope, unpublizierte Daten).

Im Vergleich zu grossflächig applizierten, chemischen Insektiziden stellen Massenfang und LLINs interessante Bekämpfungsmassnahmen dar, da sie dank den artspezifischen Lockstoffen gezielt den Japankäfer kontrollieren und dadurch das Risiko für andere Lebewesen und die Umwelt reduzieren. Einen ähnlichen Bekämpfungsansatz gegen den Japankäfer testeten Lannan & Guédot (2024) in den USA. In einer zweijährigen Studie wurden in kommerziellen Rebbergen am Rande der Parzellen Pheromondspender aufgehängt. Dieser Randbereich wurde danach mit einem Breitbandinsektizid behandelt (=Spotspraying). Der Wirkungsgrad dieser Massnahme war ähnlich der Betriebsvariante des Winzers bezüglich Anzahl an adulten Käfern im Rebberg und Blattschaden. Die Aufwandmenge an ausgebrachtem Insektizid konnte jedoch um 96 % reduziert werden (Lannan & Guédot, 2024). Beim Spotspraying besteht jedoch auch das Risiko, den Schädling in grösserer Anzahl in eine Parzelle zu locken, welche an sich kaum befallen würde. Die Wirkung dieser Massnahme könnte also stark von der Attraktivität der Kultur und der Präsenz anderer Wirtspflanzen im näheren Umfeld der zu schützenden Kultur abhängen.

6.6 Bekämpfung mit Insektiziden



Abbildung 35: Insektizideinsatz zur Tilgung des Japankäferbefalls (© Fiona Eyer, Strickhof, Kanton ZH).

Der Einsatz von herkömmlichen biologischen oder synthetischen Insektiziden ist häufig eine einfache und kostengünstige Möglichkeit, um Schädlinge rasch und wirksam zu bekämpfen (Abbildung 35). Im letzten Jahrhundert war der Einsatz von Breitbandinsektiziden zur Bekämpfung der wachsenden Japankäferpopulationen in den USA

aufgrund ihrer guten Wirksamkeit und relativ geringen Kosten weit verbreitet (Gotta et al., 2023). Nebeneffekte auf Nichtzielorganismen sowie negative Effekte auf Menschen und Umwelt haben jedoch zu Einschränkungen bei ihrem Einsatz und zu Anpassungen bei den Applikationsmethoden geführt (Althoff & Rice, 2022). Heute werden in den USA gegen adulte Japankäfer Pflanzenschutzmittel mit den Wirkstoffen Bifenthrin, Carbaryl, Cyfluthrin, Deltamethrin und Permethrin eingesetzt (USDA, 2015).

Erste Versuche gegen adulte Japankäfer in italienischen Rebbergen zwischen 2017 und 2019 ergaben, dass die Pyrethroide Deltamethrin, Lambda-Cyhalothrin und Acrinathrin am wirksamsten gegen Käfer waren, gefolgt von Acetamiprid und Chlorantraniliprol (Bosio et al., 2022; Gotta et al., 2023). Azadirachtin, Pyrethrum, ein Seifenpräparat, Chlorpyrifos-methyl, Thiametoxam, Tau-Fluvalinat, Etofenprox und Schwefel zeigten hingegen keine oder nur eine sehr geringe Wirkung (Bosio et al., 2022). Die Versuche wurden 2021 auf weitere Kulturen wie Pfirsich, Mais und zwei Zierpflanzenarten ausgeweitet mit insgesamt zwanzig verschiedenen getesteten Wirkstoffen. Dabei zeigten Acetamiprid, Deltamethrin, Phosmet, Pirimicarb, Lambda-Cyhalothrin, Etofenprox, Indoxacarb und Abamectin eine hohe Wirksamkeit gegen adulte Käfer sowohl bei direktem Kontakt mit dem Pflanzenschutzmittel als auch beim Kontakt mit kurz zuvor behandelten Oberflächen (Santoiemma et al., 2021; Gotta et al., 2023). In den durchgeführten Versuchen war Chlorantraniliprol hingegen nicht in allen Tests wirksam, während Sulfoxaflor und Metaflumizone ausschliesslich nach direktem Kontakt schwach wirksam waren. Keinen oder nur einen sehr geringen Wirkungsgrad erreichten Azadirachtin, Chlorpyrifos-methyl, Pyrethrine, Rapsöl, Flupyradifurone, Spinosad, eine Mischung aus Paraffinöl und Cypermethrin sowie der Pilz *Beauveria bassiana*. Eine Woche nach Applikation waren allerdings nur noch die Wirkstoffe Acetamiprid, Deltamethrin, Sulfoxaflor und Phosmet bei direktem Kontakt mit den Sprührückständen wirksam (Santoiemma et al., 2021). Insgesamt sind in der Schweiz nur einzelne dieser Wirkstoffe in der Landwirtschaft bewilligt, und kein Pflanzenschutzmittel ist Stand Januar 2025 ordentlich gegen den Japankäfer zugelassen. Hingegen wurden einige Insektizide zur Bekämpfung von *P. japonica* im Rahmen von Notfallzulassungen zeitlich befristet bewilligt. Ihr Einsatz muss jedoch zwingend auf Anweisung der Kantonalen Pflanzenschutzdienste erfolgen (die entsprechenden Allgemeinverfügungen finden sich auf den betreffenden Internetseiten des [Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen](#), BLV).

Eine direkte Bekämpfung von *P. japonica* Engerlingen mit herkömmlichen Insektiziden im Boden ist schwierig und kommt heute aus Sicherheits- wie auch aus Umweltschutzgründen kaum mehr in Frage. Vollständigkeitshalber erwähnen wir dennoch einige Erkenntnisse zur Kontrolle von Engerlingen im Boden. In den USA wurden zwischen den 1970er und 1990er Jahren verschiedene Insektizide aus den Wirkstoffgruppen Organophosphate, Carbamate, Neonicotinoide, Diacylhydrazines und Pyrethroide gegen die Engerlinge im Boden getestet. Mangels ausreichender Wirksamkeit und/oder einer hohen Toxizität gegenüber Nichtzielorganismen wurde der Einsatz vieler dieser Wirkstoffe jedoch Ende des 20. Jahrhunderts verboten (Potter & Held, 2002). Heute kommen in den USA in Baumschulen oder Rasenflächen jedoch noch immer die Wirkstoffe Imidacloprid, Halofenzide, Trichlorfon und Chlorantraniliprol zur Bekämpfung von Larven im Boden zum Einsatz (USDA, 2015), wobei die ersten beiden Larvenstadien empfindlicher gegenüber Insektiziden sind als das letzte (Oliver et al., 2009). In der Schweiz hingegen ist die Anwendung von klassischen Bodeninsektiziden nicht mehr zugelassen. Die Bekämpfung von Japankäferengerlingen im Boden findet daher vorwiegend mittels des Einsatzes entomopathogener Nematoden statt (siehe [6.4.2.1 Nematoden](#)).

Eine vielversprechende, zukünftige Bekämpfungsmethode gegen den Japankäfer könnte Gen-Silencing (Gen-Stillelegung) mithilfe der Applikation von RNA-Molekülen sein. Artspezifisch wirkende RNA-Moleküle werden dabei vom Zielorganismus aufgenommen, führen zur Störung lebenswichtiger Funktionen im Zielorganismus und schlussendlich zu dessen Tod. Erste Ergebnisse aus einer Laborstudie zur Wirksamkeit dieser Methode gegen adulte *P. japonica* sind vielversprechend (Carroll et al., 2023).

Abschliessend möchten wir hier darauf aufmerksam machen, dass es beim Japankäfer in den USA bereits zu Resistenzen gegenüber von Bodeninsektiziden kam (Niemczyk & Lawrence, 1973). Weiter fällt die Ernteperiode einiger Kulturen wie Kirschen, Aprikosen oder verschiedenen Beerenarten mit dem Befall adulter Japankäfer zusammen, was chemische Behandlungen aufgrund der einzuhaltenden Wartefristen vor der Ernte stark einschränkt. Und zu guter Letzt sind die im Biolandbau zugelassenen Insektizide (namentlich Produkte basierend auf den Wirkstoffen Azadirachtin, Rapsöl, Spinosad oder dem Pilz *Beauveria bassiana*) gegen adulte Japankäfer häufig nur schlecht bis teilweise wirksam (Piñero & Dudenhoeffer, 2018).

6.7 Bekämpfung in den Kulturen

Bei der Tilgung und Eindämmung des Japankäfers kommen heute zahlreiche Bekämpfungsmassnahmen zum Tragen. Dabei setzen sich lokale Tilgungsstrategien zur Ausrottung einzelner Befallsherde sowie regionale Eindämmungsstrategien zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung dieses Quarantäneorganismus immer aus verschiedenen Massnahmen zusammen, welche kulturübergreifend und grossflächig umgesetzt werden. Im nationalen Notfallplan für die Überwachung und Bekämpfung des Japankäfers werden die eingesetzten Massnahmen aufgeführt und erläutert. Wir gehen in dieser Publikation daher nicht weiter auf diese amtlich verordneten Bekämpfungsmassnahmen ein. Vielmehr möchten wir hier langfristige Perspektiven aufzeigen, welche Pflanzenschutzmassnahmen in den vorher ausgeführten Kulturen eingesetzt werden könnten, für den Fall, dass sich der Japankäfer grossflächig ausbreitet.

Bereits heute steht fest, dass ein Schutz gefährdeter Kulturen zukünftig nur durch einen integrierten und kulturübergreifenden Regulierungsansatz erreicht wird. Pflanzenschutzstrategien müssen sich daher zwingend aus verschiedenen Massnahmen zusammensetzen, welche auf regionaler Ebene von verschiedenen Akteuren gemeinsam umgesetzt werden. Dies ist nötig, da das Vorkommen von Eiern, Larven und Puppen gegenüber von adulten Japankäfern räumlich klar getrennt ist und weil alle heute bekannten Einzelmassnahmen nur über einen beschränkten Wirkungsgrad verfügen. Wirksame und nachhaltige Pflanzenschutzstrategien werden sich daher aus verschiedenen vorbeugenden, mechanischen, biologischen, biotechnischen und chemischen Bekämpfungsmassnahmen zusammensetzen.

Dabei gilt es zu beachten, dass nur **sehr wenige Kulturen zugleich von den Engerlingen wie auch von den adulten Japankäfern geschädigt werden**. Diese Situation könnte am ehesten bei bewässerten Gemüse- oder Beerenkulturen eintreten, da die Eier vermutlich auch in der Nähre von Gräsern in und zwischen den Kulturen abgelegt werden. Im Obstbau ist hingegen zu erwarten, dass kein direkter Schaden an den Bäumen entsteht, falls sich Japankäferengerlinge im Unterwuchs entwickeln. Die meist unbewässerten und flachgründigen Böden von Rebbergen scheinen uns ungeeignet dafür zu sein, dass sich Engerlinge in grosser Anzahl im grasigen Unterwuchs entwickeln. Des Weiteren ist im Ackerbau davon auszugehen, dass sich eine direkte Bekämpfung der Engerlinge ökonomisch nur selten lohnen wird; dies auch, wenn Japankäferlarven lokal Maiswurzeln befallen (Abbildung 20a).

Eine direkte Bekämpfung der Engerlinge wird sich unserer Einschätzung nach nur in gewissen bewässerten Rasenflächen ökonomisch bezahlt machen. Dabei wird der **Einsatz von Nematoden eine zentrale Rolle spielen** (Tabelle 1), da dieser zurzeit **die einzige wirksame Bekämpfungsmassnahme zur Kontrolle von Japankäferengerlingen im Boden ist**, ohne dass dabei die Rasenfläche in Mitleidenschaft gezogen wird. Um einer Verbreitung des Schädling entgegen zu wirken, sollten Produzent/-innen von Rollrasen darauf achten, Engerlinge nicht unnötig zu verschleppen. Wo immer sich Engerlinge direkt in den Kulturen entwickeln, kann die Eiablage und Entwicklung der Larven mit einer angepassten Bewässerung reduziert werden. Damit die Kulturen durch diese Massnahme keinen direkten Schaden nehmen und die erforderte Qualität der Erntegüter weiterhin gewährleistet werden kann, sollte trotzdem auf eine bedarfsgerechte Bewässerung geachtet werden (Tabelle 1). Die Abdeckung des Bodens mit Plastik- oder Mulchfolien oder die Anpassung des Bodensubstrates können Eiablagen in Rasenflächen oder in Gemüse- und Beerenkulturen verringern. Ausserdem kann eine gezielte Bodenbearbeitung in ein- wie auch mehrjährigen Kulturen das Wirtspflanzenspektrum zur Eiablage sowie das Nahrungsangebot der Engerlinge reduzieren und vorhandene Engerlinge im Boden direkt töten. Insbesondere in Rasenflächen kann die Einsaat von Bermudagrass-Hybriden, welche die Eiablage reduzieren, Primär- und Sekundärschäden durch Engerlinge verringern. Auch Mischkulturen könnten allenfalls ökonomisch nicht tragbare Frassschäden durch Adulte in gewissen Kulturen mindern. Ausserdem kann es sich in einjährigen Kulturen zukünftig lohnen, anfällige Kulturen fern von Larvenbrutstätten anzubauen. **Besonders wirksamen Schutz gegen Frassschäden von adulten Japankäfern bieten Netze**. Insbesondere in der Nähe von Larvenbrutstätten wird der Anteil eingetzter Spezialkulturen vermutlich weiter steigen (Tabelle 1). Total eingetzte Rebberge sind aktuell hingegen schwer vorstellbar, jedoch kann ihre Laubwand mittels des Gesteinsmehls Kaolin gegen Frassschäden von Adulten geschützt werden. Ein grossflächiger Einsatz von Kaolin zum Schutz der Blattmasse wird in anderen Kulturen hingegen schwer umsetzbar sein, da dort das Erntegut häufig direkt vermarktet wird und daher keine sichtbaren Spritzbeläge aufweisen darf. In kleinen Parzellen mit besonders rentablen Kulturen könnte allenfalls auch das Absammeln von adulten Japankäfern eine mögliche Massnahme sein. Grossflächige Einsammelaktionen halten wir unter den aktuellen Rahmenbedingungen jedoch für wirtschaftlich nicht tragbar.

Der Einsatz von herkömmlichen Insektiziden gegen adulte Japankäfer wird vermutlich nicht vollständig zu vermeiden sein, jedoch können applizierte Menge und Spritzrückstände auf dem Erntegut mittels Spotspraying deutlich reduziert werden. Das gezielte Anlocken von Adulten mit Lockstoffen in gewisse Bereiche der Kultur, welche später mit herkömmlichen Insektiziden behandelt werden, ist daher eine erfolgsversprechende Massnahme, um sehr attraktive Kulturen zu schützen. Diese Massnahme ist in sämtlichen Kulturgruppen umsetzbar und reduziert die Menge an eingesetzten Pflanzenschutzmitteln deutlich. Die Lockstoffe können ebenso dazu verwendet werden, um adulte Japankäfer gezielt in eine Falle oder an ein insektizidbehandeltes Netz (=LLIN) zu locken. Massenfang und LLINs können sowohl in wie auch ausserhalb von landwirtschaftlichen Kulturflächen grossflächig angewendet werden (Tabelle 1).

Zukünftige Pflanzenschutzstrategien gegen den Japankäfer werden mit grösster Wahrscheinlichkeit aus einer Kombination verschiedener Massnahmen aus diesem Katalog an Bekämpfungsmöglichkeiten (Tabelle 1) bestehen. Aktuell ungewiss ist, welche Bedeutung Repellentien, biologische Gegenspieler oder auch Gene-Silencing in der Kontrolle des Japankäfers zukünftig haben werden, da ihre Anwendung noch weitere Entwicklung benötigt und administrative Hürden zu überwinden sind. Des Weiteren ist heute auch noch unsicher, in welcher Form und von welchen Akteuren mögliche Larvenbrutstätten, wie etwa feuchte Wiesen und Weiden, aktiv gegen den Japankäfer geschützt werden. Einzelne Bekämpfungsmassnahmen wie Vermeidung der Verschleppung, Regulierung der Bewässerung, Abdecken des Bodens, Einnetzung der Pflanzen, Massenfang sowie der Einsatz von Nematoden und Insektiziden sind jedoch sicherlich auch im Gartenbau oder in Baumschulen situativ umsetzbar.

Tabelle 1: Einschätzung der Bedeutung der vorgestellten Massnahmen zur zukünftigen Regulierung des Japankäfers in den einzelnen Kulturen. Ein X kennzeichnet eine erfolgsversprechende und somit wahrscheinliche Anwendung der Massnahme in der entsprechenden Kulturgruppe, ein (X) entspricht einer teilweise erfolgsversprechenden und somit möglichen Anwendung der Massnahme in der Kulturgruppe, und leere Zellen stehen für wenig erfolgsversprechende Massnahmen und somit unwahrscheinliche Anwendung in der Kulturgruppe.

Bekämpfungsmassnahmen	Rasen- flächen	Acker- bau	Gemüse	Obst	Beeren	Reben
<u>Vorbeugende Massnahmen</u>						
Vermeidung der Verschleppung	X					
Standortwahl		(X)	X		(X)	
Regulierung der Bewässerung	X		(X)	(X)	(X)	
Abdeckung des Bodens	(X)		(X)		(X)	
Einnetzung			X	X	X	(X)
<u>Mechanische Bekämpfung</u>						
Anpassung Bodensubstrat	(X)				(X)	
Bodenbearbeitung		X	X		(X)	
Absammeln			(X)		(X)	
Gesteinsmehle (Kaolin...)		(X)		(X)	(X)	X
Andere Repellentien	Zukünftiger lokaler Einsatz gegen Adulte nicht ausgeschlossen					
Steuern Wirtspflanzenangebot	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
<u>Biologische Bekämpfung</u>						
Bakterien (Bt...)	Zukünftiger lokaler Einsatz gegen Engerlinge vorstellbar					
Pilze		Zukünftiger lokaler Einsatz gegen Adulte vorstellbar				
Mikrosporidien	Zukünftiger lokaler Einsatz gegen Engerlinge vorstellbar					
Nematoden	X		X		(X)	
Parasitoide	Zukünftiger Einsatz zur Regulierung der regionalen Population vorstellbar					
Prädatoren	Gezielter Einsatz auch in Zukunft schwer vorstellbar					
<u>Biotechnische Bekämpfung</u>						
Massenfang	X	(X)	(X)	X	X	X
LLINS (insektizidbeh. Netze)	X	(X)	(X)	X	X	X
Lockstoffe & “Spotspraying”		X	X	X	X	X
<u>Bekämpfung mit Insektiziden</u>						
Herkömmliche Insektizide		X	X	X	X	X
Gene-Silencing	Zukünftiger lokaler Einsatz vorstellbar					

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die unbeabsichtigte Einschleppung des Japankäfers auf das europäische Festland und die fortschreitende Ausbreitung des Befalls von Italien bis in die Schweiz **stellen den Eidgenössischen Pflanzenschutzdienst und die kantonalen Fachstellen vor eine der grössten Herausforderungen der letzten Jahre**. Der Schadorganismus ist **nicht nur für die Landwirtschaft eine Bedrohung, sondern auch für öffentliche und private Freizeitflächen und Parks**. Aufgrund der Einstufung des Japankäfers als prioritärer Quarantäneorganismus wurden im Einklang mit internationalen phytosanitären Verpflichtungen und dem Pflanzengesundheitsrecht der Schweiz Massnahmen zur Tilgung bzw. Eindämmung des Japankäfers verordnet. Die fortschreitende Ausbreitung des Käfers sowie mathematische Modelle (Borner et al., 2023), welche die Eignung von Lebensräumen für die weitere Ausbreitung und Ansiedlung vorhersagen, deuten jedoch darauf hin, dass sich der Japankäfer längerfristig in der ganzen Schweiz und in einem Grossteil Europas etablieren wird. Der vorliegende Artikel behandelt daher nicht nur die derzeitigen, amtlich verordneten Tilgungs- und Eindämmungsmassnahmen, sondern darüber hinaus auch jene Methoden zur Kontrolle des Schädling, welche noch nicht abschliessend entwickelt oder zugelassen sind, aber in Zukunft zur Anwendung kommen könnten.

Im Gegensatz zu anderen gebietsfremden Schadinsekten wie der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) oder der Marmorierten Baumwanze (*Halyomorpha halys*), die in den letzten Jahren fast direkt und meist unerwartet aus ihren Ursprungsgebieten, namentlich Südostasien, in die Schweiz eingeschleppt wurden, ist der Japankäfer schon seit über einem Jahrhundert in Nordamerika präsent. Entsprechend umfangreich ist das Wissen zu seiner Biologie und Ökologie. Es existieren ausserdem bereits langjährige Erfahrungen zur Wirksamkeit der verschiedenen Bekämpfungsmöglichkeiten. Dieses Wissen ist allerdings aufgrund der Vielzahl an Wirtspflanzen, der beschränkten Wirksamkeit einzelner Pflanzenschutzmassnahmen und des Einflusses der regionalen Gegebenheiten auf den Erfolg solcher Massnahmen nur teilweise auf die Schweiz übertragbar.

In der Schweiz sind bisher keine schwerwiegenden wirtschaftlichen Schäden durch Japankäferbefall aufgetreten. Einerseits befinden sich die Japankäferpopulationen noch im Aufbau, andererseits werden in manchen stärker befallenen Regionen, z.B. im Südtessin oder in der alpinen Simphonregion, wenig anfällige Kulturen angebaut. Im Südtessin erfährt die Rebe, eine der bevorzugten Wirtspflanzen des Japankäfers in der Region, während des Fluges des Käfers Blattschäden, welche bei der gegenwärtigen Befallsintensität weitgehend kompensiert werden können und die Reife der Trauben noch nicht ernsthaft beeinträchtigen. Schäden, welche die Menge und die Qualität der Ernte schwerwiegend beeinträchtigen, sind jedoch in Regionen zu erwarten, in denen Freilandgemüse, Obst oder Beeren angebaut werden.

Im Vergleich zu vielen anderen landwirtschaftlichen Schadinsekten sind für den Japankäfer zwei Besonderheiten hervorzuheben, die bei der Erarbeitung von Bekämpfungsstrategien einbezogen werden müssen. **Erstens sind neben der Landwirtschaft und dem produzierenden Gartenbau auch viele öffentliche und private Freizeit- und Parkflächen betroffen**. Die Zusammenarbeit und der Austausch zwischen diesen beiden Sektoren ist bis anhin wenig etabliert, aber zukünftig enorm wichtig, damit der Japankäfer in einer Region nachhaltig reduziert und reguliert werden kann. **Zweitens gibt es eine klare räumliche Trennung zwischen einerseits dem Lebensraum von Eiern, Larven und Puppen sowie andererseits den adulten Japankäfern**. Dies führt dazu, dass Pflanzenschutzmassnahmen im Lebensraum der adulten Käfer langfristig wenig erfolgsversprechend sind, wenn nicht gleichzeitig der ständige Nachschub an Schädlingen aus den oft schwer auffindbaren Larvengebieten unterbunden wird. Hinzu kommt, dass **in den Lebensräumen der Engerlinge die Interventionsmöglichkeiten oft begrenzt sind** (z.B. entlang von Flussläufen, in Wasserschutzgebieten oder in Freizeit- und Erholungsflächen).

Fest steht jedenfalls, dass ein Schutz der Kulturen nur durch einen integrierten und kulturübergreifenden Ansatz auf Landschaftsebene erreichbar ist. Bekämpfungsstrategien müssen daher aus verschiedenen Massnahmen bestehen, die für sich allein genommen nur teilweise wirksam sein mögen. Darüber hinaus müssen solche integrierte Bekämpfungsstrategien den Eigenschaften der Landschaft sowie der Verfügbarkeit von Wirtspflanzen angepasst werden. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel spielen in den USA eine zentrale Rolle in der Bekämpfung des Japankäfers. Ihr Einsatz wird für eine erfolgsversprechende Bekämpfung des Japankäfers auch in der Schweiz nicht gänzlich vermeidbar sein. In Kombination mit anderen Bekämpfungsmassnahmen kann der chemische Pflanzenschutz jedoch auf ein Minimum beschränkt werden.

Zur Bekämpfung der Engerlinge von *P. japonica* in Rasen- und Wiesenflächen hat sich der Einsatz von entomopathogenen Nematoden als vielversprechend erwiesen. Die Wirksamkeit einer Nematodenapplikation kann über 90 % erreichen, er hängt allerdings stark von einer sorgfältigen Applikation und den vorherrschenden Umweltbedingungen auf den behandelten Flächen ab. Ebenso ist der Einsatz von Lockstoffen in Kombination mit Fallen oder mit Insektizid behandelten Netzen ein interessanter und vielversprechender Ansatz. Obwohl Letzterer auch mit dem Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln einhergeht, weist diese neuartige Applikationsmethode minimale Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen und die Umwelt auf.

Andere biologische Bekämpfungsmethoden benötigen noch etwas Entwicklungszeit. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass entomopathogene Pilze aufgrund der geringen Anfälligkeit der Larven ungeeignet zur Anwendung im Boden sind. Die erwachsenen Japankäfer sind hingegen sehr anfällig für Pilzinfektionen. Entomopathogene Pilze könnten in der Kombination mit Lockstoffen daher ebenfalls zur Regulierung des Japankäfers beitragen. Der Japankäfer hat in den neu besiedelten Regionen, so auch in der Schweiz, keine bekannten spezialisierten Gegenspieler. In den USA wurden daher verschiedene Gegenspieler freigesetzt, welche aus dem Ursprungsgebiet der Japankäfer stammen (=klassische biologische Schädlingsbekämpfung). Manche von ihnen haben sich nach der Freisetzung etabliert und tragen nun zur Regulierung der Schädlingspopulationen bei. Eine Freisetzung eines solchen gebietsfremden Gegenspielers verlangt jedoch umfassende Voruntersuchungen, welche in der Schweiz für zwei mögliche Kandidaten bereits eingeleitet wurden. Die Zulassung eines gebietsfremden Nützlings ist in der Schweiz jedoch aufwändig und kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Die in den USA und in jüngster Zeit in Italien und im Tessin gewonnenen Erkenntnisse bilden eine wertvolle Basis für die erfolgreiche Bekämpfung des Japankäfers. Nichtsdestotrotz **ist es heute schwierig, die gefährdeten Kulturen innerhalb der Schweiz lokal abzugrenzen, das Schadpotential des Japankäfers kleinräumig einzuschätzen und den potenziellen finanziellen Schaden für die Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft genau zu beziffern.** Wir gehen aber davon aus, dass insbesondere **bewässerte Rasenflächen wie Sportplätze, Golfplätze, Rollrasenproduktionsflächen, private und öffentliche Parks und Gärten am stärksten vom Larvenbefall betroffen sein werden**, wobei in geringerem Masse auch feuchte Wiesen und Weiden befallen werden könnten. Daneben werden **sensible Kulturen in der Nähe der vorher erwähnten Larvenbrutstätten am stärksten von Schäden durch adulte Japankäfer gefährdet sein.** Eine **besondere Gefahr besteht für diejenigen Kulturen, bei denen die Reife- und Erntezeit mit der Flugzeit des Käfers zusammenfällt.** Um diesen Gefahren zu begegnen, sind in den kommenden Jahren intensive Forschungsaktivitäten erforderlich. Diese müssen einerseits darauf abzielen, die Populations- und Ausbreitungsdynamik dieses invasiven Schädlings auch kleinräumig besser zu verstehen. Andererseits müssen vor allem diejenigen biologischen und biotechnischen Bekämpfungsansätze weiterentwickelt werden, welche sich in den vergangenen Jahren als vielversprechend erwiesen haben. **Die räumliche Teilung der Engerlinge und der Adulten, oft auch auf Flächen ausserhalb der Landwirtschaft, erfordern eine enge Zusammenarbeit aller betroffenen Akteure auf regionaler Ebene.** Diese ist sowohl wichtig bei den amtlich verordneten Tilgungs- und Eindämmungsmassnahmen gemäss Pflanzengesundheitsrecht, wie auch bei möglichen zukünftigen Bekämpfungsstrategien, im Falle, dass der Japankäfer einmal seinen Quarantänestatus verlieren sollte. Vorliegende Wissensgrundlagen sowie laufende Forschungsprojekte sollten es ermöglichen, wirksame, effiziente und nachhaltige Bekämpfungsstrategien gegen den Japankäfer für die Schweiz zu entwickeln und umzusetzen.

8 Danksagung

Wir möchten uns ganz herzlich bei Cristina Marazzi und Luca Jelmini (Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino) sowie Eleonor Fiechter (Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Kanton Baselland), Fiona Eyer (Strickhof, Kanton ZH), Tim Haye (CABI) und Doris Ortner (Spotteron, www.popillia.eu) für das zur Verfügung gestellte Bildmaterial bedanken. Daneben danken wir auch ganz herzlich unseren aktuellen, ehemaligen oder pensionierten Agroscope-Kolleginnen und -Kollegen Tanja Graf, Mauro Jermini, Christian Linder, Hanna Neuenschwander, Christian Schweizer und Magdalena Wey für die Bereitstellung ihrer Fotos und Illustrationen.

9 Literaturverzeichnis

- Allsopp, P. G., Klein, M. G., & McCoy, E. L. (1992). Effect of soil moisture and soil texture on oviposition by Japanese beetle and Rose chafer (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 85(6), 2194-2200. <https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2194>
- Althoff, E. R., & Rice, K. B. (2022). Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) invasion of North America: history, ecology, and management. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab043>
- Anselmi, L. (2022). *Indagini sui mezzi di contenimento fisici per il controllo di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona J. Verona, IT.
- Balock, J. W. (1934). The status of *Tiphia Vernalis* Rohwer, an imported parasite of the Japanese beetle, at the close of 1933. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 491-496. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.491>
- Behle, R. W., Richmond, D. S., Jackson, M. A., & Dunlap, C. A. (2015). Evaluation of *Metarhizium brunneum* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) for control of Japanese beetle larvae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1587-1595. <https://doi.org/10.1093/jee/tov176>
- Bohlen, P. J., & Barrett, G. W. (1990). Dispersal of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in strip-cropped soybean agroecosystems. *Environmental Entomology*, 19(4), 955-960. <https://doi.org/10.1093/ee/19.4.955>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2023). A new chapter of the Japanese beetle invasion saga: predicting suitability from long-invaded areas to inform surveillance strategies in Europe. *Entomologia Generalis*, 43(5), 951-960. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/2073>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2024). A hitchhiker's guide to Europe: mapping human-mediated dispersal of the invasive Japanese beetle. *NeoBiota*, 94, 1-14. <https://doi.org/10.3897/neobiota.94.126283>
- Bosio, G., Piazza, E., & Giacometto, E. (2022). *Popillia japonica*, una specie in progressiva diffusione. *L'Informatore Agrario*, 21, 53-59.
- Boucher, J. T., & Pfeiffer, D. G. (1989). Influence of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding on 'Seyval Blanc' grapevines in Virginia. *Journal of Economic Entomology*, 82(1), 220-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jee/82.1.220>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., & Hutchison, W. D. (2020). Evaluation of foliar insecticide control of adult Japanese beetle in raspberry, 2019. *Arthropod Management Tests*, 45(1). <https://doi.org/10.1093/amt/tsaa009>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., Toninato, A. G., & Hutchison, W. D. (2022). Exclusion and repulsion of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) using selected coverings on high tunnel structures for primocane red raspberry. *Insects*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/insects13090771>
- Bushway, L., Pritts, M., & Handley, D. (2008). Raspberry and blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada (NRAES-35). <https://ecommons.cornell.edu/items/7fc985a7-6ac4-44c9-a509-703d4b69f1f0>
- CABI. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle). <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.43599>
- CABI. (2023). CABI to investigate using parasitic fly as a classical biological control agent against Japanese beetle. *CABI News*. <https://www.cabi.org/news-article/cabi-to-investigate-using-parasitic-fly-as-a-classical-biological-control-agent-against-japanese-beetle/>
- Cappaert, D. L., & Smitley, D. R. (2002). Parasitoids and pathogens of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Southern Michigan. *Environmental Entomology*, 31(3), 573-580. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-31.3.573>
- Carroll, E., Kunte, N., McGraw, E., Gautam, S., Range, R., Noveron-Nunez, J. A., Held, D. W., & Avila, L. A. (2023). Gene silencing in adult *Popillia japonica* through feeding of double-stranded RNA (dsRNA) complexed with branched amphiphilic peptide capsules (BAPCs). *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1151789>
- Chen, R.-Z., Klein, M. G., Li, Q.-Y., & Li, Y. (2014a). Mass trapping *Popillia quadriguttata* using *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) pheromone and floral lures in Northeastern China. *Environmental Entomology*, 43(3), 774-781. <https://doi.org/10.1603/en13319>
- Chen, R.-z., Klein, M. G., Li, Y., Li, Q.-y., & Sheng, C.-f. (2014b). Japanese beetle lures used alone or combined with structurally related chemicals to trap NE China scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(4), 871-877. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aspen.2014.09.002>
- Clausen, C., Gardner, T., & Sato, K. (1932). Biology of some Japanese and Chosenese grab parasites (Seoliidae). *USDA Technical Bulletins*, 308, 27 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163226/files/tb308.pdf>
- Clausen, C. P., Jaynes, H. A., & Gardner, T. R. (1933). Further investigations of the parasites of *Popillia japonica* in the Far East. *USDA Technical Bulletins*, 366, 51 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163566/files/tb366.pdf>
- Clausen, C. P., King, J. L., & Teranishi, C. (1927). *The parasites of Popillia japonica in Japan and Chosen (Korea), and their introduction into the United States*. US Department of Agriculture.
- Crutchfield, B. A., Potter, D. A., & Powell, A. J. (1995). Irrigation and nitrogen fertilization effects on white grub injury to Kentucky bluegrass and tall fescue turf. *Crop Science*, 35(4), 1122-1126. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500040034x>

- Dunbar, D. M., & Beard, R. L. (1975). Present status of milky disease of Japanese and Oriental beetles in Connecticut. *Journal of Economic Entomology*, 68(4), 453-457. <https://doi.org/10.1093/jee/68.4.453>
- Ebbenga, D. N., Burkness, E. C., Clark, M. D., & Hutchison, W. D. (2022a). Impact of adult *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding injury on fruit yield and quality of a temperate, cold-hardy wine grape, 'Frontenac'. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.887659>
- Ebbenga, D. N., Hanson, A. A., Burkness, E. C., & Hutchison, W. D. (2022b). A degree-day model for forecasting adult phenology of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a temperate climate. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.1075807>
- Edwards, C. R. (1999). Japanese beetle. In K. L. Steffey, M. E. Rice, J. All, D. A. Andow, M. E. Gray, & J. W. van Duyn (Eds.), *Handbook of corn insect pests* (pp. 90-91). Entomological Society of America. <https://bioone.org/ebooks/esa-handbooks/Handbook-of-Corn-Insects/9/Pest-Information/10.4182/EIOG7808.44.119.pdf>
- EFSA. (2018). Pest categorisation of *Popillia japonica*. C. Bragard, K. Dehnen-Schmutz, F. Di Serio, P. Gonthier, M. A. Jacques, J. A. Jaques Miret, A. F. Justesen, C. S. Magnusson, & P. Milonas (Eds.), *EFSA Journal* (Vol. 16, pp. e05438). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5438>
- EFSA. (2020). General guidelines for statistically sound and risk-based surveys of plant pests. E. Lázaro, S. Parnell, A. V. Civera, J. Schans, M. Schenk, J. C. Abrahantes, G. Zancanaro, & S. Vos (Eds.), *EFSA Supporting Publications* (Vol. 17, pp. 1919E). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1919>
- EFSA. (2023). Pest survey card on *Popillia japonica* EFSA Supporting Publications (pp. 2022:EN-7809). <https://efsa.europa.eu/plants/planthealth/monitoring/surveillance/popillia-japonica>
- EPPO. (2006). *Popillia japonica*. EPPO Bulletin, 36(3), 447-450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2006.01039.x>
- EPPO. (2016). PM 9/21(1) *Popillia japonica*: procedures for official control. EPPO Bulletin, 46(3), 543-555. <https://doi.org/10.1111/epp.12345>
- EPPO. (2024). *Popillia japonica* (POPIJA). <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA>
- Fleming, W. E. (1968). *Biological control of the Japanese beetle* (Vol. 1383). US department of Agriculture.
- Fleming, W. E. (1972). *Biology of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Fleming, W. E., Metzger, F. W., & Osburn, M. R. (1934). *Protection of orchard and shade trees and ornamental shrubs from injury by the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Gardner, T. R. (1938). Influence of feeding habits of *Tiphia vernalis* on the parasitization of the Japanese beetle. *Journal of Economic Entomology*, 31(2), 204-207. <https://doi.org/10.1093/jee/31.2.204>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., Battisti, A., Mori, N., De Francesco, A., & Gervasio, P. (2024). Predicting the spatio-temporal dynamics of *Popillia japonica* populations. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01738-x>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Colturato, M., Battisti, A., Mori, N., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., & Gervasio, P. (2022). Modelling diapause termination and phenology of the Japanese beetle, *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 95(2), 869-880. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01434-8>
- Gotta, P., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bosio, G., Gilioli, G., Alma, A., Battisti, A., Mori, N., Mazza, G., Torrini, G., Paoli, F., Santoiemma, G., Simonetto, A., Lessio, F., Sperandio, G., Giacometto, E., Bianchi, A., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). *Popillia japonica* – Italian outbreak management. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1175138>
- Graf, T., Scheibler, F., Niklaus, P. A., & Grabenweger, G. (2023). From lab to field: biological control of the Japanese beetle with entomopathogenic fungi. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1138427>
- Gu, S., & Pomper, K. W. (2008). Grape cultivar feeding preference of adult Japanese beetles. *Hortscience*, 43(1), 196-199. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.1.196>
- Hamilton, R. M. (2003). *Remote sensing and GIS studies on the spatial distribution and management of Japanese beetle adults and grubs* [Purdue University]. West Lafayette (USA).
- Hammond, R. (1994). Japanese beetle. *Handbook of soybean insect pests*. Entomological Society of America, Lanham, MD, 64-65.
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., Newman, M. C., & Potter, D. A. (2009). Invasive Japanese beetles facilitate aggregation and injury by a native scarab pest of ripening fruits. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(10), 3686-3691. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811097106>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010a). Impact of insecticide-manipulated defoliation by Japanese beetle (*Popillia japonica*) on grapevines from vineyard establishment through production. *Pest Management Science*, 66(5), 565-571. <https://doi.org/10.1002/ps.1908>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010b). Japanese beetle defoliation reduces primary bud cold hardiness during vineyard establishment. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(1), 130-134. <https://doi.org/10.5344/ajev.2010.61.1.130>
- Hawley, I. M., & Metzger, F. W. (1940). *Feeding habits of the adult Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Henden, J., & Guédot, C. (2022). Effect of surrounding landscape on *Popillia japonica* abundance and their spatial pattern within Wisconsin vineyards. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.961437>
- Hutton, P. O., Jr., & Burbutis, P. P. (1974). Milky disease and Japanese beetle in Delaware. *Journal of Economic Entomology*, 67(2), 247-248. <https://doi.org/10.1093/jee/67.2.247>

- Iovinella, I., Barbieri, F., Biazzi, E., Sciandra, C., Tava, A., Mazza, G., Marianelli, L., Cini, A., Roversi, P. F., & Torrini, G. (2023). Antifeedant and insecticidal effects of alfalfa saponins in the management of the Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Applied Entomology*, 147(8), 651-660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jen.13153>
- IPPC. (2008). International Standards for phytosanitary measures. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures*. Rome: FAO. https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/11/01_2008_ISPMs_1-31_book_En.pdf
- IPPC. (2021). Surveillance. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 6). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/615/>
- IPPC. (2024). Requirements for the establishment of pest free areas. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 4). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/614/>
- Jurenka, R., Russell, K., & O'Neal, M. (2017). Phytoecdysteroids as antifeedants towards several beetles that include polyphagous and monophagous feeding guilds. *Pest Management Science*, 73(8), 1633-1637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.4500>
- Keller, S., & Schweizer, C. (2008). Engerlingsbekämpfung mit Pilzen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 16, 361-364.
- Keller, S., Schweizer, C., Keller, E., & Brenner, H. (1997). Control of white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by treating adults with the fungus *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 7(1), 105-116. <https://doi.org/10.1080/09583159731090>
- King, J., & Parker, L. B. (1950). *The Spring tiphia: an imported enemy of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- King, J. L. (1931). The present status of the established parasites of *Popillia japonica* Newman. *Journal of Economic Entomology*, 24(2), 453-462. <https://doi.org/10.1093/jee/24.2.453>
- Klein, M. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle) <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.43599>
- Klein, M. G., & Georgis, R. (1992). Persistence of control of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) sarvae with Steinernematid and Heterorhabditid nematodes. *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 727-730. <https://doi.org/10.1093/jee/85.3.727>
- Korycinska, A., & Baker, R. (2017). Exploiting the high-resolution JRC-MARS European climatic dataset for pest risk mapping. *EPPO Bulletin*, 47(2), 246-254. <https://doi.org/10.1111/epp.12378>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Kreuger, B., & Potter, D. A. (2001). Diel feeding activity and thermoregulation by Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) within host plant canopies. *Environmental Entomology*, 30(2), 172-180. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.172>
- Krombein, K. V. (1948). Liberation of Oriental scolioid wasps in the United States from 1920 to 1946 (Hymenoptera: Scolidae, Tiphidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 41(1), 58-62. <https://doi.org/10.1093/aesa/41.1.58>
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., & Tietjen, W. H. (2005). Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61(1), 25-39. <https://doi.org/10.1002/ps.943>
- Langford, G. S., Crosthwait, S., & Whittington, F. (1940). The value of traps in Japanese beetle control. *Journal of Economic Entomology*, 33(2), 317-320. <https://doi.org/10.1093/jee/33.2.317>
- Lannan, M. C., & Guédot, C. (2024). Attract-and-kill for managing *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) abundance and leaf injury in commercial vineyards. *Journal of Economic Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jee/toae031>
- Legault, S., Doyon, J., & Brodeur, J. (2024). Reliability of a commercial trap to estimate population parameters of Japanese beetles, *Popillia japonica*, and parasitism by *Istocheta aldrichi*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 575-583. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01666-w>
- Lessio, F., Pisa, C. G., Picciau, L., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Alma, A. (2022). An immunomarking method to investigate the flight distance of the Japanese beetle. *Entomologia Generalis*, 42(1), 45-56. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1117>
- MacLeod, G. R., Richmond, D. S., & Filley, T. R. (2024). Invasive Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman) larvae alter structure and carbon distribution in infested surface soil. *Science of The Total Environment*, 918, 170687. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170687>
- Marianelli, L., Paoli, F., Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Binazzi, F., Sabbatini Peverieri, G., Bosio, G., Venanzio, D., Giacometto, E., Priori, S., Koppenhöfer, A. M., & Roversi, P. F. (2017). Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). *Journal of Applied Entomology*, 142, 311-318. <https://doi.org/10.1111/jen.12470>
- Maxey, L., Laub, C., & Pfeiffer, D. (2009). Effects of geranium exposure on Japanese beetle (*Popillia japonica*) feeding on primocane-bearing raspberries. Proceedings of the 85th Cumberland-Shenandoah fruit workers conference,
- McDonald, R., Puttler, B., Klein, M., Oliver, J., Grundler, J., Brown, M. E., Wilcox, B., & Burfitt, C. (2020). Establishment of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a naturalized parasitoid of the Japanese beetle,

- Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Meramec State Park, Sullivan, Missouri, USA. *Journal of Entomological Science*, 55(1), 130-136. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.130>
- McDonald, R. C., & Klein, M. G. (2007, December 9-12). *Recent IPM advances using parasitoids to suppress Japanese beetle populations*. ESA Annual Meeting, San Diego (USA). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16786.99523>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003a). Damage potential of Rose chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Michigan vineyards. *The Great Lakes Entomologist*, 36(3 & 4), 9. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2091>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003b). Phenology-dependent effects of foliar injury and herbivory on the growth and photosynthetic capacity of nonbearing *Vitis labrusca* (Linnaeus) var. Niagara. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54(4), 252-260. <https://doi.org/10.5344/ajev.2003.54.4.252>
- Milián-García, Y., Pyne, C., Lindsay, K., Romero, A., & Hanner, R. H. (2023). Unveiling invasive insect threats to plant biodiversity: Leveraging eDNA metabarcoding and saturated salt trap solutions for biosurveillance. *PLoS ONE*, 18(8), e0290036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290036>
- Mori, N., Santoiemma, G., Glazer, I., Gilioli, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Battisti, A. (2022). Management of *Popillia japonica* in container-grown nursery stock in Italy. *Phytoparasitica*, 50(1), 83-89. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00948-2>
- Nardi, F., Boschi, S., Funari, R., Cucini, C., Cardaioli, E., Potter, D., Asano, S.-I., Toubarro, D., Meier, M., Paoli, F., Carapelli, A., & Frati, F. (2024). The direction, timing and demography of *Popillia japonica* (Coleoptera) invasion reconstructed using complete mitochondrial genomes. *Scientific Reports*, 14(1), 7120. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57667-x>
- Niemczyk, H., & Lawrence, K. (1973). Japanese beetle: evidence of resistance to cyclodiene insecticides in larvae and adults in Ohio. *Journal of Economic Entomology*, 66(2), 520-521. <https://doi.org/10.1093/jee/66.2.520>
- O'Hara, J. E. (2014). New tachinid records for the United States and Canada. *The Tachinid Times*, 27, 34-40. http://www.nadsdiptera.org/Tach/WorldTachs/TTimes/TT27_e-prints/OHara2014_34-40_TTT_New%20records.pdf
- Oliver, J. B., Reding, M. E., Youssef, N. N., Klein, M. G., Bishop, B. L., & Lewis, P. A. (2009). Surface-applied insecticide treatments for quarantine control of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae), larvae in field-grown nursery plants. *Pest Management Science*, 65(4), 381-390. <https://doi.org/10.1002/ps.1701>
- Paoli, F., Barbieri, F., Iovinella, I., Sciandra, C., Barzanti, G. P., Torrini, G., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Sacco, D., Martinetti, D., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2024). Comparison of different attract-and-kill device densities to control the adult population of (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 80, 6236-6242. <https://doi.org/10.1002/ps.8352>
- Paoli, F., Iovinella, I., Barbieri, F., Sciandra, C., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Torrini, G., Barzanti, G. P., Benvenuti, C., Strangi, A., Bosio, G., Mori, E., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). Effectiveness of field-exposed attract-and-kill devices against the adults of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae): a study on duration, form and storage. *Pest Management Science*, 79(9), 3262-3270. <https://doi.org/10.1002/ps.7504>
- Pavasini, M. (2021). *Gestione integrata di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona]. Verona, IT.
- Pfeiffer, D. G. (2012). Japanese beetle and other Coleoptera feeding on grapevines in eastern North America. In *Arthropod Management in Vineyards*: (pp. 403-429). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_17
- Piñero, J. C., & Dudenhoefter, A. P. (2018). Mass trapping designs for organic control of the Japanese beetle, *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 74(7), 1687-1693. <https://doi.org/10.1002/ps.4862>
- Piombino, M., Smitley, D., & Lewis, P. (2020). Survival of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman, larvae in field plots when infected with a microsporidian pathogen, *Ovavesicula popilliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 174, 107434. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107434>
- Pires, E. M., & Koch, R. L. (2020). Japanese beetle feeding and survival on apple fruits. *Bioscience Journal*, 36(4), 1327-1334. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n4a2020-50364>
- Potter, D. A. (1998). *Destructive turfgrass insects: biology, diagnosis, and control*. John Wiley & Sons.
- Potter, D. A. (2003). Managing insect pests of sport fields: problems and prospects *1st International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields* (661 ed., pp. 449-461): International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.661.62>
- Potter, D. A., & Held, D. W. (1999). Absence of food-aversion learning by a polyphagous scarab, *Popillia japonica*, following intoxication by geranium, *Pelargonium × hortorum*. In S. J. Simpson, A. J. Mordue, & J. Hardie (Eds.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships* (pp. 83-88). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1890-5_9
- Potter, D. A., & Held, D. W. (2002). Biology and management of the Japanese beetle. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 175-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145153>
- Potter, D. A., Powell, A. J., Spicer, P. G., & Williams, D. W. (1996). Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 89(1), 156-164. <https://doi.org/10.1093/jee/89.1.156>

- Ramoutar, D., & Legrand, A. (2007). Survey of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid wasp of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Connecticut. *Florida Entomologist*, 90(4), 780-782, 783. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[780:SOTVHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[780:SOTVHT]2.0.CO;2)
- Reding, M. E., & Klein, M. G. (2001). *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae) parasitizing oriental beetle, *Anomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a nursery. *The Great Lakes Entomologist*, 34(2), 8. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2049>
- Redmond, C. T., & Potter, D. A. (1995). Lack of efficacy of in vivo- and putatively in vitro-produced *Bacillus popilliae* against field populations of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs in Kentucky. *Journal of Economic Entomology*, 88(4), 846-854. <https://doi.org/10.1093/jee/88.4.846>
- Redmond, C. T., Wallis, L., Geis, M., Williamson, R. C., & Potter, D. A. (2020). Strengths and limitations of *Bacillus thuringiensis galleriae* for managing Japanese beetle (*Popillia japonica*) adults and grubs with caveats for cross-order activity to monarch butterfly (*Danaus plexippus*) larvae. *Pest Management Science*, 76(2), 472-479. <https://doi.org/10.1002/ps.5532>
- Regione Piemonte. (2019). *Popillia japonica* descrizione dei danni e indicazioni per possibili strategie di difesa. https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-06/popillia_danni_difesa.pdf
- Régnière, J., Powell, J., Bentz, B., & Nealis, V. (2012). Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*, 58(5), 634-647. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.01.010>
- Régnière, J., Rabb, R. L., & Stinner, R. E. (1981). *Popillia japonica*: Simulation of temperature-dependent development of the immatures, and prediction of adult emergence. *Environmental Entomology*, 10(3), 290-296. <https://doi.org/10.1093/ee/10.3.290>
- Renkema, J. M., & Parent, J.-P. (2021). Mulches used in highbush blueberry and entomopathogenic nematodes affect mortality rates of third-instar *Popillia japonica*. *Insects*, 12(10), 907. <https://doi.org/10.3390/insects12100907>
- Ribeiro, A. V., Cira, T. M., MacRae, I. V., & Koch, R. L. (2022). Effects of feeding injury from *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) on soybean spectral reflectance and yield. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsc.2022.1006092>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2002). Kairomones from scarabaeid grubs and their frass as cues in below-ground host location by the parasitoids *Tiphia vernalis* and *Tiphia pygidialis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 102(3), 307-314. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00951.x>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2003). Effects of spring imidacloprid application for white grub control on parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) by *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(5), 1412-1419. <https://doi.org/10.1093/jee/96.5.1412>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004a). Biology of *Tiphia pygidialis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid of Masked chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs, with notes on the seasonal occurrence of *Tiphia vernalis* in Kentucky. *Environmental Entomology*, 33(3), 520-527. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.520>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004b). Potential for sugar sprays and flowering plants to increase parasitism of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) by Tiphid wasps (Hymenoptera: Tiphidae). *Environmental Entomology*, 33(3), 619-626. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.619>
- Sanchez, B., Barreiro-Hurle, J., Soto Embodas, I., & Rodriguez-Cerezo, E. (2019). *The Impact Indicator for Priority Pests (I2P2): A tool for ranking pests according to Regulation (EU) 2016/2031* (Vol. 10).
- Santoïemma, G., Battisti, A., Gusella, G., Cortese, G., Tosi, L., Gilioli, G., Sperandio, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Mori, N. (2021). Chemical control of *Popillia japonica* adults on high-value crops and landscape plants of northern Italy. *Crop Protection*, 150, 105808. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105808>
- Sciandra, C., Barbieri, F., Ancillotto, L., Torrini, G., Marianelli, L., Iovinella, I., Paoli, F., Paolo Barzanti, G., Benvenuti, C., Federico Roversi, P., & Mazza, G. (2024). Can we manage alien invasive insects without altering native soil faunal communities? A field trial on *Popillia japonica*. *Ecological Indicators*, 161, 111955. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111955>
- Shanovich, H. N., Dean, A. N., Koch, R. L., & Hodgson, E. W. (2019). Biology and management of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in corn and soybean. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz009>
- Shanovich, H. N., Ribeiro, A. V., & Koch, R. L. (2021). Seasonal abundance, defoliation, and parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in two apple cultivars. *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 811-817. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa315>
- Sim, R. J. (1934). Small mammals as predators on Japanese beetle grubs. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 482-485. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.482>
- Simões, N., Laumond, C., & Bonifassi, E. (1993). Effectiveness of *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* in the Azores. *Journal of Nematology*, 25(3), 480. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2619391/>
- Smith, L. B. (1923). *Feeding habits of the Japanese beetle which influence its control* (Vol. 1154). U.S. Dept. of Agriculture. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.109044>
- Smitley, D., Hotchkiss, E., Buckley, K., Piombiono, M., Lewis, P., & Studyvin, J. (2022). Gradual decline of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) populations in Michigan follows establishment of *Ovavesicula popilliae* (Microsporidia). *Journal of Economic Entomology*, 115(5), 1432-1441. <https://doi.org/10.1093/jee/toac085>

- Strangi, A., Paoli, F., Nardi, F., Shimizu, K., Kimoto, T., Iovinella, I., Bosio, G., Roversi, P. F., Carapelli, A., & Marianelli, L. (2024). Tracing the dispersal route of the invasive Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 613-629. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01653-1>
- Strasser, H., Zelger, R., Pernfuss, B., Längle, T., & Seger, C. (2005). EPPO-based efficacy study to control *Phyllopertha horticola* in golf courses. *Bulletin OILB SROP (France)*, 28, 189-192.
- Straubinger, F. B., Benjamin, E. O., Venus, T. E., & Sauer, J. (2022). The economic importance of early pest control: new insights from potential *Popillia japonica* infestation in Europe. *AgriRxiv*. <https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2022.00151>
- Straubinger, F. B., Venus, T. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2023). Private management costs of *Popillia japonica*: a study of viticulture in Italy. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1176405>
- Streito, J., & Chartois, M. (2022). *Popillia japonica* (Newman, 1838): *Historique de l'invasion*. INRAE. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/27017/Agir-Historique-de-l-invasion>
- Switzer, P. V., & Cumming, R. M. (2014). Effectiveness of hand removal for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(1), 293-298. <https://doi.org/10.1603/ec12303>
- Switzer, P. V., Enstrom, P. C., & Schoenick, C. A. (2009). Behavioral explanations underlying the lack of trap effectiveness for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 934-940. <https://doi.org/10.1603/029.102.0311>
- Tayeh, C., Poggi, S., Desneux, N., Jactel, H., & Verheggen, F. (2023). Host plants of *Popillia japonica*: a review. *Recherche Data Gouv*, V2, UNF:6:657Ao271KA610h656jsXEMdmg== [fileUNF]. <https://doi.org/10.57745/SXZNQF>
- Terry, L. A., Potter, D. A., & Spicer, P. G. (1993). Insecticides affect predatory arthropods and predation on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 86(3), 871-878. <https://doi.org/10.1093/jee/86.3.871>
- Torrini, G., Paoli, F., Mazza, G., Simoncini, S., Benvenuti, C., Strangi, A., Tarasco, E., Barzanti, G. P., Bosio, G., Cutino, I., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2020). Evaluation of indigenous entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Northern Italy. *Insects*, 11(11), 804. <https://doi.org/10.3390/insects11110804>
- USDA. (2015). *Managing the Japanese beetle: a homeowner's handbook* (A. P. H. I. S. United States Department of Agriculture, Ed.). United States Department of Agriculture <https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/JBhandbook.pdf>
- Villani, M. G., & Wright, R. J. (1988). Entomogenous nematodes as biological control agents of European chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 81(2), 484-487. <https://doi.org/10.1093/jee/81.2.484>
- Wawrzynski, R. P., & Ascerno, M. E. (1998). Mass trapping for Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) suppression in isolated areas. *Journal of Arboriculture*, 24(6), 303-307. <https://doi.org/10.48044/jauf.1998.038>
- Wey, M., Neuenschwander, H., Hoesli, E., Maurhofer, M., & Grabenweger, G. (submitted). Autodissemination of *Metarhizium brunneum*: A strategy for biological control of adult Japanese beetles. *Journal of Pest Science*.
- Wood, T. N., Richardson, M., Potter, D. A., Johnson, D. T., Wiedenmann, R. N., & Steinkraus, D. C. (2009). Ovipositional preferences of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) among warm- and cool-season turfgrass species. *Journal of Economic Entomology*, 102(6), 2192-2197. <https://doi.org/10.1603/029.102.0623>
- Zenger, J. T., & Gibb, T. J. (2001). Identification and impact of egg predators of *Cyclocephala lurida* and *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Environmental Entomology*, 30(2), 425-430. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.425>

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lebensstadien des Japankäfers (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).....	9
Abbildung 2: Adulter Japankäfer und Grössenvergleich (© Christian Schweizer & Christian Linder, Agroscope).	10
Abbildung 3: Tibiasporn eines a) männlichen und b) weiblichen Japankäfers. Beim Männchen (♂) ist der Sporn spitz und stark nach aussen gekrümmt während er beim Weibchen (♀) runder und weniger gekrümmt ist (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	11
Abbildung 4: Eier des Japankäfers (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	11
Abbildung 5: C-förmig gekrümmte a) Larve des 3. Stadiums des Japankäfers sowie b) Detailansicht ihres artspezifischen Rasters mit V-förmig angeordneten Dörnchen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	12
Abbildung 6: Puppe des Japankäfers (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	13
Abbildung 7: Verschiedene einheimische Blatthornkäfer: a) Gartenlaubkäfer (<i>Phyllopertha horticola</i>), b) Zottiger Getreidekäfer (<i>Anisoplia villosa</i>), c) Mediterraner Unikäfer (<i>Mimela junii</i>), d) Kleiner Julikäfer (<i>Anomala dubia</i>) sowie e) Feldmaikäfer (<i>Melolontha melolontha</i>) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	14
Abbildung 8: Alarmverhalten des adulten Japankäfers, wobei ein Beinpaar bei Gefahr abgespreizt wird (© Christian Schweizer, Agroscope).	14
Abbildung 9: Lebenszyklus des Japankäfers (© Magdalena Wey, Agroscope).	15
Abbildung 10: Blattfress an verschiedenen Wirtspflanzen (© Mauro Jermini & Patrik Kehrl, Agroscope).	17
Abbildung 11: Larvenfress des Japankäfers an einem Rasen, was zu einer Vergilbung und Ausdünnung des Grasbestands führt (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).	18
Abbildung 12: Von einem Fadenwurm der Gattung <i>Hexameris</i> befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	19
Abbildung 13: Globale Verbreitungskarte des Japankäfers, wobei die regionale Auflösung ungenau ist, da einzelne Länder und Bundesstaaten als Ganzes eingefärbt werden (© EPPO Global Database, letzte Aktualisierung 7.11.2024, https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution).....	20
Abbildung 14: Invasionskurve für einen invasiven Schadorganismus mit Populationsdynamik und Bekämpfungsaussichten (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. https://www.gao.gov/products/gao-16-49).....	23
Abbildung 15: Lockstofffalle zur Überwachung von adulten Japankäfer (© Joana Weibel, Agroscope).	25
Abbildung 16: Bodenprobe zum Auffinden von Japankäferengerlingen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	27
Abbildung 17: Flyer des Bundesamtes für Landwirtschaft zum Japankäfer	29
Abbildung 18: Von Japankäfern befallene Rose (© Tanja Graf, Agroscope).	30
Abbildung 19: Sportplatz, der a) von Japankäferengerlingen befallen ist und aus dem b) Adulte schlüpfen (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).	31
Abbildung 20: Japankäferbefall an a) Mais und b) Soja (© Giselher Grabenweger und Tanja Graf, Agroscope).	32
Abbildung 21: Japankäfer auf dem Blatt einer Aubergine (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, Cantone Ticino).	33
Abbildung 22: Japankäfern befallene Zwetschgen (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).	34
Abbildung 23: Von Japankäfern befallene a) Brombeeren und b) Heidelbeeren (© Tanja Graf, Agroscope).	35
Abbildung 24: Von Japankäfern befallene Reben (© Tanja Graf und Joana Weibel, Agroscope).	36
Abbildung 25: Abgedeckte Topfpflanzen zum Schutz vor Eiablage durch den Japankäfer (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).	39
Abbildung 26: Abgedeckte Sportplätze zur Reduktion der Eiablage und/oder des Schlupfs von adulten Japankäfern (© a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Kanton Baselland, b) Fiona Eyer, Strickhof, Kanton ZH).	40
Abbildung 27: Fräsen der Grasnarbe zur Bekämpfung von Japankäferengerling im Boden (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, Kanton Baselland).	41
Abbildung 28: Absammeln einzelner Japankäfer im Rebberg (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, Cantone Ticino).	42
Abbildung 29: Mit <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>galleriae</i> (BTG) befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	43
Abbildung 30: Mit <i>Metarhizium brunneum</i> befallener Japankäfer (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).	44
Abbildung 31: Mit <i>Heterorhabditis-bacteriophora</i> -Nematoden befallener Japankäferengerling (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	46
Abbildung 32: Die Raupenfliege a) <i>Istocheta aldrichi</i> ist ein Parasitoid, der b) seine Eier auf das Halsschild adulter Japankäfer ablegt (© Tim Haye, CABI).	47
Abbildung 33: Zebraspinne, welche zwei adulte Japankäfer in ihrem Netz gefangen hat (© Tanja Graf, Agroscope).	48

Abbildung 34: Japankäfer, welche mittels des Lockstoffes zu einem Insektizid behandelten Netz (=LLIN) angelockt werden (© Giselher Grabenweger, Agroscope).49

Abbildung 35: Insektizideinsatz zur Tilgung des Japankäferbefalls (© Fiona Eyer, Strickhof, Kanton ZH).50

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einschätzung der Bedeutung der vorgestellten Massnahmen zur zukünftigen Regulierung des Japankäfers in den einzelnen Kulturen. Ein X kennzeichnet eine erfolgsversprechende und somit wahrscheinliche Anwendung der Massnahme in der entsprechenden Kulturgruppe, ein (X) entspricht einer teilweise erfolgsversprechenden und somit möglichen Anwendung der Massnahme in der Kulturgruppe, und leere Zellen stehen für wenig erfolgsversprechende Massnahmen und somit unwahrscheinliche Anwendung in der Kulturgruppe.54