



---

# Wald- und Holzforschungsförderung Schweiz WHFF-CH

## Projektnummer 2024•14 Brockerhoff\_WSL\_Ambrosiakäfer

---

### Invasive Ambrosiakäfer in der Schweiz: Verbreitung, Schäden an Wirtspflanzen und Assoziationen mit Pilzen

## FACHLICHER SCHLUSSBERICHT

### 1. Abstract

#### Deutsch

Im Tessin sind mehrere gebietsfremde Ambrosiakäfer festgestellt worden, die z.T. als Waldschädlinge gelten. In diesem Projekt wurde die Verbreitung dieser Arten in der Schweiz, das Ausmass von Schäden an Pflanzen, sowie die Identität und das Schadenspotenzial der assoziierten Pilze dieser Käfer untersucht. Auffällige Befälle sind bisher auf Gärten und stadtnahe Waldränder beschränkt.

#### Italiano

In Ticino sono stati individuati diversi coleotteri dell'ambrosia non autoctoni, alcuni dei quali sono considerati parassiti forestali. Nell'ambito di questo progetto sono state studiate la diffusione di queste specie in Svizzera, l'entità dei danni alle piante, nonché l'identità e il potenziale di danno dei funghi associati a questi coleotteri. Finora le infestazioni evidenti sono limitate ai giardini e ai margini dei boschi in prossimità delle città.

#### Français

Dans le Tessin, plusieurs espèces non indigènes de coléoptères à ambrosia nuisible ont été détectées. Dans ce projet, la répartition de ces espèces en Suisse, l'ampleur des dégâts causés aux plantes, ainsi que l'identité et la pathogénicité des champignons associés à ces coléoptères ont été étudiées. À ce jour, les dégâts notables se sont limités aux jardins et aux lisières forestières périurbaines.

#### English

In the Swiss Canton Ticino, several non-native ambrosia beetles with pest potential have been detected. In this project, the distribution of these species in Switzerland, the extent of damage to plants, and the identity and pathogenicity of the fungi associated with these beetles were studied. So far, noticeable damage has been limited to gardens and peri-urban forest edges.

## 2. Zusammenfassung

### Zusammenfassung

Ambrosiakäfer können primär durch ihre Gänge im Holz Schäden verursachen. Ausserdem sind sie obligatorisch mit Pilzen assoziiert, die ihnen einerseits als Nahrung dienen und andererseits auch Baupathogene beinhalten können. Unter den Ambrosiakäfern gibt es einige invasive gebietsfremde Arten, die zusammen mit ihren Pilzen Bäume zum Teil stark schädigen können, was Wälder und Waldleistungen negativ beeinflussen kann. In Europa sind in den letzten 10-20 Jahren zahlreiche invasive gebietsfremde Ambrosiakäferarten festgestellt worden. In der Schweiz gab es zum Vorkommen von gebietsfremden Ambrosiakäfern und eventuellen Schäden grosse Wissenslücken und bis vor kurzem noch wenige Funde (im Vergleich zu anderen Ländern). Anfang der 2020er Jahre sind im Tessin vier gebietsfremde Ambrosiakäferarten neu entdeckt und das Vorkommen einer weiteren gebietsfremden Art bestätigt worden. Die bisherigen Studien im Tessin waren bezüglich Vorkommen, Wirtspflanzen und Schadensausmass durch die Käfer und ihre assoziierten Pilze nur begrenzt.

In diesem vom WHFF und dem Kanton Tessin geförderten Projekt wurde in den letzten zwei Jahren die Verbreitung und die relative Häufigkeit dieser Ambrosiakäferarten im Tessin und an weiteren Kantonen mit Fallen untersucht. Weiterhin sind die assoziierten Ambrosiapilze sowie weitere Pilze mit Laboruntersuchungen und Feldbeobachtungen untersucht worden und inwieweit diese potenziell als Schadorganismen auftreten können.

Aufgrund der Ergebnisse unserer Studien können wir bestätigen, dass die Ambrosiakäfer *Anisandrus maiche*, *Xylosandrus compactus*, *X. crassiusculus*, *Cyclorhipidion distinguendum* und *C. pelligulosum* in Teilen des Kantons Tessin etablierte Populationen haben, mehr oder weniger weit verbreitet sind, und sich zum Teil weiter ausgebreitet haben. Ausserdem wurde der gebietsfremde Borkenkäfer *Hypothenemus eruditus* an fast allen überwachten Standorten nachgewiesen.

Mit Ambrosiakäfern assoziierte Pilze waren mit dreierlei Methoden untersucht worden. Von insgesamt 51 Isolationen von lebend gefangenen Käfern, waren hauptsächlich die typischen *Ambrosiella*-Arten bestimmt worden, die gewöhnlicherweise mit diesen Käfern vorkommen. Weiterhin waren potenzielle Pathogene wie *Epicoccum nigrum*, *Fusarium* sp., *Geosmithia* sp., *Sporothrix fusiformis*, *Tetraplophaeria* sp., and *Thyridium lauri* gefunden worden, allerdings nur in seltenen Fällen. Isolationen aus befallenen Pflanzenmaterial (von Käfern und Myzel) bestätigten hauptsächlich das Vorkommen, der für die Ambrosiakäfer typischen Ambrosiapilze sowie (im Falle von *X. compactus*) ebenfalls typischen *Thyridium lauri*.

In Infektionsversuchen wurden die im Kanton Tessin am häufigsten mit den gebietsfremden Ambrosiakäfern *X. compactus* und *A. maiche* assoziierten Pilze, die obligaten Ambrosiapilze *Ambrosiella xylebori* und *A. cleistominuta*, sowie *Thyridium lauri* in getopften Eichen, Kastanien und Lorbeer inokuliert. Hierbei gab es nur mit *A. xylebori* und *A. cleistominuta* deutliche Nekrosen und Welkesymptome. Bei der Re-Isolation von Pilzen aus diesen Nekrosen konnten die Ambrosiapilze jedoch nur wenige Male nachgewiesen werden, wahrscheinlich weil diese Ambrosiapilze ohne die Fürsorge ihrer Käfer nicht gegen die Konkurrenz von anderen, meist endophytischen Pilzen überleben. Letztere wurden auch in Isolat von Kontrollpflanzen nachgewiesen. Bei natürlichen Befällen mit Anwesenheit der Ambrosiakäfer in ihren Gängen im Pflanzengewebe, spielen diese zusätzlichen Schäden wahrscheinlich eine Rolle bei der beobachteten Pathogenität. Ergebnisse anderer Studien, welche bei Befällen von *X. compactus* hauptsächlich *Thyridium lauri* als den Verursacher von Nekrosen ansahen, könnten darauf zurückzuführen sein, dass *A. xylebori* von *Thyridium lauri* verdrängt wurde.

Bei Feldbeobachtungen im Tessin sind auffällige Schadsymptome (wie Welkesymptome und Bohrmehl von Käfergängen) an holzigen Pflanzen bisher nur an Hecken und Bäumen im städtischen Raum, im botanischen Garten der Brissago Inseln, und in stadtnahen Wäldern in der Nähe von Ascona und Lugano festgestellt worden, vor allem im Zusammenhang mit Befällen durch *X. compactus*. Dies betraf insbesondere gebietsfremde Ziergehölze sowie Lorbeer. An Bäumen und Sträuchern in den näher untersuchten Waldflächen sind trotz der zum Teil zahlreichen Fallenfänge bisher nur sehr wenige Befälle von lebenden Bäumen beobachtet worden. Daher gehen wir davon aus, dass diese gebietsfremden Ambrosiakäfer hauptsächlich in frisch abgestorbenen oder absterbenden Zweigen brüten und daher zumindest bisher keine wesentlichen Schäden verursachen. Einzig *X. compactus* ist hier eine Ausnahme, da er deutliche Schäden und Welke an Lorbeerzweigen und einer Vielzahl an Ziergehölzen verursacht. Allerdings ist die Verbreitung von *X. compactus* bisher anscheinend sehr begrenzt, und dessen Häufigkeit hat aufgrund von rückgängigen Fallenfängen im Jahr 2025 offenbar ab-

genommen, obwohl auf den Brissagoinseln eine Zunahme von Schäden an Ziergehölzen beobachtet wurde.

Empfehlungen zum Handlungsbedarf sind Vorschläge zu intensiveren Kontrollen des Handels mit relevanten Produkten, insbesondere mit lebendem Pflanzenmaterial, um die weitere Ausbreitung dieser Arten zu begrenzen, sowie eine Fortführung von Untersuchungen zum Vorkommen und Befällen von Bäumen, um eine eventuelle Verschlimmerung von Schäden feststellen zu können.

## Sintesi

I coleotteri dell'ambrosia possono causare danni principalmente attraverso le loro gallerie nel legno. Inoltre, sono obbligatoriamente associati a funghi che, da un lato, fungono da fonte di nutrimento e, dall'altro, possono contenere agenti patogeni per gli alberi. Tra i coleotteri dell'ambrosia vi sono alcune specie invasive esotiche che, insieme ai loro funghi, possono danneggiare gli alberi in modo talvolta grave, con ripercussioni negative sulle foreste e sui servizi forestali. Negli ultimi 10-20 anni in Europa sono state individuate numerose specie invasive di coleotteri dell'ambrosia. In Svizzera vi erano grandi lacune conoscitive sulla presenza di coleotteri dell'ambrosia esotici e sui possibili danni da loro causati. Inoltre, fino a poco tempo fa i ritrovamenti erano ancora pochi rispetto ad altri paesi. All'inizio degli anni 2020, in Ticino sono state scoperte quattro nuove specie di coleotteri dell'ambrosia esotici ed è stata confermata la presenza di un'altra specie esotica. Gli studi condotti finora in Ticino erano limitati alla presenza, le piante ospiti e l'entità dei danni causati dai coleotteri e dai funghi ad essi associati.

In questo progetto, finanziato dal WHFF e dal Cantone Ticino, negli ultimi due anni è stata studiata, tramite l'uso di trappole, la distribuzione e la frequenza relativa di queste specie di coleotteri dell'ambrosia in Ticino e in altri Cantoni. Inoltre, sono stati esaminati i funghi dell'ambrosia ad essi associati, nonché altri funghi, mediante analisi di laboratorio e osservazioni sul campo, per valutare in che misura questi possano potenzialmente agire come organismi nocivi.

Sulla base dei risultati dei nostri studi, possiamo confermare che i coleotteri dell'ambrosia *Anisandrus maiche*, *Xylosandrus compactus*, *X. crassiusculus*, *Cyclorhipidion distinguendum* e *C. pelliculosum* hanno popolazioni stabili in alcune parti del Cantone Ticino, sono più o meno diffusi e in alcuni casi si sono ulteriormente espansi. Inoltre, il coleottero xilofago esotico *Hypothenemus eruditus* è stato rilevato in quasi tutti i siti monitorati.

I funghi associati ai coleotteri dell'ambrosia sono stati esaminati con tre diversi metodi. Su un totale di 51 isolamenti da coleotteri catturati vivi, sono state identificate principalmente le tipiche specie di *Ambrosiella* che si trovano in associazione con questi coleotteri. In rari casi sono stati pure rilevati potenziali agenti patogeni quali *Epicoccum nigrum*, *Fusarium* sp., *Geosmithia* sp., *Sporothrix fusiformis*, *Tetraplophaeria* sp. e *Thyridium lauri*. Gli isolamenti ottenuti da materiale vegetale infestato (da coleotteri e micelio) hanno confermato principalmente la presenza dei funghi dell'ambrosia tipici dei rispettivi coleotteri.

Per testarne la loro virulenza, i funghi più frequentemente associati nel Cantone Ticino ai coleotteri dell'ambrosia esotici *X. compactus* e *A. maiche*, i funghi dell'ambrosia obbligati *A. xylebori* e *A. cleistominuta*, nonché specie di *Thyridium* sono stati inoculati in piante di querce, castagni e allori in vaso. In questo contesto, solo *A. xylebori* e *A. cleistominuta* hanno causato necrosi evidenti e sintomi di appassimento. Nel re-isolamento dei funghi da queste necrosi, tuttavia, i funghi dell'ambrosia sono stati rilevati solo in pochi casi, probabilmente perché, privi della cura dei loro coleotteri, non riescono a sopravvivere alla concorrenza di altri funghi, per lo più endofitici, che sono stati isolati anche da piante di controllo. In caso di infestazioni naturali con presenza dei coleotteri dell'ambrosia nelle loro gallerie nel tessuto vegetale, questi danni aggiuntivi giocano probabilmente un ruolo nella patogenicità osservata. I risultati di altri studi, che nelle infestazioni da *X. compactus* consideravano principalmente *Thyridium lauri* come l'agente responsabile delle necrosi, potrebbero essere attribuibili al fatto che *A. xylebori* è stato soppiantato da *Thyridium lauri*.

Durante le osservazioni sul campo in Ticino, finora sono stati rilevati sintomi evidenti di danno (come appassimento e segatura fuoriuscente dalle gallerie dei coleotteri) solo su piante legnose in siepi e alberi in ambito urbano, nel giardino botanico delle Isole di Brissago e nei boschi extraurbani nei pressi di Ascona e Lugano, soprattutto in relazione alle infestazioni da *X. compactus*. I danni hanno riguardato in particolare arbusti ornamentali esotici e l'alloro. Su alberi e arbusti vivi nelle aree boschive esaminate più da vicino, nonostante le catture in parte numerose nelle trappole, sono state osservate solo pochissime infestazioni. Pertanto, si presume che questi coleotteri dell'ambrosia esotici

si reproducano principalmente in rami appena morti o in fase di deperimento e che, almeno finora, non causino danni significativi. Solo *X. compactus* costituisce un'eccezione, poiché provoca danni evidenti e appassimento sui rami di alloro e su una varietà di arbusti ornamentali. Tuttavia, la diffusione di *X. compactus* sembra finora molto limitata e la sua frequenza è apparentemente diminuita a causa del calo delle catture nelle trappole nel 2025, sebbene sulle Isole di Brissago sia stato osservato un aumento dei danni agli arbusti ornamentali. Si raccomanda di intervenire con controlli sul commercio di materiale vegetale vivo, al fine di limitare l'ulteriore diffusione di queste specie, nonché di proseguire le indagini sulla presenza e l'infestazione degli alberi, per poter individuare un eventuale aggravarsi dei danni.

### 3. Ausgangslage

Ambrosiakäfer gehören zu den Borkenkäfern (Coleoptera: Scolytinae) im weiteren Sinne. Diese sind vor allem durch den Buchdrucker und andere, hauptsächlich in Bast und Borke von Bäumen lebende Arten bekannt, die in der Schweiz und allgemein zu den bedeutendsten Forstschädlingen zählen (Hlásny et al. 2021, Dubach et al. 2022, 2023). Im Gegensatz zu den 'Borkenkäfern' im engeren Sinne, sind Ambrosiakäfer Holzbrüter, und allgemein weniger gut bekannt. Ambrosiakäfer können primär durch ihre Gänge Schäden im Holz verursachen, wie dies zum Beispiel beim einheimischen gestreiften Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*) häufig vorkommt. Ausserdem sind Ambrosiakäfer obligatorisch mit Pilzen assoziiert (Hulcr und Stelinski 2017, Biedermann und Vega 2020), die ihnen einerseits als Nahrung dienen und andererseits auch Baumpathogene beinhalten können (Hughes et al. 2017, Ribeiro-Correia et al. 2024). Unter den Ambrosiakäfern gibt es einige invasive gebietsfremde Arten, die zusammen mit ihren Pilzen Bäume zum Teil stark schädigen und in einigen Fällen hohe Baum mortalität verursachen können (EPPO 2020, Townsend et al. 2025), was glücklicherweise in der Schweiz bisher nicht vorkommt. Zu den letzteren stark schädigenden Ambrosiakäfern gehört zum Beispiel der 'Redbay Ambrosiakäfer' (*Xyleborus glabratus*), der zusammen mit dem von ihm übertragenen Pilz *Raffaelea lauricola* seit Anfang der 2000er Jahre eine tödliche Welkekrankheit bei Bäumen in der Familie der Lorbeergewächse in den USA verursacht (Hughes et al. 2017). Weiterhin verursacht der Teezweigbohrer *Euwallacea fornicatus* sensu lato mit seinem Pilz *Neocosmospora euwallaceae* in Südafrika und mehreren anderen Ländern gravierende Schäden an Laubbäumen wie Eichen (*Quercus robur*) (Townsend et al. 2025) und ist deswegen besonders gefürchtet.

In Europa und anderen Kontinenten sind in den letzten 10-20 Jahren zahlreiche invasive gebietsfremde Ambrosiakäferarten festgestellt worden (e.g., Rabaglia et al. 2009, Kirkendall and Faccoli 2010, Rabaglia et al. 2019, Nel et al. 2020, Gugliuzzo et al. 2021, Marchioro et al. 2022, Ruzzier et al. 2022, Thurston et al. 2022, Sutherland et al. 2023), die hauptsächlich durch den zunehmenden internationalen Handel insbesondere von Holz, Holzverpackungsmaterial und lebenden Pflanzen verschleppt wurden (Hulme 2009, Lantschner et al. 2020). Schäden durch Ambrosiakäfer und andere invasive Forstschädlinge können den Wald und dem Forst nahestehende Wirtschaftszweige direkt betreffen und Waldleistungen negativ beeinflussen (Boyd et al. 2013). In der Schweiz gab es zum Vorkommen von gebietsfremden Ambrosiakäfern und eventuellen Schäden noch grosse Wissenslücken, und bis vor kurzem noch wenige Funde (Sanchez 2020) (im Vergleich zu anderen Ländern).

Nachdem Anfang der 2020er Jahre im Tessin die gebietsfremden Ambrosiakäferarten *Anisandrus maiche*, *Xylosandrus compactus*, *Cyclorhipidion distinguendum*, und *C. pelliculosum* entdeckt wurden (Blaser et al. 2024, Ribeiro-Correia et al. 2024, Sanchez et al. 2023) und das Vorkommen einer weiteren Art, *Xylosandrus crassiusculus*, bestätigt wurde (Ribeiro-Correia et al. 2023), bestanden Wissenslücken bezüglich der Verbreitung, Häufigkeit, dem Wirtsspektrum und dem Schadpotenzial dieser Käfer und ihren assoziierten Pilzen. Vor allem war bisher wenig über die Verbreitung des zuletzt im südlichen Tessin gefundenen *Xylosandrus compactus* bekannt. Inwieweit die Pilze, die mit den gebietsfremden Ambrosiakäfern assoziiert sind, Bäume schädigen können, war bisher nur anhand weniger Proben untersucht worden. Hierbei war zumindest ein als schädliches Baumpathogen bekannter Pilz gefunden worden (Ribeiro-Correia et al. 2024). Allerdings war nicht bekannt, ob das ein Einzelfall war oder häufiger vorkommt. Ausserdem war wenig darüber bekannt, wie sehr ein Befall durch Ambrosiakäfer und ihre Pilze Bäume und Sträucher schädigt.

## 4. Projektziele

Die Projektziele waren:

- (1) Die Fortführung eines Monitorings zur Untersuchung der derzeitigen Verbreitung invasiver gebietsfremder Ambrosiakäfer mit Fallen mit geeigneten Lockstoffen, und die anschliessende Bestimmung der Arten mit morphologischen und molekular-biologischen Methoden.
- (2) Die Erfassung der Wirtspflanzen und dem Schadensausmass im Wald und in Befallsgebieten sowie Beobachtungen von Schadenssymptomen und experimentelle Untersuchungen zur Pathogenität der beteiligten Pilze.

Ursprünglich war geplant, das Vorkommen dieser gebietsfremden Ambrosiakäfer auch in anderen Teilen der Schweiz (ausserhalb des Tessins) zu untersuchen. Allerdings war seitens BAFU gewünscht, dass sich die detaillierten Studien auf das Tessin konzentrieren, einen Fokus auf internationale Literatur und Zusammenarbeit insbesondere bezüglich Schadenspotenzial und Auswirkungen der Ambrosiakäfer in der Schweiz haben sollen, sowie eine Präzisierung der Plotaufnahmen.

## 5. Forschungsfragen

Verbreitung und Häufigkeit gebietsfremder Ambrosiakäfer: Bezüglich der Verbreitung und relativen Häufigkeit der kürzlich entdeckten gebietsfremden Ambrosiakäfer wurde untersucht, ob deren Populationen weiter zunahmen, und ob die Arten mit einer bisher begrenzten Ausbreitung sich auf weitere Standorte ausgebreitet haben. Die war unter anderem auch für den erst 2023 nachgewiesenen *Xylosandrus compactus* von besonderem Interesse, weil diese Art bisher nur im südlichen Tessin gefundenen wurde.

Vergleich von Ambrosiakäfer-Populationen im Wald und in städtischen/gewerblichen Gebieten: Bisherige Monitoring-Studien mit Fallen waren hauptsächlich an urbanen oder stadtnahen Standorten und nur zum Teil in Wäldern durchgeführt worden. Daher wurden in diesem Projekt nun Fallen systematisch auch in Wäldern benutzt mit jeweils gepaarten Fallen in urbanen oder gewerblichen Gebieten und in nahegelegenen Wäldern.

Erfassung der Wirtspflanzen und Befalls-Symptomen: Die meisten Ambrosiakäfer haben ein breites Wirtsspektrum. Bisher hatte sich die Suche nach Befall von Bäumen und Sträuchern hauptsächlich auf Städte und deren Randgebiete beschränkt, wo zum Teil erheblicher Befall von Lorbeer und Ziergehölzen wie Magnolien, Hortensien, und Glyzinen festgestellt wurde. Eine systematischere Suche im Wald nach Befall von einheimischen Bäumen und Sträuchern fand bisher nicht statt, was daher eine der Forschungsfragen war, die in diesem Projekt adressiert wurde.

Bestimmung der assoziierten Pilze und ihrer Pathogenität: Ausser einer Katalogisierung, der mit den gebietsfremden Ambrosiakäfern assoziierten Pilze, waren wir insbesondere interessiert, inwieweit diese Pilze Bäume und andere Gehölze schädigen können. Letzteres war bisher nur anhand weniger Proben untersucht worden. Hierbei war zumindest ein als schädliches Baumpathogen bekannter Pilz gefunden worden (Ribeiro-Correia 2024). Allerdings war nicht bekannt, ob das ein Einzelfall war oder häufiger vorkommt. Ausserdem war nicht bekannt, wie sehr ein Befall durch diese Ambrosiakäfer und ihre Pilze Schäden verursacht (wie z.B. Absterben und Welke von Zweigen, grössere Schäden an Pflanzen oder auf die Holzqualität durch Käfergänge im Holz sowie durch Pilzbefall) (siehe Beispiele in Hölling und Brockerhoff 2023).

## 6. Methoden

### 6.1 Methoden Verbreitung und Häufigkeit gebietsfremder Ambrosiakäfer

Von Anfang Mai bis Ende August 2024 wurden im Tessin an 20 Standorten Flaschenfallen mit 70-prozentigem Ethanol als Lockstoff und 50-prozentigem Propylenglykol als Fangflüssigkeit für das Monitoring von Ambrosiakäfern benutzt. Die Standorte waren gepaart, so dass 10 Fallen an gewerblichen

oder städtischen Standorten waren und 10 weitere Fallen an nahegelegenen Waldstandorten waren (**Abbildung 1**). Im zweiten Jahr wurden insgesamt 12 Fallen von Anfang April bis Ende Juli an fünf Standortpaaren und zwei zusätzlichen Standorten benutzt (**Abbildung 1**). Die Anzahl Fallen war in Abstimmung mit dem Kanton Tessin geändert worden, um den Zeitaufwand für die Überprüfung der Fallen und die Bestimmung der zahlreichen Käferfänge zu reduzieren, und um mehr Zeit für die anderen Aspekte des Projekts zu haben.



**Abbildung 1.** Gepaarte Fallenstandorte in gewerblichen oder städtischen Gebieten und im Wald.

Zusätzlich wurden zwei Paar schwarze und grüne Trichterfallen an Risikostandorten bei Chiasso und bei Monteceneri benutzt, die mit Kombinations-Lockstoffen (u.a. Ethanol) für die Gebietsüberwachung für verschiedene Quarantäneorganismen von Anfang April bis Ende September 2024 eingesetzt wurden. Die Bestimmung der Ambrosiakäfer von diesen Fallen war ebenfalls im Rahmen dieses Projekts durchgeführt worden. Entsprechende Trichterfallenfänge von 2025 sind noch in Bearbeitung, und diese Ergebnisse werden den Projektpartnern noch in diesem Jahr (2026) mitgeteilt werden.

Die Bestimmung der Käfer erfolgte hauptsächlich morphologisch mit gängiger Bestimmungsliteratur und mit der Referenzsammlung der WSL. Einzelne Individuen wurden zur Bestätigung molekularbiologisch bestimmt, indem DNA aus einzelnen Beinen oder den ganzen Käfern extrahiert wurde (NucleoSpin® Tissue XS Kit, Macherey-Nagel, Düren, Germany) und die mitochondrielle COI "Barcode" Region sequenziert wurde (mit den Primern LCO1490 (GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG) and HCO2198 (TAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA) (Folmer et al. 1994)). Die Sequenzen wurden manuell mit der "all barcode" Datenbank von BOLD (Ratnasingham und Hebert 2007) verglichen.

## 6.2 Erfassung der Wirtspflanzen und Beobachtungen von Befallssymptomen

Die Suche nach Befallssymptomen konzentrierte sich auf Bäume und Sträucher in der Umgebung der Fallenstandorte sowie auf Bäume am Weg zu den Standorten. Dies betraf Symptome, die für Ambrosiakäferbefall typisch sind wie Bohrmehl, das aus den Gängen ausgeworfen wird, und Welkesymptome am Laub von Zweigen, hauptsächlich zwischen dem Boden und etwa 3 m Höhe, sowie Symptome in den Baumkronen, sofern diese vom Boden aus sichtbar waren.

Ambrosiakäferbefall von lebenden Wirtspflanzen war insbesondere in der Gegend um Ascona und auf den Brissagoinseln festgestellt worden. Pflanzenproben (Äste und Zweige) mit Befallssymptomen waren mit doppelten Biosicherheits-Verpackungen zur WSL nach Birmensdorf gebracht worden und dort im Pflanzenschutzlabor entlang von Öffnungen zu Käfergängen gespalten und seziiert worden. Käfer wurden wie oben beschrieben bestimmt, und assoziierte Pilze (direkt von den Käfern oder vom Myzel in den Gängen) wurden wie unten erklärt isoliert und bestimmt. Diese Befälle betrafen hauptsächlich *X. compactus* sowie in einigen Fällen *A. maiche* und *X. crassiusculus*, und die befallenen Pflanzen wurden systematisch erfasst und phylogenetisch (nach Pflanzenfamilien sortiert). Ob Pflanzenarten einheimisch oder gebietsfremd sind, wurde nach Infoflora (<http://infoflora.ch/>) kategorisiert.

Obwohl in städtischen und stadtnahen Gebieten, vor allem in der Gegend um Ascona, mehrere Befälle festgestellt wurden, und mehrere Ambrosiakäferarten im Wald sehr häufig gefangen wurden, waren im Wald nur sehr wenige Befälle beobachtet worden. Daher wurde die Methodik für diese Fragestellung für 2026 geändert, indem nun an vier Waldstandorten (Ascona, Gudo, Losone, Magadino) je zwei Flächen ausgewählt wurden, wo jeweils die 50 dem Flächenzentrum nächsten Bäume gründlich nach Symptomen untersucht werden. Die Ergebnisse von diesen Aufnahmen werden noch nachgeliefert werden.

## 6.3 Bestimmung der assoziierten Pilze

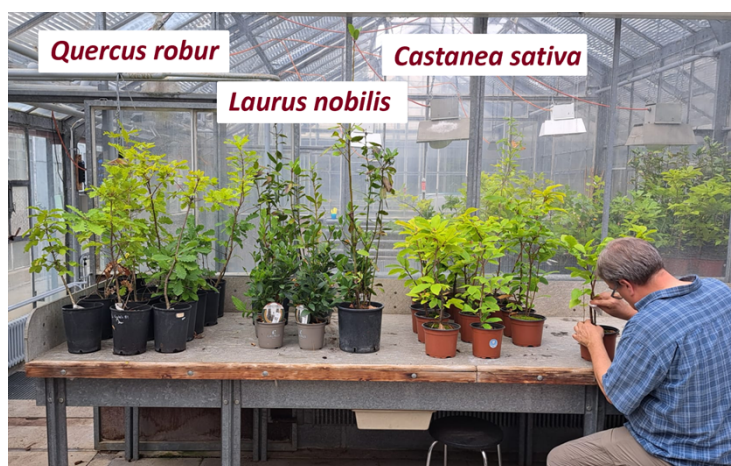
Pilzproben wurden von lebenden Ambrosiakäfern, die mit modifizierten Flaschenfallen ohne Fangflüchtigkeit gefangen wurden, sowie von Käfern, die in Gängen in befallenen Pflanzen angetroffen wurden, isoliert. Weiterhin wurden Pilzproben von befallenen Pflanzen direkt vom Myzel in den Gängen von Ambrosiakäfern sowie im benachbarten Holz (ca. 5-25 mm vom Ende der Käfergänge) isoliert. Pilzproben von Käfern wurden genommen, indem die Käfer mit einer sterilen Pinzette dorsal in den zentralen Bereich von Petrischalen mit Wasseragar mit 100 mg Streptomycin (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) gepresst wurden, so dass Sporen aus dem Mykangium auf das Medium gelangten. Anschließend wurden die Käfer am Rand der Agarplatten mit allen Seiten auf dem Medium gerollt, um Pilzsporen von der Oberfläche der Käfer ebenso zu isolieren. Myzelproben aus den Käfergängen wurden mit einer sterilisierten Nadel auf Agarplatten übertragen. Ausserdem wurden von einigen Proben einzelne kleine Stücke von verfärbtem Holz (was auf das Vorkommen von Myzel im Holz schliessen lässt) auf Agar kultiviert. Zum Vergleich wurden einige Holzproben von gesunden Zweigen (ohne Käferbefall und ohne sichtbare Verfärbung des Holzes) ebenfalls auf Agar gegeben, um das potenzielle Vorkommen von endophytischen Pilzen zu untersuchen.

Pilze wurden auf den Agarplatten kultiviert, bei 20 °C inkubiert, und täglich mit einem Stereomikroskop mit bis zu 80-facher Vergrößerung inspiziert, um Pilzkolonien zu identifizieren. Diese wurden auf Malzagar überimpft und bei 20 °C für mindestens zwei Wochen kultiviert. Die Isolate wurden nach Morphotypen sortiert und in der molekularen Diagnostik bestimmt.

Für molekulargenetische Analysen der Pilze wurde Pilz-DNA von den Kolonien extrahiert. Anschliessend wurde die ITS1-5.8S-ITS2 Region amplifiziert und sequenziert (wie bei Beenken et al. (2023) beschrieben) mit den Primern ITS5 (GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG) und ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) (White et al. 1990). Um *Ambrosiella* spp. ausserdem mit DNA, die von ganzen adulten Käfern isoliert wurde, zu bestimmen, wurden die *Ambrosiella*-spezifischen Primer AmbroF (GAACCAGCGGAGGGATCATT) und AmbroR (CGCAGGGAAGCTGCTTTGTA) benutzt, die speziell für unsere Ambrosia-Projekte entwickelt wurden, und mit denselben Primern sequenziert. Pilze wurden bestimmt, indem die Sequenzen mit BLAST-Suchen (Altschul et al. 1990) mit Sequenzen in der NCBI-Datenbank (Sayers et al. 2023) verglichen wurden.

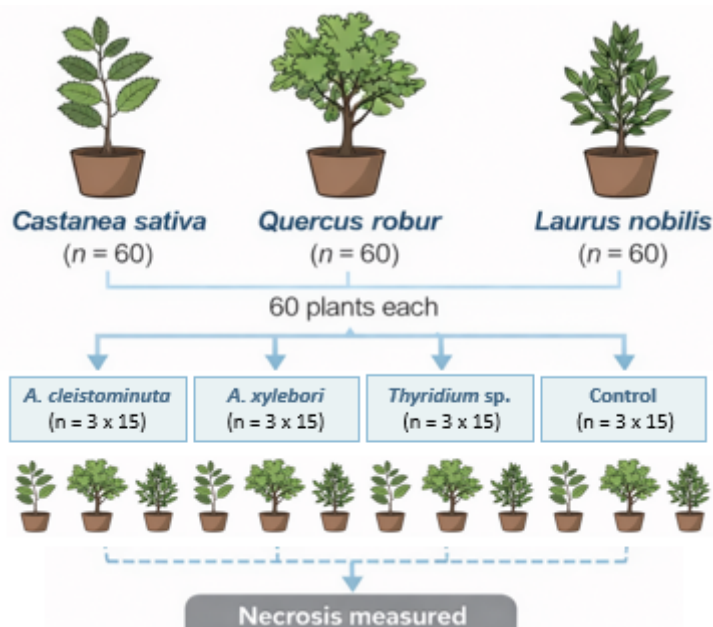
## 6.4 Infektions- und Pathogenitätsexperimente

In einem Infektionsversuch, der 2024 an der WSL durchgeführt wurde, sind die drei im Kanton Tessin am häufigsten mit dem invasiven Ambrosiakäfer *Xylosandrus compactus* assoziierten Pilze, sein obligater Ambrosiapilz, *Ambrosiella xylebori*, sowie *Thyridium lauri* und *Clonostachys rosea* in getopfte Lorbeer, Kastanien und Eichen inokuliert worden (Beenken et al. 2025). Im folgenden Jahr (2025) wurden die Infektionsversuche wiederholt, diesmal mit Myzel von frischen Kulturen von *Ambrosiella xylebori* (von *Xylosandrus compactus*), *Thyridium lauri* (von *Xylosandrus compactus*), und *Ambrosiella cleistominuta* (dem Ambrosiapilz von *Anisandrus maiche*) (**Abbildung 2**). Die Ergebnisse von 2024 wurden bereits in einem vorherigen Bericht an das BAFU (Beenken et al. 2025) mitgeteilt, so dass wir hier vor allem auf die Versuche und neuen Ergebnisse von 2025 eingehen.



**Abbildung 2.** Vorbereitung von Infektionsversuchen mit Eichen, Lorbeer und Kastanien.

Je 60 getopfte Bäumchen von Kastanie (*Castanea sativa*), Stieleiche (*Quercus robur*), und echtem Lorbeer (*Laurus nobilis*) mit Stammdurchmessern von etwa 6-10 mm wurden am 1. September 2025 in einem ungeheizten Gewächshaus an der WSL mit Agarzylindern mit den entsprechenden Pilzmyzelien infiziert bzw. mit Agarzylindern ohne Myzel behandelt (**Abbildung 3**).



**Abbildung 3.** Versuchsaufbau der Infektions- und Pathogenitätsexperimente, die 2025 mit getopften Kastanien, Eichen und Lorbeer, die mit dem Myzel (in Agarzylindern) von *Ambrosiella cleistominuta* (dem Ambrosiapilz von *Anisandrus maiche*), *Ambrosiella xylebori* (dem Ambrosiapilz von *Xylosandrus compactus*), und *Thyridium lauri* (einem weiteren, häufig mit *Xylosandrus compactus* gefundenen Pilz) infiziert wurden, sowie Kontrollen («Infektionen» mit Agarzylindern ohne Myzel). [Image created with Canva ([https://www.canva.com/en\\_gb/](https://www.canva.com/en_gb/))]

Hierzu wurden die Stämmchen der Pflanzen zunächst mit 70% Ethanol gereinigt, um Pilzsporen, die möglicherweise an der Oberfläche waren, zu beseitigen. Dann wurden mit einem sterilen Bohrer (mit 2 mm Durchmesser) ca. 2-3 mm tiefe Löcher gebohrt. In diese Löcher wurde anschliessend je ein Agarzylinder (mit 2 mm Durchmesser) mit der Myzelseite nach innen eingesetzt und mit einem Streifen Parafilm fixiert und verschlossen. Als Kontrollen wurden sterile Agarzylinder (ohne Myzel) verwendet, wobei diese ebenso mit Parafilm fixiert und verschlossen wurden. Dies ergab demnach 15 Kastanien, 15 Eichen und 15 Lorbeer mit jedem der drei Pilze (*Ambrosiella cleistominuta*, *Ambrosiella xylebori*, und *Thyridium lauri*), sowie 3 x 15 Kontrollpflanzen ohne Myzel (**Abbildung 3**).

Die Pflanzen wurden 2-3-mal pro Woche gewässert und am 14. Oktober 2025 «geerntet». Die Stämmchen wurden hierbei knapp über dem Boden abgeschnitten und in sterilen Plastiksäcken bei 4°C bis zur Auswertung gelagert. Zur Auswertung wurde der Parafilm über den Agarzylindern entfernt, um festzustellen, ob äusseren Nekrosen (ersichtlich durch Braunfärbung der Rinde) sichtbar waren. Ebenso wurde notiert, ob eine Kallusbildung, also eine Überwallung, das Bohrloch wieder verschlossen hatte. Um innere Nekrosen zu erfassen, wurden die Stämmchen längs durch die Inokulationsstelle gespalten, und die Länge der inneren Nekrosen gemessen.

Aus einer der Spalthälften der Stämmchen wurden die vorhandenen Pilze re-isoliert. Um Kontaminationen zu vermeiden, wurde die jeweilige Holzoberflächen mit einem sterilen Skalpell entfernt. Kleine Holzstückchen (ca. 2 mm<sup>3</sup>) wurden aus der Inokulationsstelle, der Mitte und dem Rand des verbräunten Holzes, sowie aus dem gesunden Holz ausserhalb der Nekrose geschnitten und auf Streptomycin-Agar gelegt. Bei Trieben mit keiner oder nur einer kleinen Nekrose wurden entsprechend weniger Proben entnommen. Die Agarplatten wurden etwa eine bis zwei Wochen lang bei Zimmertemperatur inkubiert. Die gewachsenen Kolonien wurden nach Morphotypen eingeteilt und pro Morphotyp wurden repräsentative Myzelproben zur Bestimmung in die molekulare Diagnostik gegeben.

## 7. Ergebnisse

### 7.1 Verbreitung und Häufigkeit gebietsfremder Ambrosiakäfer

Aufgrund der Ergebnisse dieses Projekts können wir bestätigen, dass die Ambrosiakäfer *Anisandrus maiche*, *Xylosandrus compactus*, *X. crassiusculus*, *Cyclorhipidion distinguendum*, und *C. pelliculosum* in Teilen des Kantons Tessin etablierte Populationen haben, mehr oder weniger weitverbreitet sind, und sich zum Teil weiter ausgebreitet haben (siehe **Abbildung 1** und **Tabellen 1 und 2**). Analysen von Fallenfängen belegen, dass *A. maiche* im Tessin häufig und weitverbreitet ist (vom Sottoceneri bis in die tieferen Lagen des Sopraceneri um den Lago Maggiore, sowie im unteren Vallemaggia und bis in das mittlere Valle Leventina). *Cyclorhipidion distinguendum* ist wesentlich seltener aber ebenfalls an mehreren Standorten im Sottoceneri und Sopraceneri angetroffen worden (mit einer Verbreitung ähnlich der von *A. maiche*). *Cyclorhipidion pelliculosum* ist noch seltener und bisher an weniger Orten gefunden worden, ist aber ebenso schon relativ weitverbreitet im Sottoceneri und an verschiedenen Orten im unteren Sopraceneri. *Xylosandrus crassiusculus* wurde erstmalig 2013 im Tessin (nahe dem westlichen Teil des Lago di Lugano) nachgewiesen, und wurde seither in diesem sowie einem weiteren Projekt an mehreren zusätzlichen Standorten im Sottoceneri und Sopraceneri mit insgesamt zunehmender Häufigkeit gefunden worden, was auf eine zunehmende Ausbreitung und Populationsgrösse schliessen lässt. *Xylosandrus compactus* ist im Tessin erstmalig 2023 in befallenen Zweigen verschiedener Sträucher und Bäume nachgewiesen worden und hat bis heute anscheinend eine begrenzte Verbreitung in der näheren Umgebung des Lago di Lugano und des Lago Maggiore. Allerdings wird *X. compactus* anscheinend weniger von Fallen mit Ethanol angelockt, sodass diese Ergebnisse noch vorbehaltlich sind. Da *X. compactus* eine wärmeliebende Art ist mit hauptsächlich subtropischer Verbreitung, ist es wahrscheinlich, dass das Vorkommen in der Schweiz auf die wärmsten Gebiete im Süden des Tessins beschränkt bleiben könnte. Ausser diesen Ambrosiakäfern wurde der gebietsfremde Borkenkäfer *Hypothenemus eruditus* in Fallenfängen von fast allen in 2025 überwachten Standorten nachgewiesen, ebenfalls mit anscheinend zunehmender Häufigkeit.

**Tabelle 1.** Fallenfänge im Jahr 2024 von gebietsfremden (\*) und den häufigsten einheimischen Ambrosiakäfern sowie dem gebietsfremden *Hypothenemus eruditus*.

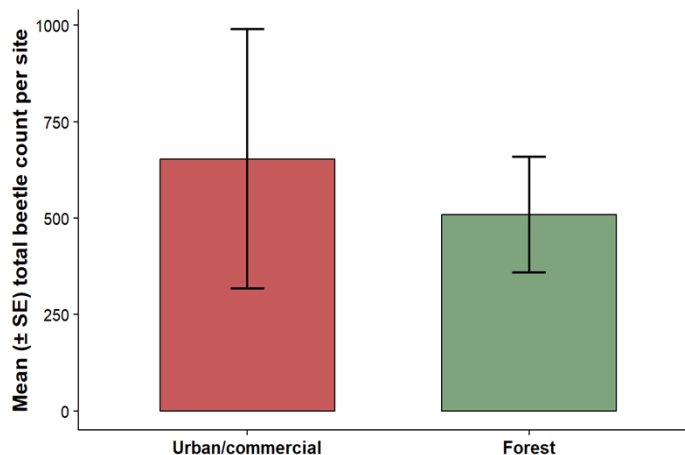
Site	Forest type	<i>Anisandrus maiche</i> *	<i>Xylosandrus compactus</i> *	<i>Xylosandrus crassiusculus</i> *	<i>Xylosandrus germanus</i> *	<i>Cyclorhipidion distinguendum</i> *	<i>Cyclorhipidion pelliculosum</i> *	<i>Hypothenemus eruditus</i> *	<i>Anisandrus dispar</i>	<i>Xyleborinus saxesenii</i>	Summe
Ascona	Urban	146	2	1	6	0	0	6	1	82	<b>244</b>
Ascona	Forest	165	11	3	32	20	0	0	0	124	<b>355</b>
Chiasso	Urban	233	0	33	31	0	0	11	1	3191	<b>3500</b>
Chiasso	Forest	215	0	21	114	1	0	2	15	1295	<b>1663</b>
Chiggiogna	Urban	7	0	0	8	0	0	0	0	214	<b>229</b>
Chiggiogna	Forest	30	0	0	58	0	0	0	10	725	<b>823</b>
Gandria	Urban	9	2	0	24	0	0	13	2	69	<b>119</b>
Gandria	Forest	7	0	0	53	0	0	0	0	14	<b>74</b>
Gravesano	Urban	127	0	0	36	0	0	3	0	32	<b>198</b>
Gravesano	Forest	62	1	0	143	0	0	0	2	18	<b>226</b>
Gudo	Urban	11	0	1	0	0	0	3	2	143	<b>160</b>
Gudo	Forest	21	0	60	5	0	0	11	0	89	<b>186</b>
Losone	Urban	90	0	5	22	0	0	0	1	226	<b>344</b>
Losone	Forest	122	0	14	14	3	4	2	1	195	<b>355</b>
Lugano	Urban	153	2	6	24	0	0	26	0	27	<b>238</b>
Lugano	Forest	55	6	0	51	0	0	9	0	19	<b>140</b>
Magadino	Urban	34	0	12	39	1	0	6	0	76	<b>168</b>
Magadino	Forest	39	0	14	21	2	0	33	0	444	<b>553</b>
Malvaglia	Urban	23	0	1	137	0	0	0	0	1153	<b>1314</b>
Malvaglia	Forest	21	0	1	74	1	0	1	0	591	<b>689</b>
<b>Summe</b>		<b>1570</b>	<b>24</b>	<b>172</b>	<b>892</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>126</b>	<b>35</b>	<b>8727</b>	<b>11578</b>
Prozent		13.6%	0.2%	1.5%	7.7%	0.2%	0.03%	1.1%	0.3%	75.4%	

**Tabelle 2.** Fallenfänge im Jahr 2025 von gebietsfremden (\*) und den häufigsten einheimischen Ambrosiakäfern sowie dem gebietsfremden *Hypothenemus eruditus*.

Site	Forest type	<i>Anisandrus maiche</i> *	<i>Xylosandrus compactus</i> *	<i>Xylosandrus crassiusculus</i> *	<i>Xylosandrus germanus</i> *	<i>Cyclorhipidion distinguendum</i> *	<i>Cyclorhipidion pelliculosum</i> *	<i>Hypothenemus eruditus</i> *	<i>Anisandrus dispar</i>	<i>Xyleborinus saxesenii</i>	Summe
Ascona	Urban	87	0	2	42	0	0	3	5	576	715
Ascona	Forest	225	0	207	307	0	0	0	14	918	1671
Chiggiogna	Urban	0	0	0	18	0	0	0	0	172	190
Gravesano	Urban	51	0	0	79	1	0	0	0	58	189
Gravesano	Forest	351	0	0	2213	0	0	1	33	262	2860
Gudo	Urban	5	0	8	12	0	1	1	3	114	144
Gudo	Forest	181	0	41	79	0	0	11	0	572	884
Losone	Urban	185	0	14	227	2	0	0	11	540	979
Losone	Forest	69	0	62	581	6	0	13	27	1280	2038
Magadino	Urban	16	0	12	193	0	0	10	17	190	438
Magadino	Forest	277	0	283	823	0	0	181	25	5714	7303
Malvaglia	Forest	20	0	0	48	0	0	1	1	283	353
<b>Summe</b>		<b>1467</b>	<b>0</b>	<b>629</b>	<b>4622</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>221</b>	<b>136</b>	<b>10679</b>	<b>17764</b>
Prozent		8.3%	0.0%	3.5%	26.0%	0.1%	0.01%	1.2%	0.8%	60.1%	

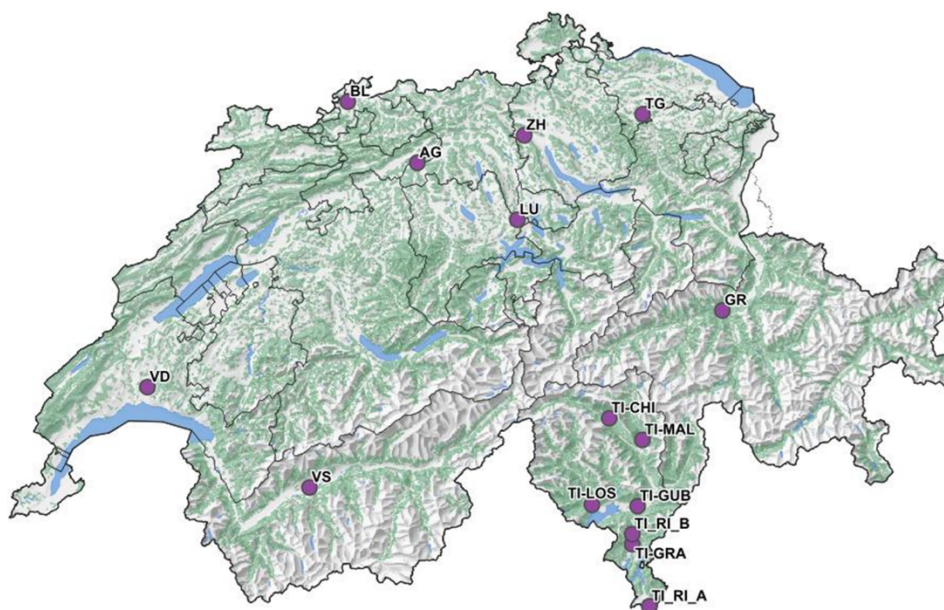
Beim Vergleich der Fallenfänge von 2024 und 2025 fällt auf, dass die relative Häufigkeit mancher Arten von Jahr zu Jahr stark schwankt. Es gab eine auffällige Zunahme von *X. crassiusculus*, *X. germanus* und *X. saxesenii* (**Tabellen 1 und 2**). Während von *X. compactus* 2024 vor allem in Ascona mehrere Individuen gefangen wurden, blieben Fänge in 2025 (in Ascona und anderen Fallenstandorten) ganz aus, obwohl auf den Brissago Inseln 2025 zahlreiche Befälle festgestellt wurden. Dies lässt darauf schliessen, dass Ethanol als Lockstoff für diese Art weniger effektiv ist, im Gegensatz zu den anderen Ambrosiakäfern, bei denen Ethanol sehr wirksam ist. Vergleichsweise geringe Fänge von *X. compactus* mit Ethanol als Lockstoff wurden ebenfalls von Gugliuzzo et al. (2019) beobachtet. Daher unternehmen wir derzeit weitere Experimente mit Lorbeeröl als potenziellem Lockstoff, alleine oder in Kombination mit Ethanol.

Der Vergleich von Fängen von gepaarten Fallen in städtischen/gewerblichen und Wald-Standorten zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede, weder für alle gebietsfremden Ambrosiakäfer insgesamt (**Abbildung 4**), noch für *A. maiche* noch für *X. crassiusculus* allein. Daraus schliessen wir, dass die Häufigkeit dieser gebietsfremden Ambrosiakäfer in städtischen/gewerblichen Gebieten und in naheliegenden Wäldern im Tessin im Durchschnitt ähnlich ist.



**Abbildung 4.** Vergleich von durchschnittlichen Fängen von gepaarten Fallen in städtischen/gewerblichen («Urban/commercial») und Wald-Standorten («Forest»).

Ergebnisse von Fallenfängen aus weiteren Kantonen (mit je zwei Fallen in den Kantonen Aargau, Basel-Land, Bern, Graubünden, Luzern, Thurgau, Vaud, Wallis und Zürich) (**Abbildung 5**), die von Waldschutz Schweiz, hauptsächlich ausserhalb dieses Projekts durchgeführt wurden, ergaben, dass bisher keine der neu gefundenen gebietsfremden Ambrosiakäferarten nördlich des Alpenhauptkamms vorkommt (Queloz et al. 2024).



**Abbildung 5.** Zusätzliche Fallenstandorte nördlich des Alpenhauptkamms, wo bisher keine der neu im Tessin festgestellten Ambrosiakäferarten gefunden wurden (nach Queloz et al. 2024). Standorte im Tessin sind auf dieser Karte nicht umfänglich dargestellt.

## 7.2 Wirtspflanzen und Beobachtungen von Befallssymptomen

Die im Tessin bisher bestätigten Wirtspflanzen der neu im Tessin festgestellten Ambrosiakäfer betreffen vor allem die Käfer *X. compactus* sowie, zu einer geringeren Masse, *A. maiche* und *X. crassiusculus*. Bei Feldbeobachtungen an den Fallenstandorten im Tessin sowie weiteren Standorten sind auffällige Schadsymptome (wie Welkesymptome und Bohrmehl von Käfergängen) an holzigen Pflanzen bisher nur an Hecken und Bäumen im städtischen Raum, im botanischen Garten der Brissago Inseln, und in stadtnahen Wäldern in der Nähe von Ascona und Lugano festgestellt worden, vor allem im Zusammenhang mit Befällen durch *X. compactus* (siehe unten). Dies betraf insbesondere gebietsfremde Ziergehölze sowie Lorbeer.

An Bäumen und Sträuchern in den näher untersuchten Waldflächen (wo die häufigsten Baumarten Kastanie, Eiche, Pappel, Esche, Erle, Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Weissdorn (*Crataegus* sp.) und Traubenkirsche (*Prunus padus*), sowie in Siedlungsnähe vereinzelt Lorbeer sind) wurden bisher nur sehr wenige Befälle von lebenden Bäumen beobachtet. Diese betrafen eine Beobachtung von *A. maiche* in abgestorbenen Zweigen einer Kastanie an einem Waldrand in Tegna (Durchmesser ca. 5 mm), sowie vereinzelte Befälle von Lorbeer durch *X. compactus* in siedlungsnahen Wäldern. Diese in Wäldern insgesamt seltenen Schäden sind erstaunlich, weil es an den untersuchten Waldstandorten meist zahlreiche Fallenfänge insbesondere von *A. maiche* und *X. germanus* gab, die dort also offensichtlich relativ häufig sind. Daher gehen wir davon aus, dass diese häufigeren gebietsfremden Ambrosiakäfer hauptsächlich in frisch abgestorbenen oder absterbenden Zweigen brüten und daher zumindest bisher keine wesentlichen Schäden an lebenden Bäumen verursachen.

Einzig *X. compactus* zeigte deutliche Schäden und Welke an Lorbeerzweigen sowie einer Vielzahl an Ziergehölzen, jedoch nicht an den häufigen Waldbäumen (mit der Ausnahme von Lorbeer, der an einzelnen Standorten vorkommt) (**Tabelle 3**). Allerdings ist die Verbreitung von *X. compactus* bisher anscheinend sehr begrenzt, und dessen Häufigkeit hat aufgrund von rückgängigen Fallenfängen im Jahr 2025 offenbar abgenommen, obwohl auf den Brissagoinseln eine Zunahme von Schäden an Ziergehölzen beobachtet wurde. Befälle von Pflanzen, insbesondere im botanischen Garten der Brissago Inseln zeigten, dass *X. compactus* ein grosses Wirtsspektrum hat, das viele Pflanzenfamilien beinhaltet (**Tabelle 3**). Befälle mit *A. maiche* und *X. crassiusculus* wurden im Tessin bisher nur von einer geringeren Anzahl an Wirtspflanzen registriert (**Tabelle 3**), obwohl in der Literatur für diese Arten ebenfalls eine Vielzahl anderer Wirtspflanzen genannt wird. Für *A. maiche* sind darunter viele Arten in den Gattungen von Waldbäumen, die in der Schweiz häufig sind wie Ahorn (*Acer*), Baumnuß (*Juglans*), Birke (*Betula*), Eiche (*Quercus*), Erle (*Alnus*), Esche (*Fraxinus*), Hagebuche (*Carpinus*), Hasel (*Corylus*), und Ulme (*Ulmus*) (siehe Zusammenfassung in Ribeiro-Correia (2024)).

**Tabelle 3.** Bisherige Beobachtungen von Wirtspflanzen der Ambrosiakäfer *Anisandrus maiche*, *Xylosandrus crassiusculus* und *Xylosandrus compactus* im südlichen Tessin. Pflanzen sind sortiert nach Pflanzenordnung und Familie. Wirtsfunde sind vermerkt nach bisherigen Wirtsfunden im Tessin (x), neuen Wirtsfunden im Jahr 2025 (xx), sowie nach neu beobachteten Wirtspflanzen (vormals nicht in der Literatur erwähnt). Funde in der Gemeinde Brissago sind hauptsächlich von den Brissago Inseln.

Wirtspflanzen- ordnung	Wirtspflanzen- familie	Wirtspflanze	Ursprung * gebietsfremd (laut Infoflora)	Wirtsfunde				
				x bisherige im Tessin, xx 2025, # neue Wirts- pflanzen,	Ascona	Brissago	Lugano	Tegna
<b><i>Anisandrus maiche</i></b>								
Fagales	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Europa	x #				x
Proteales	Proteaceae	<i>Hakea</i> sp.	Südl. Afrika*	x #		x		
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Toxicodendron verniciflu- um</i> (Stokes) F. A. Barkley	Nordost / Süd-Asien*	x #		x		
<b><i>Xylosandrus crassiusculus</i></b>								
Proteales	Proteaceae	<i>Hakea</i> sp.	Südl. Afrika*	x #		x		
<b><i>Xylosandrus compactus</i></b>								
Asterales	Asteraceae	<i>Ursinia</i> sp.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Cornales	Cornaceae	<i>Cornus florida</i> L.	Nordamerika*	x	x			
Cornales	Cornaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Ostasien*	x	x			
Fabales	Polygalaceae	<i>Polygala myrtifolia</i> L.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Fagales	Myricaceae	<i>Myrica faya</i> Ait.	Madeira, Kanaren, Azoren*	xx #			x	
Fagales	Fagaceae	<i>Argyrocytismus battandieri</i> (Maire) J. Raynal	Nordafrika*	x, xx #			x	
Fagales	Fagaceae	<i>Calpurnia aurea</i> (Aiton) Benth.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus ilex</i> L.	Mediterran*	x, xx				
Fagales	Fagaceae	<i>Wisteria</i> sp.	Asien / Nordamerika*	x #	x			
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Rhigozum obovatum</i> Burch.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia aurea</i> L.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Lamiales	Stilbaceae	<i>Halleria lucida</i> L.	Südl. / Ost-Afrika*	xx #			x	
Laurales	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Mexico & Central America	x	x			
Laurales	Lauraceae	<i>Laurus azorica</i> (Seub.) Franco	Azoren*	xx #			x	
Laurales	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	Mediterran* (quasi na- tive)	x, xx	x	x	x	x
Malpighiales	Achariaceae	<i>Kiggelaria africana</i> L.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Malpighiales	Salicaceae	<i>Dovyalis caffra</i> (Hook.f. & Harv.) Warb.	Südl. Afrika*	xx			x	
Malvales	Malvaceae	<i>Dombeya tiliacea</i>	Südl. Afrika*	xx #			x	
Proteales	Proteaceae	<i>Leucadendron comosum</i> (Thunb.) R. Br.	Südl. Afrika*	xx #			x	
Ranunculales	Berberidaceae	<i>Berberis aquifolium</i> Pursh [= <i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.]	Nordamerika*	x #		x		
Rosales	Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Mediterran*	xx			x	
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Osteuropa*	x	x			x

### 7.3 Identität und Häufigkeit der assoziierten Pilze

Mit Ambrosiakäfern assoziierte Pilze waren mit dreierlei Methoden untersucht worden: (i) Isolationen von lebend gefangenen Käfern, (ii) Isolationen aus Pflanzenmaterial (von den dort angetroffenen Käfern, aus Käfergängen, und aus dem an Käfergänge angrenzenden Holz), und (iii) von Infektionsversuchen mit den Pilzen, die typischerweise mit den Ambrosiakäfern *X. compactus* und *A. maiche* assoziiert sind.

#### Isolationen von lebend gefangenen Käfern

Von insgesamt 51 Isolationen von lebend gefangenen Käfern (**Tabelle 4**), hauptsächlich von *A. maiche*, waren die Mehrheit als *Ambrosiella cleistominuta* bestimmt worden, dem gewöhnlich mit diesem Käfer assoziierten Ambrosiapilz. Weiterhin waren zwei Isolate von diesem Käfer als *Ambrosiella grosmanniae* bestimmt worden, einem Ambrosiapilz, der normalerweise bei *X. germanus* angetroffen wird. Die üblichen Ambrosiapilze von *Xylosandrus compactus*, *X. crassiusculus*, und *X. germanus*, respektive *Ambrosiella xylebori*, *A. roeperi*, und *A. grosmanniae*, wurden wie erwartet bei diesen Käfern nachgewiesen. Weiterhin waren potenzielle Pflanzenpathogene wie *Epicoccum nigrum*, *Fusarium* sp., *Geosmithia* sp., *Sporothrix fusiformis*, *Tetraplophaeria* sp., und *Thyridium lauri* gefunden worden, allerdings nur in seltenen Fällen (**Tabelle 4**). Zudem kamen seltene Fälle von *Cladosporium* sp., *Myrmecridium schulzeri*, und *Yamadazyma mexicana* hinzu, bei denen es sich wahrscheinlich nicht um Assoziationen mit Ambrosiakäfern, sondern um Kontaminationen handelt. Bestimmungen von weiteren Proben sind noch in Bearbeitung.

**Tabelle 4.** Bestimmungen von Pilzen, die in Assoziation mit Ambrosiakäfern 2024 im Tessin gefunden und mit molekulargenetischen und morphologischen Methoden identifiziert wurden.

Pilzkulturen	<i>A. maiche</i>	<i>X. compactus</i>	<i>X. crassiusculus</i>	<i>X. germanus</i>	<i>X. saxesenii</i>	Summe
<i>Ambrosiella cleistominuta</i>	21					21
<i>Ambrosiella roeperi</i>			1			1
<i>Ambrosiella grosmanniae</i>	2			1		3
<i>Ambrosiella xylebori</i>		1				1
<i>Cladosporium</i> sp.					1	1
<i>Epicoccum</i> sp. ( <i>E. nigrum</i> ?)	1					1
<i>Fusarium</i> sp.	1		2			3
<i>Geosmithia</i> sp.	6		1		1	8
<i>Myrmecridium schulzeri</i>					1	1
<i>Scolecobasidium</i> sp. (? <i>S. mirabilis</i> )					1	1
<i>Sporothrix fusiformis</i>				1		1
<i>Tetraplophaeria</i> sp.					1	1
<i>Thyridium lauri</i>	1	1				2
<i>Yamadazyma mexicana</i>	3				1	4
Bestimmung nicht möglich (schlechte Sequenz oder Sequenzierung fehlgeschlagen)	1				1	2
<b>Summe</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>51</b>

#### Isolationen von Käfern aus befallenem Pflanzenmaterial

Isolationen aus befallenem Pflanzenmaterial (direkt von den dort angetroffenen Käfern, aus Käfergängen, und aus dem an Käfergänge angrenzenden Holz), die im Rahmen dieses Projekts und in Vorjahren gemacht wurden, bestätigten hauptsächlich das Vorkommen der für die jeweiligen Käfer typischen Ambrosiapilze. Im Jahr 2025 waren Befälle an Pflanzen hauptsächlich auf den Brissagoinseln festgestellt worden, in denen *X. compactus* sowie hauptsächlich die beiden typischen Pilze von diesem Käfer gefunden wurden (**Tabelle 5**).

Vorherige Ergebnisse, die bereits von Blaser et al. (2024) und Ribeiro-Correia (2024) berichtet wurden, betrafen Isolationen von Pilzen direkt von Käfern (*X. compactus* und *A. maiche*), deren Gängen im Pflanzengewebe und aus dem an Gänge angrenzenden Holz von vielen, der in Tabelle 3 genannten Pflanzen und den üblichen Pilzen sowie in vereinzelt Fällen weiteren Pilze.

**Tabelle 5.** Ergebnisse von Pilzisolierungen aus befallenem Pflanzenmaterial vom Jahr 2025 (direkt von den dort angetroffenen Käfern, aus Käfergängen, und aus dem an Käfergänge angrenzenden Holz),

Pflanze	Käfer	Pilze auf Käfern	Pilze in Käfergängen	Pilze im Holz
<i>Kiggelaria africa</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Ambrosiella xylebori</i> , <i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i> , ( <i>Clonostachys</i> sp.)	<i>Ambrosiella xylebori</i>
<i>Dovyalis caffra</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i>
<i>Myrica faya</i>	<i>X. compactus</i> *	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Ambrosiella xylebori</i>	
<i>Halleria lucida</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Clonostachys</i> sp.	<i>Clonostachys</i> sp.	
<i>Calpurnia aurea</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i>	
<i>Argyrocytismus battandieri</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i> , ( <i>Clonostachys</i> sp.)	
<i>Quercus ilex</i>	Leerer Gang**		<i>Purpureocillium</i> sp.	
<i>Laurus azorica</i>	<i>X. compactus</i>	<i>Ambrosiella xylebori</i>	<i>Thyridium lauri</i>	<i>Thyridium lauri</i> , <i>Neocucurbitaria</i> sp.

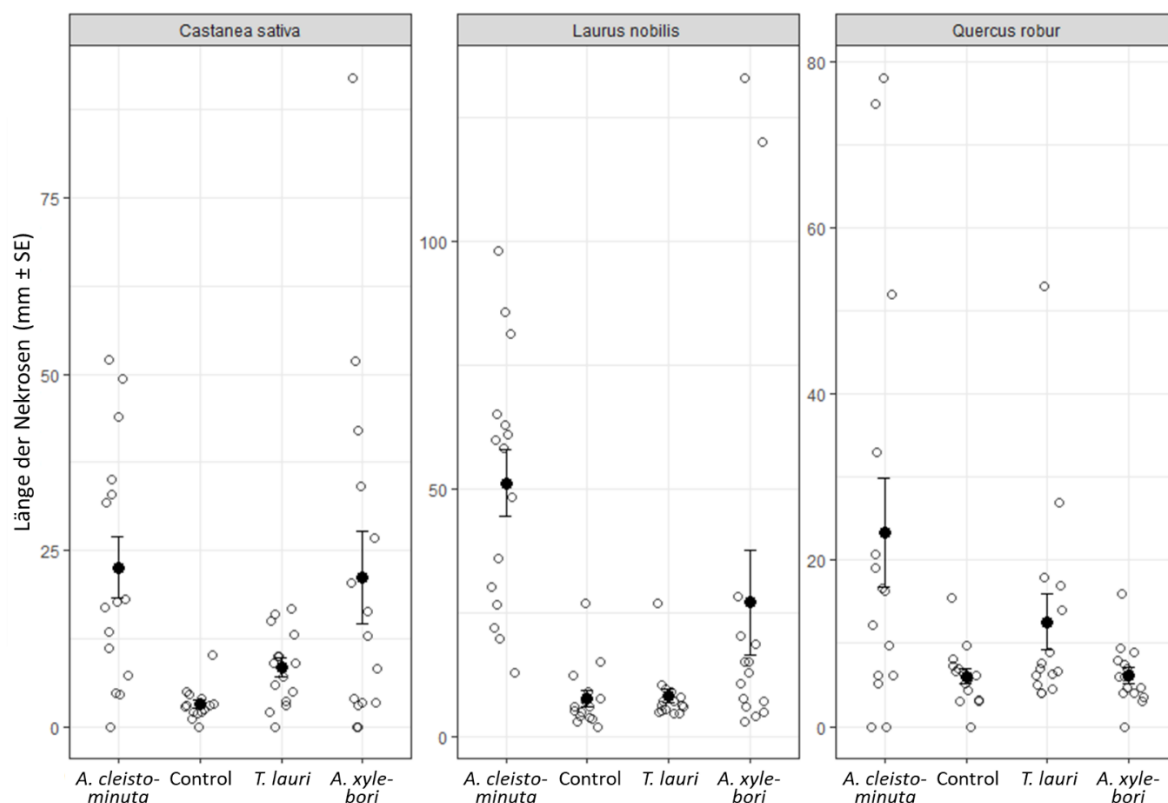
\* Bei diesem Befall von *X. compactus* wurde ausserdem auch eine Raupe des Blausiebs (*Zeuzera pyrina*) angetroffen

\*\* Befall abgebrochen

### **Infektionsversuche mit den Pilzen von *X. compactus* und *A. maiche***

In Infektionsversuchen waren die vier im Kanton Tessin am häufigsten mit den gebietsfremden Ambrosiakäfern *X. compactus* und *A. maiche* assoziierten Pilze, die obligaten Ambrosiapilze *A. xylebori* und *A. cleistominuta*, sowie *Thyridium lauri* und *Clonostachys rosea* (letzterer nur in Versuchen von 2024) in Eichen, Kastanien und Lorbeer inokuliert worden, um deren potenzielle Pathogenität zu untersuchen. Während die Inokulationen mit *Thyridium lauri* (und *C. rosea*) keine oder nur kleine Nekrosen verursachten, gab es mit *A. xylebori* und *A. cleistominuta* deutliche Nekrosen und Welkesymptome distal von den Infektionsstellen bei allen drei getesteten Pflanzenarten (**Abbildung 6**). Bei der Re-Isolation von Pilzen aus diesen Nekrosen konnten die Ambrosiapilze jedoch nur wenige Male nachgewiesen werden. Es wird vermutet, dass diese Ambrosiapilze ohne die Fürsorge ihrer Käfer nicht gegen die Konkurrenz von anderen Pilzen ankommen, wie *Thyridium lauri* sowie endophytische Pilzen, die auch in Isolat von Kontrollpflanzen nachgewiesen wurden. Da *Thyridium lauri* (und *C. rosea*) sich als nicht oder nur schwach pathogen erwiesen und Nekrosenlängen nicht von denen bei Kontrollpflanzen (mit Agarzylindern ohne Pilze) zu unterscheiden waren, wurden die deutlichen Nekrosen und Welkesymptome in unseren Experimenten offenbar hauptsächlich durch *A. xylebori* und *A. cleistominuta* verursacht. Bei natürlichen Befällen mit Anwesenheit der Ambrosiakäfer in ihren Gängen im Pflanzengewebe, spielen diese zusätzlichen Schäden wahrscheinlich eine weitere Rolle als Verursacher von Nekrosen und Welken.

Dass *Ambrosiella cleistominuta* anscheinend (ebenso wie *A. xylebori*) das Potenzial hat, pathogen zu sein, dies aber bisher nicht mit Befällen von *A. maiche* bei lebenden Pflanzen beobachtet wurde, scheint widersprüchlich zu sein. Dies ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass *A. maiche* nicht lebende Pflanzen befällt, sondern bevorzugt an frisch abgestorbenen oder absterbenden Pflanzenteilen vorkommt.



**Abbildung 6.** Länge von Nekrosen bei *Castanea sativa*, *Laurus nobilis* und *Quercus robur*, die bei Infektionsversuchen mit *Ambrosiella cleistominuta*, *Ambrosiella xylebori* und *Thyridium lauri* entstanden, im Vergleich zu Kontrollpflanzen, die mit keinem der Pilze infiziert wurden.

Eine andere Studie (Leonardi et al. 2024) kam zum Schluss, dass bei Befällen von *X. compactus* hauptsächlich *Thyridium lauri* der Verursacher von Nekrosen ist, obwohl nur *T. lauri* mit Pathogenitätstests untersucht wurde, und nicht *A. xylebori*. Wir vermuten, dass diese unterschiedlichen Ergebnisse eventuell darauf zurückzuführen sein könnten, dass beim Vorkommen beider Pilze und ohne Anwesenheit des Ambrosiakäfers, *A. xylebori* von *T. lauri* verdrängt wird. Eine weitere Studie (Sun et al. 2025), die ebenfalls die Pathogenität der mit *X. compactus* assoziierten Pilze untersuchte, interpretierte die Ergebnisse gänzlich anders, nämlich dass weder *Ambrosiella xylebori* noch *Thyridium lauri* die beobachteten Schadsymptome verursacht, sondern dass diese hauptsächlich durch die Frassschäden der Käfer zustande kommen.

## 8. Nutzen für die Praxis

Dieses Projekt hat den Kenntnisstand des Schadenspotenzials der neu im Tessin entdeckten gebietsfremden Ambrosiakäfer und ihren assoziierten Pilzen wesentlich erweitert. Nach unseren jetzigen Erkenntnissen gibt es bisher keine nennenswerten Schäden an Waldbäumen, die durch *A. maiche*, *C. distinguendum*, *C. pelliculosum*, oder *X. crassiusculus* verursacht werden. Dies obwohl *A. maiche* im Tessin eindeutig weitverbreitet und häufig ist und *X. crassiusculus* ebenfalls zunehmend häufiger wird, und von beiden Arten aus anderen Ländern vereinzelt Schäden an Bäumen berichtet wurden. Einzig *X. compactus* verursacht bereits begrenzte Schäden vor allem an Lorbeer sowie im städtischen Raum an verschiedenen Hecken- und Zierpflanzen, was bisher allerdings nur von begrenzter Relevanz für den Wald ist. Bei stärkerem Befall vieler Triebe wurden an einzelnen Bäumen umfangreichere Schäden beobachtet, wie bei einem *Kiggelaria africa* auf den Brissagoinseln, bei dem mehrere Äste von Welke betroffen waren und abstarben. Unsere Infektionsversuche haben gezeigt, dass die mit den Käfern *X. compactus* und *A. maiche* assoziierten Ambrosiapilze beim Befall lebender Pflanzen Nekrosen und Welke an Trieben verursachen können (auch ohne die Beteiligung der Käfer). Infektionen leben-

der Pflanzen mit diesen Pilzen können jedoch nur vorkommen, wenn sie vorher mit diesen Käfern befallen wurden, was bei lebenden Bäumen (ausser bei *X. compactus*) selten vorkommt, und wahrscheinlich nur stark gestresste Bäume betrifft.

Stand jetzt hat *X. compactus* das grösste Potenzial, Schäden an Bäumen zu verursachen, auch wegen des offenbar grossen Wirtsspektrums, das viele holzige Angiospermen umfasst. Trotz des grossen Wirtsspektrums hat *X. compactus* aber Präferenzen für Lorbeer, Avocado und andere Pflanzen aus der Lauraceae Familie, was die Gefahr für Waldbäume in der Schweiz wahrscheinlich deutlich reduziert. Ausserdem bevorzugt *X. compactus* klimatisch wärmere Gebiete, wie sie im Süden des Tessins, aber sonst kaum in der Schweiz vorkommen, so dass eine grossflächigere Ausbreitung dieser Art eher unwahrscheinlich ist und daher (beim derzeitigen Klima) wahrscheinlich auf das südliche Tessin begrenzt bleiben wird.

Die anderen gebietsfremden Ambrosiakäfer könnten jedoch durchaus auch Gebiete nördlich des Alpenhauptkamms besiedeln, so dass es ratsam ist, die weitere Ausbreitung dieser Arten (z.B. durch den Transport von befallenem Brennholz oder Pflanzmaterial) soweit möglich zu verhindern. Dies würde auch das Risiko einer Einschleppung und Ansiedlung weiterer und zum Teil gefährlicherer Ambrosiakäferarten (wie *Euwallacea fornicatus*) reduzieren. Hierbei können Teile des Forstsektors wie Brennholzhändler und Baumschulen sowie Hersteller von Verpackungsholz mitwirken, indem überwacht wird, dass keine mit Ambrosiakäfern befallenen Materialien in andere Regionen der Schweiz verschickt werden. Daher ist es wichtig, dass die relevanten Betriebe und deren Personal mit der Ambrosiakäfer-Problematik vertraut sind und befallenes Holz als solches erkennen können. Dementsprechend waren die vom Kanton Tessin im Februar 2026 organisierte Informationsveranstaltung über Ambrosiakäfer mit Mitarbeitenden von Gemeinden und Forstunternehmen sowie die verschiedenen von uns bereits veröffentlichten Umsetzungspublikationen sicherlich hilfreich. Eine weitere Umsetzungspublikation, basierend auf den Erkenntnissen aus diesem Projekt, ist in Bearbeitung und wird noch folgen.

## 9. Schlussfolgerungen

- Schäden an Waldbäumen durch die gebietsfremden Käfer und Pilze kommen bisher nicht vor (ausser bei Lorbeer, und dies nur in räumlich sehr begrenztem Rahmen am Lago Maggiore und dem Lago Lugano, verursacht durch *Xylosandrus compactus*).
- Mehrere andere gebietsfremde Ambrosiakäfer breiten sich im Tessin zunehmend aus und werden häufiger (basierend auf den Ergebnissen von mehrjährigen Fallenfängen), verursachen aber keine sichtbaren Schäden an lebenden Bäumen, zumindest bisher.
- Da aus anderen Ländern Befall und Schäden an lebenden Bäumen durch *Anisandrus maiche* und *Xylosandrus crassiusculus* berichtet wurden, ist es ratsam, die Ausbreitung und Häufigkeit dieser Käfer und das potenzielle Auftreten von Schäden (vor allem bei Bäumen die z.B. durch Dürre, Staunässe oder Befall mit anderen Schadorganismen gestresst sind) zu überwachen.
- Akteure des Forstsektors (im weiteren Sinn), wie Brennholzhändler, Mitarbeitende von Baumschulen, Hersteller von Verpackungsholz sollten darauf achten, dass mit Ambrosiakäfern befallene Materialien nicht in andere Regionen der Schweiz verschickt werden. Ebenso können Praktiker im Forst bei der Überwachung potenzieller Schäden mitwirken. Insofern ist es wichtig, dass relevante Informationen zu dieser Problematik in der Praxis ankommen.

## 10. Verdankung

Wir danken dem Wald und Holzforschungsfond des Bundesamts für Umwelt und dem Kanton Tessin für die finanzielle Unterstützung des Projekts. Weiterhin sind wir den Mitarbeitenden des Kantons Tessin, vor allem Adrian Oncelli, Andrina Rosselli und Alessio Macagni für ihre Unterstützung und ihre Mitarbeit bei der Planung und im Feld sehr dankbar. Vielen Dank auch an Aline Knoblauch (BAFU, Sektionschefin Waldschutz und Waldgesundheit) für die Begleitung von Aspekten des Projekts. Mitarbeitende der WSL (Waldschutz Schweiz und Phytopathologie) haben insbesondere bei der Kultivierung von Pilzen und in der Diagnostik wertvolle Beiträge geleistet.

## 11. Literatur

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., & Lipman, D.J. (1990) Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* 215: 403-410, [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)
- Beenken, L., Stroheker, S., Dubach, V., Schlegel, M., Queloz, V., & Gross, A. (2023) *Microstrobilinia castrans*, a new genus and species of the Sclerotiniaceae parasitizing pollen cones of *Picea* spp. *Mycological Progress*, 22, 14. <https://doi.org/10.1007/s11557-023-01865-w>
- Beenken, L., Ribeiro-Correia J.-P., & Brockerhoff, E.G. (2025) Pathogenität der Pilze von invasiven Ambrosiakäfern. Projektbericht für das Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wald. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. 10. Februar 2025.
- Biedermann, P. H., & Vega, F. E. (2020). Ecology and evolution of insect–fungus mutualisms. *Annual Review of Entomology*, 65, 431-455.
- Blaser, S., Hoelling, D., Ruffner, B., Brockerhoff, E. G., Marazzi, C., Mattei, G., Meier, M. & Beenken, L. (2024). First record of the invasive ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) (Coleoptera: Scolytinae) and its fungal associates in Switzerland. *BiolInvasions Records*, 13(3), 621-636.
- Boyd, I. L., Freer-Smith, P. H., Gilligan, C. A., & Godfray, H. C. J. (2013). The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*, 342, 1235773.
- Dubach, V., Hölling, D., Stroheker, S., Dennert, F., Blaser, S., Beenken, L., treenet, & Queloz, V. (2022). Waldschutzüberblick 2021. WSL Berichte, 121, 1-69.
- Dubach, V., Dennert, F., Blaser, S., Beenken, L., Hölling, D., Stroheker, S., treenet, Kupferschmid, A.D., Heinzemann, R., Britt, E., & Queloz, V. (2023) Waldschutzüberblick 2022. WSL Berichte 135. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 77 S.
- EPPO (2020) EPPO Technical Document No. 1081, EPPO Study on the risk of bark and ambrosia beetles associated with imported non-coniferous wood. EPPO Paris. Available at [https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo\\_publications](https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_publications)
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3, 294-299.
- Gugliuzzo, A., Criscione, G., Siscaro, G., Russo, A., & Tropea Garzia, G. (2019). First data on the flight activity and distribution of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) on carob trees in Sicily. *EPPO Bulletin*, 49(2), 340-351.
- Gugliuzzo, A., Biedermann, P. H., Carrillo, D., Castrillo, L. A., Egonyu, J. P., Gallego, D., ... & Biondi, A. (2021). Recent advances toward the sustainable management of invasive *Xylosandrus* ambrosia beetles. *Journal of Pest Science*, 94, 615-637.
- Hlásny, T., König, L., Krokene, P., Lindner, M., Montagné-Huck, C., Müller, J., ... & Seidl, R. (2021). Bark beetle outbreaks in Europe: state of knowledge and ways forward for management. *Current Forestry Reports*, 7, 138-165.
- Hughes, M. A., Riggins, J. J., Koch, F. H., Cognato, A. I., Anderson, C., Formby, J. P., ... & Smith, J. A. (2017). No rest for the laurels: symbiotic invaders cause unprecedented damage to southern USA forests. *Biological Invasions*, 19, 2143-2157.
- Hulcr, J., & Stelinski, L. L. (2017). The ambrosia symbiosis: from evolutionary ecology to practical management. *Annual Review of Entomology*, 62, 285-303.
- Hulme, P. E. (2009). Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46, 10-18.
- Kirkendall, L. R., & Faccoli, M. (2010). Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. *ZooKeys*, (56), 227-251.
- Lantschner, M. V., Corley, J. C., & Liebhold, A. M. (2020). Drivers of global Scolytinae invasion patterns. *Ecological Applications*, 30(5), e02103.

- Leonardi, G. R., Aiello, D., Di Pietro, C., Gugliuzzo, A., Garzia, G. T., Polizzi, G., & Voglmayr, H. (2024). *Thyridium lauri* sp. nov. (Thyridiaceae, Thyridiales): a new pathogenic fungal species of bay laurel from Italy. *MycKeys*, 110, 211.
- Marchioro, M., Faccoli, M., Dal Cortivo, M., Branco, M., Roques, A., Garcia, A., & Ruzzier, E. (2022). New species and new records of exotic Scolytinae (Coleoptera, Curculionidae) in Europe. *Biodiversity Data Journal*, 10, e93995.
- Nel, W. J., Wingfield, M. J., & Duong, T. A. (2020). The granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), and its fungal symbiont found in South Africa. *Zootaxa*, 4838. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4838.3.7>
- Queloz, V., Blaser, S., Waldschutz Schweiz, Ribeiro-Correia, J.P., Brockerhoff, E. (2024) Schlussbericht Scolytinae - Monitoring und zusätzliche Gebietsüberwachung Tessin 2023. 24. Juli 2024.
- Rabaglia, R. J., Vandenberg, N. J., & Acciavatti, R. E. (2009). First records of *Anisandrus maiche* Stark (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) from North America. *Zootaxa*, 2137, 23-28.
- Rabaglia, R. J., Cognato, A. I., Hoebeke, E. R., Johnson, C. W., LaBonte, J. R., Carter, M. E., & Vlach, J. J. (2019). Early detection and rapid response: a 10-year summary of the USDA Forest Service program of surveillance for non-native bark and ambrosia beetles. *American Entomologist*, 65, 29-42.
- Ratnasingham, S., & Hebert, P. (2007) BOLD: the barcode of life data system. *Molecular Ecology Notes*, 7, 355-364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
- Ribeiro-Correia, J. P., Prospero, S., Beenken, L., Biedermann, P. H. W., Blaser, S., Chittaro, Y., Frey, D., Hölling, D., Kaya, S. O., Knížek, M., Mittelstrass, J., Branco, M., Ruffner, B., Sanchez, A., & Brockerhoff, E. G. (2023). Distribution of the invasive *Anisandrus maiche* (Coleoptera: Scolytinae) in Switzerland, first record in Europe of its ambrosia fungus *Ambrosiella cleistominuta*, and its new association with *Xylosandrus crassiusculus*. *bioRxiv*, <https://doi.org/10.1101/2023.03.30.534995>
- Ribeiro-Correia, J. P., Prospero, S., Beenken, L., Biedermann, P. H. W., Blaser, S., Branco, M., Chittaro, Y., Frey, D., Hölling, D., Kaya, S. O., Knížek, M., Mittelstrass, J., Ruffner, B., Sanchez, A., Brockerhoff, E. G. (2024). Distribution of the invasive ambrosia beetle *Anisandrus maiche* (Coleoptera, Scolytinae) in Switzerland and first record in Europe of its ambrosia fungus *Ambrosiella cleistominuta*. *Alpine Entomology*, 8, 35–49. <https://doi.org/10.3897/alpento.8.117537>
- Ruzzier, E., Bani, L., Cavaletto, G., Faccoli, M., & Rassati, D. (2022). *Anisandrus maiche* Kurentzov (Curculionidae: Scolytinae), an Asian species recently introduced and now widely established in Northern Italy. *BioInvasions Records*, 11, 652–658.
- Sanchez, A., Chittaro, Y., Germann, C., & Knížek, M. (2020). Annotated checklist of Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera, Curculionidae) of Switzerland. *Alpine Entomology*, 4, 81-97.
- Sanchez, A., Chittaro, Y., Frey, D., Koch, B., Hölling, D., Brockerhoff, E. G., Ruffner, B., Knížek, M. (2023) Three alien ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) new to Switzerland. *Alpine Entomology*, 7, 45-55.
- Sayers, E.W., Bolton, E.E., Brister, J.R., Canese, K., Chan, J., Comeau, D.C., [...] & Sherry, S.T. (2023) Database resources of the National Center for Biotechnology Information in 2023. *Nucleic Acids Research* 51: D29-D38. <https://doi.org/10.1093/nar/gkac1032>
- Sun, R., Li, Y., Luo, Q., Chang, R., Wang, F., Lu, G., [...] & Gao, L. (2025). Identification of a novel fungus associated with *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) and its pathogenicity to ornamental plants. *Symbiosis*, 96(1), 67-76.
- Sutherland, R., Meurisse, N., Pugh, A. R., Ranger, C. M., Reding, M. E., Kerr, J. L., ... & Withers, T. M. (2023). Phenological observations and trapping tactics for the granulate ambrosia beetle *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in New Zealand. *Agricultural and Forest Entomology*, <https://doi.org/10.1111/afe.12558>
- Thurston, G. S., Slater, A., Nei, I., Roberts, J., McLachlan Hamilton, K., Sweeney, J. D., & Kimoto, T. (2022). New Canadian and provincial records of Coleoptera resulting from annual Canadian Food Inspection Agency surveillance for detection of non-native, potentially invasive forest insects. *Insects*, 13(8), 708.

- Townsend, G., Hill, M., Hurley, B. P., & Roets, F. (2025). Escalating threat: increasing impact of the polyphagous shot hole borer beetle, *Euwallacea fornicatus*, in nearly all major South African forest types. *Biological Invasions*, 27(3), 88.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., & White, T.J. (eds), *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press, San Diego, pp. 315-322. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>