



Heft 108, 2021

WSL Berichte

ISSN 2296-3456



Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2020

Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2020

Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2020

Daniel Rigling, Vivanne Dubach, Ludwig Beenken, Salome Schneider, Doris Hölling, Simone Prospero, Carolina Cornejo, Beat Ruffner, Benno Augustinus, Eckehard Brockerhoff, Valentin Queloz



Waldschutz Schweiz / Phytopathologie WSL
Mit der Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
CH-8903 Birmensdorf

Heft 108, 2021

WSL Berichte

ISSN 2296-3448

Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2020

Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2020

Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2020

Daniel Rigling, Vivanne Dubach, Ludwig Beenken, Salome Schneider, Doris Hölling, Simone Prospero, Carolina Cornejo, Beat Ruffner, Benno Augustinus, Eckehard Brockerhoff, Valentin Queloz

Waldschutz Schweiz/Phytopathologie WSL
Mit der Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
CH-8903 Birmensdorf

Verantwortlich für die Herausgabe der Schriftenreihe
Dr. Christoph Hegg, Acting Director WSL

Verantwortlich für dieses Heft
Dr. Eckehard Brockerhoff, Leiter Forschungseinheit Waldgesundheit und biotische Interaktionen

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, Teamleiterin Publikationen, WSL

Autor/Autorin:

Daniel Rigling, Vivanne Dubach, Ludwig Beenken, Salome Schneider, Doris Hölling, Simone Prospero, Carolina Cornejo, Beat Ruffner, Benno Augustinus, Eckehard Brockerhoff, Valentin Queloz

Gruppen Waldschutz Schweiz und Phytopathologie der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Unterstützung: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Redaktionelle Begleitung: Elisabeth Britt

Begleitung: Joana Meyer, Aline Knoblauch, Therese Plüss

Übersetzung: Valentin Queloz, Simone Prospero

Layout: Jacqueline Annen und Sandra Gurzeler, WSL

Zitiervorschlag:

RIGLING, D.; DUBACH, V., BEENKEN, L.; SCHNEIDER, S.; HÖLLING, D.; PROSPERO, S.; CORNEJO, C.; RUFFNER, B.; AUGUSTINUS, B.; BROCKERHOFF, E.; QUELOZ, V., 2021: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2020. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2020. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2020. WSL Ber. 108. 99 S.

ISSN 2296-3448 (Print)

ISSN 2296-3456 (Online)

Fotos Umschlag von oben nach unten:

Valentin Queloz, Benno Augustinus, Irina Vögtli, Salome Schneider, Doris Höllig, Ludwig Beenken

Hinweis: Dieser Bericht wurde mit der Unterstützung des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Herausgeber verantwortlich.

Forschung für Mensch und Umwelt: Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL überwacht und erforscht Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis. Sie ist ein Forschungsinstitut des Bundes und gehört zum ETH-Bereich. Das WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF ist seit 1989 Teil der WSL.

© Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
Birmensdorf, 2021

Inhalt

Einleitung	5
Zusammenfassung	6
Introduction	8
Résumé	9
Introduzione	11
Riassunto	12
1 Prioritäre Quarantäneorganismen (prioQO)	15
1.1 Gebietsüberwachung – Einleitung	15
1.2 Vorstellung der prioQOs und Resultate der Pilotphase 2020	18
1.3 Gebietsüberwachung: Modellierungen und Planung	40
2 Weitere zu überwachende Quarantäneorganismen	45
2.1 Pechkrebs der Föhre (<i>Fusarium circinatum</i>)	45
2.2 Plötzlicher Eichtod (<i>Phytophthora ramorum</i>)	47
3 Andere Quarantäneorganismen	53
3.1 Pappelrost (<i>Melampsora medusae</i>)	53
4 Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen	55
4.1 Braunfleckenkrankheit (<i>Lecanosticta acicola</i>) und Rotbandkrankheit (<i>Dothistroma spp.</i>) an Föhren in der Schweiz	55
4.2 Kastanienrindenkrebs (<i>Cryphonectria parasitica</i>)	60
5 ISPM 15 Kontrollen	63
5.1 Kontrollen von Verpackungsholz auf Insekten	63
5.2 Pilze aus Verpackungsholz	65
5.3 Nematoden	71
6 Schädlingsstatus	72
7 Früherkennung von potenziellen Schadorganismen	77
7.1 Potentielle Schadorganismen, die noch nicht in der Schweiz sind	77
7.2 Pathogene Pilze, die vor kurzem in der Schweiz aufgetaucht sind	78
7.3 Neue Neonectria-Arten aus Rinden-Läsionen an Ahorn und Buche?	83
7.4 Neue Krankheit an der Buche	84
8 Molekulare Diagnostik	89
8.1 Routinediagnostik	89
8.2 Etablierung neuer molekularer Diagnostikmethoden	91
8.3 Teilnahme an internationalen Ringtests	92
8.4 Publikationen	92
8.5 Ausblick	93
9 Publikationen	95
9.1 Wissenschaftliche Publikationen	95
9.2 Umsetzungs-Publikationen	96
Danksagung	99

Einleitung

Durch die Globalisierung und den Klimawandel in den letzten Dekaden, nimmt die Zahl gebietsfremder Organismen in Europa exponentiell zu. Während sich viele dieser Organismen unbemerkt in unseren Waldökosystemen integrieren, gibt es mehrere, die Probleme bereiten. Gebietsfremde Pflanzenschädlinge (Insekten, Pilze, Bakterien, Nematoden, Viren, usw.) lassen die letzten Jahre immer mehr von sich hören. Der asiatische Laubholzbockkäfer gefährdet mehrere unserer Laubbaumarten. Die Esche wird von einem Pilz aus Asien bedroht. Unsere Waldbäume sind besonders anfällig auf diese neuen, eingeschleppten Schadorganismen, im Vergleich zu den einheimischen Schadorganismen. Dies liegt an der fehlenden Koevolution, dh. unsere Waldbäume hatten nie Kontakt mit den gebietsfremden Organismen und konnten daher keine Abwehr entwickeln.

Die Schweiz beteiligt sich an den internationalen Pflanzenschutzmassnahmen im Rahmen der IPPC (International Plant Protection Convention), der bilateralen Abkommen mit der EU und als Mitgliedstaat bei der EPPO (European Plant Protection Organisation). Wichtige Elemente dabei sind die internationalen Standards für phytosanitäre Massnahmen (ISPM), das neue Pflanzengesundheitssystem der EU sowie die Standards und Diagnostikprotokolle der EPPO. Die EPPO führt auch eine Warnliste, die auf potentiell gefährliche Schadorganismen hinweist.

Seit Januar 2020 gilt in der Schweiz (parallel zur EU) die neue Verordnung über den Schutz von Pflanzen vor besonders gefährlichen Schadorganismen (Pflanzengesundheitsverordnung, PGesV). Diese regelt den Umgang mit besonders gefährlichen Schadorganismen (bgSO) oder indirekt mit Waren, die Träger solcher Schadorganismen sein können. Die festgelegten Präventions- und Bekämpfungsmassnahmen sollen die Einschleppung und Ausbreitung der Schadorganismen verhindern. Genaue Arten- und Warenlisten sind in der Verordnung des WBF und des UVEK zur Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV-WBF-UVEK). In der Verordnung des BAFU über phytosanitäre Massnahmen für den Wald (VpM-BAFU) werden vorübergehende Aufhebungen des Einfuhrverbots, Massnahmen gegen neue Schadorganismen und besondere Massnahmen bei erhöhtem phytosanitärem Risiko geregelt. Diese Verordnung kann innerhalb kurzer Zeit angepasst werden, um rasch auf eine Veränderung der phytosanitären Situation reagieren zu können. In der PGesV werden neu drei Kategorien von Schadorganismen definiert: Quarantäneorganismen (QOs), davon prioritäre Quarantäneorganismen (prioQOs), und die geregelten Nicht-Quarantäneorganismen (GNQOs). Dazu kommen noch potenzielle Quarantäneorganismen (potQOs), die in VpM-BAFU aufgeführt sind. Der Eidgenössische Pflanzenschutzdienst (EPSD) ist für die Umsetzung dieser Verordnungen zuständig, wobei das BAFU für die walddrelevanten Organismen verantwortlich ist. Kantone müssen seit Januar 2020 die prioQOs aktiv überwachen und der Bund kann dazu spezifische Überwachungsbestimmungen festlegen. Diese Überwachung (Gebietsüberwachung) wird während einer Pilotphase 2020–2022 mit fünf Pilotkantonen, WSL und Bund entwickelt und getestet.

Die WSL liefert mit Unterstützung des BAFU verschiedene Leistungen zum Schutz der Schweizer Wälder vor gefährlichen Schadorganismen. Zusätzlich zur Entwicklung der Gebietsüberwachung für prioQOs und weitere überwachungspflichtige Organismen, wird das Auftreten von diversen Quarantäneorganismen in der Schweiz erhoben. Da solche Schadorganismen eingeschleppt werden, treten sie meist zuerst in Siedlungsgebieten auf. Die WSL untersucht deshalb auch Verdachtsfälle aus öffentlichen und privaten Grünanlagen und berät die grüne Branche zu diesem Thema. Neben Erhebungen und Beratungen unterstützt die WSL den EPSD und seine Kontrollorganisationen (SKSH, CONCERTPLANT und Neobiota Spürhunde Schweiz) bei Kontrollaufgaben in Betrieben und bei Warenimporten mit Verpackungsholz (ISPM15 Standard). Im Pflanzenschutzlabor der WSL untersuchen Experten und Expertinnen die verschiedenen Verdachtsproben. Sie wenden dabei klassische Bestimmungsmethoden sowie molekulargenetische Analysen an. Die WSL unterstützt zudem den Bund und die Kantone bei Präventions-, Bekämpfungs- und Überwachungsmassnahmen sowie bei Risikoanalysen. Zudem bietet die WSL Aus- und Weiterbildung für Fachleute an und informiert Öffentlichkeit und Praxis zu walddrelevanten Schadorganismen.

Der vorliegende Bericht fasst die Arbeiten der WSL im Bereich walddrelevanter Schadorganismen für das Jahr 2020 zusammen. Über weitere aktuelle Schadorganismen für den Wald wird im jährlichen Waldschutzüberblick informiert.

Zusammenfassung

Die Erhebungen zum Vorkommen von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald wurden 2020 gemäss dem neuen Pflanzengesundheitsrecht des Bundes (PGesV, PGesV-WBF-UVEK, VpM-BAFU) durchgeführt. Dabei wird neu zwischen prioritären Quarantäneorganismen, Quarantäneorganismen und geregelten Nicht-Quarantäneorganismen (GNQOs) unterschieden. Eine gezielte Gebietsüberwachung ist für prioritäre und weitere, überwachungspflichtige Quarantäneorganismen vorgesehen, während die GNQOs primär in den Jungpflanzenbetrieben überwacht werden. Zusätzlich werden Warenimporte mit Verpackungsholz kontrolliert und Verdachtsproben aus dem Meldewesen von Waldschutz Schweiz untersucht.

Um die Gebietsüberwachung koordiniert und wissenschaftlich fundiert durchzuführen, werden Methoden und Prozesse während einer dreijährigen Pilotphase (2020–2022) getestet und ausgewertet. Diese Arbeiten werden durch einen Modell-Ansatz unterstützt, mit dem die Erhebungsstandorte und deren Dichte risikobasiert ausgewählt werden sollen. Diese Pilotphase wird zusammen mit dem BAFU und den Kantonen BS+BL, GR, TI, VD und ZH durchgeführt.

In der Pilotphase werden alle prioritären Quarantäneorganismen überwacht. Dazu gehören *Agrilus anxius* (der Bronzefarbene Birkenprachtkäfer), *Agrilus planipennis* (der Asiatische Eschenprachtkäfer), *Anoplophora chinensis* (der Citrusbockkäfer), *Anoplophora glabripennis* (der Asiatische Laubholzbockkäfer), *Bursaphelenchus xylophilus* (der Kiefernholznematode) und *Dendrolimus sibiricus* (der Sibirische Seidenspinner). Weitere zu überwachende Quarantäneorganismen (VpM-BAFU) sind *Fusarium circinatum* (Pechkrebs der Föhre) und *Phytophthora ramorum* (plötzliches Eichensterben). Zusätzlich zu der Gebietsüberwachung durch die Kantone wurden 2020 spezielle Erhebungen betreffend *A. anxius*, *A. planipennis*, *B. xylophilus*, *F. circinatum* und *P. ramorum* durchgeführt.

Bei den Erhebungen 2020 wurde keiner der oben erwähnten Quarantäneorganismen gefunden. Auch gab es keinen Nachweis von anderen Quarantäneorganismen (z. B. *Melampsora medusae*), die in der PGesV-WBF-UVEK aufgeführt sind. Weiter erfreulich ist die Entwicklung beim Asiatischen Laubholzbockkäfer. Nachdem alle vier Freilandbefallsherde bis 2019 getilgt wurden, gab es auch 2020 keine neuen Befallsmeldungen. Erwähnenswert ist auch die Entwicklung bei *P. ramorum*. Seit dem Erstfund 2003 wurde dieser Erreger jedes Jahr in mindestens einem Jungpflanzenbetrieb festgestellt. 2020 ist nun das erste Jahr ohne neuen Befallsherd in der Schweiz. Alle bisher in der Schweiz gefundenen *P. ramorum* Isolate gehören zu der in Europa verbreiteten EU1 Linie.

In den registrierten Jungpflanzenbetrieben wurden anfällige Wirtspflanzen auf die GNQOs *Dothistroma septosporum* und *D. pini* (Rotbandkrankheit), *Lecanostica acicola* (Braunfleckenkrankheit) und *Cryphonectria parasitica* (Kastanienrindenkrebs) kontrolliert. Dabei wurde die Rotbandkrankheit in acht Betrieben und die Braunfleckenkrankheit in drei Betrieben festgestellt. Beim Kastanienrindenkrebs gab es keine Verdachtsmeldungen aus den Jungpflanzenbetrieben.

Ausserhalb von Jungpflanzenbetrieben ist die Rotband- und Braunfleckenkrankheit in der Schweiz punktuell verbreitet. Im aktuellen Berichtsjahr wurden 17 neue Befallsherde von Rotbandkrankheit und 14 neue Befallsherde von Braunfleckenkrankheit entdeckt. Während drei der neuen Befallsherde von Rotbandkrankheit im Wald liegen, ist es bei der Braunfleckenkrankheit nur einer. Der Kastanienrindenkrebs tritt weiterhin verbreitet in den bekannten Befallsgebieten der Schweiz auf. Die neuen Befallsmeldungen betrafen erkrankte Edelkastanien in privaten und öffentlichen Grünflächen auf der Alpennordseite.

Im Rahmen der ISPM15 Kontrollen wurden Verdachtsproben aus Verpackungsholz auf Insekten, Nematoden und Pilze untersucht. Dabei wurden keine Quarantäneorganismen, wie der Asiatische Laubholzbockkäfer oder der Kiefernholznematode festgestellt. Bei den Proben mit Insektenbefall handelte es sich um sieben asiatische Käferarten sowie einer Wanze. Aus den Pilzproben wurden hauptsächlich Schimmelpilze isoliert, aber auch vereinzelt exotische Holzpilze.

Für die Früherkennung von potentiellen Schadorganismen, die in die Schweiz eingeschleppt und für den Wald gefährlich werden könnten, wurden die EPPO-Datenbank und Publikationen in Fachzeitschriften ausgewertet. Zu der bestehenden Liste sind 2020 ein Bakterium, ein Insekt, ein Pilz und ein Oomycet hinzugekommen. Erstmals wurden in der Schweiz der Ahornstammkrebs, verursacht durch den Pilz *Eutypella parasitica*, und einer neuer Mehлтаupilz (*Erysiphe salmonii*) auf der Esche nachgewiesen.

Im Rahmen dieser Erhebungen wurden 1418 Proben molekulargenetisch analysiert. Für die verschiedenen Schadorganismen (Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyceten und Pilze) kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Dabei können Quarantäneorganismen spezifisch nachgewiesen und unbekannte Schadorganismen identifiziert werden.

WSL Mitarbeitende verfassten mehrere Fachartikel und internationale Publikationen zu walddrelevanten Schadorganismen. Für die Gebietsüberwachung durch die Kantone wurden insgesamt neun Factsheets in drei Sprachen für alle zu überwachenden Quarantäneorganismen erstellt. Aus COVID-Gründen wurden Wissenstransfer-Aktivitäten wie Konferenzen, Vorträge und Kurse stark reduziert. Jedoch konnten einige Vorträge im August und September stattfinden. Die Lehre wurde in Fachhochschulen sowie an der ETH virtuell organisiert.

Introduction

En raison de la mondialisation et du changement climatique ces dernières décennies, le nombre d'organismes exotiques en Europe a augmenté de façon exponentielle. Si beaucoup de ces organismes s'intègrent de manière imperceptible dans nos écosystèmes forestiers, plusieurs d'entre eux posent des problèmes. Les ravageurs exotiques des plantes (insectes, champignons, bactéries, nématodes, virus, etc.) se font de plus en plus remarquer ces dernières années. Le capricorne asiatique menace différents feuillus. Le frêne est attaqué par un champignon venu d'Asie. Nos arbres forestiers sont particulièrement sensibles à ces nouveaux parasites introduits. Cela est dû à l'absence de coévolution, c'est-à-dire que nos arbres forestiers n'ont jamais été en contact avec ces organismes exotiques et n'ont donc pas pu développer de mécanismes de défense avec le temps.

La Suisse participe aux mesures internationales de protection des végétaux dans le cadre de la CIPV (Convention internationale pour la protection des végétaux), des accords bilatéraux avec l'UE et en tant qu'État membre de l'OEPP (Organisation européenne pour la protection des végétaux). Les normes internationales pour les mesures phytosanitaires (ISPM), le nouveau système phytosanitaire de l'UE et les normes et protocoles de diagnostic de l'OEPP sont des éléments importants pour la protection des végétaux. L'OEPP tient également une liste d'alerte qui indique les organismes nuisibles potentiellement dangereux.

Depuis janvier 2020, la nouvelle ordonnance sur la protection des végétaux contre les organismes particulièrement dangereux (ordonnance sur la santé des végétaux, OSaVé) est entrée en vigueur en Suisse (parallèlement à l'UE). Elle régit la manipulation d'organismes nuisibles particulièrement dangereux (bgSO) ou indirectement de marchandises pouvant être porteuses de tels organismes. Les mesures de prévention et de contrôle spécifiées sont destinées à empêcher l'introduction et la propagation des organismes nuisibles. Les listes détaillées des espèces et des marchandises figurent dans l'ordonnance sur la santé des végétaux du DEFR et du DETEC (OSaVé-DEFR-DETEC). L'ordonnance de l'OFEV sur les mesures phytosanitaires en forêt (OPM-OFEV) règle la levée temporaire de l'interdiction d'importation, les mesures contre les nouveaux organismes nuisibles et les mesures spéciales en cas de risque phytosanitaire accru. Cette ordonnance peut être adaptée dans un court laps de temps afin de pouvoir réagir rapidement à un changement de la situation phytosanitaire. L'OSaVé définit désormais trois catégories d'organismes nuisibles : les organismes de quarantaine (OQ), les organismes de quarantaine prioritaires (OQprio) et les organismes réglementés non de quarantaine (ORNQ). En outre, il existe des organismes de quarantaine potentiels (OQpot), qui sont énumérés dans l'OPM-OFEV. Le Service phytosanitaire fédéral (SPF) est responsable de l'application de ces ordonnances, l'OFEV étant responsable des organismes liés à la forêt. Les cantons doivent surveiller activement les OQprio et d'autres organismes à surveillance obligatoire depuis janvier 2020 et la Confédération peut fixer des dispositions de surveillance spécifiques à cet effet. Ce suivi (surveillance du territoire) sera développé et testé lors d'une phase pilote 2020–2022 avec cinq cantons pilotes, le WSL et la Confédération.

Avec le soutien de l'OFEV, le WSL fournit diverses prestations pour protéger les forêts suisses contre les organismes nuisibles particulièrement dangereux. Outre le développement de la surveillance du territoire pour les OQprio et d'autres organismes nécessitant une surveillance, la présence de divers organismes de quarantaine en Suisse est étudiée. Comme ces organismes nuisibles sont introduits, ils apparaissent généralement d'abord en zone urbaine. C'est pourquoi le WSL enquête également sur les cas suspects dans les espaces verts publics et privés et conseille le secteur vert à ce sujet. Outre les enquêtes et les conseils, le WSL soutient SPF et ses organisations de contrôle (SKSH, CONCERPLANT et Neobiota Spürhunde Schweiz) dans les tâches de contrôle des producteurs et lors de l'importation de marchandises avec du bois d'emballage (norme NIMP15). Dans le laboratoire phytosanitaire du WSL, des experts examinent les différents échantillons suspects. Ils utilisent des méthodes classiques de détermination ainsi que des analyses de génétique moléculaire. Le WSL soutient également la Confédération et les cantons dans les mesures de prévention, de contrôle et de surveillance

ainsi que dans les analyses de risques. En outre, le WSL propose des cours et des formations pour les experts et informe le public et les praticiens sur les organismes nuisibles en rapport avec les forêts.

Le présent rapport résume les travaux du WSL dans le domaine des organismes forestiers nuisibles particulièrement dangereux pour l'année 2020. Des informations actuelles sur les autres organismes nuisibles pour la forêt sont fournies dans la «Vue d'ensemble de la protection des forêts».

Résumé

Les suivis sur la présence d'organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt ont été réalisés en 2020 conformément à la nouvelle législation fédérale sur la santé des végétaux (OSavé, OSaVé-DEFR-DETEC, OPM-OFEV). Une distinction est désormais faite entre les organismes de quarantaine prioritaires, les organismes de quarantaine et les organismes réglementés non de quarantaine (ORNQ). Une surveillance ciblée du territoire est prévue pour les organismes de quarantaine prioritaires et les autres organismes de quarantaine à surveillance obligatoire, tandis que les ORNQ sont principalement surveillés en pépinière. En outre, les importations de marchandises avec du bois d'emballage sont contrôlées et les échantillons suspects sont examinés par Protection de la forêt Suisse.

Afin de réaliser la surveillance du territoire de manière coordonnée et scientifiquement fondée, les méthodes et les processus seront testés et évalués pendant une phase pilote de trois ans (2020–2022). Ce travail sera soutenu par une approche de modélisation pour sélectionner les sites de suivi et leur densité en fonction du risque. Cette phase pilote sera réalisée en collaboration avec l'OFEV et les cantons BS+BL, GR, TI, VD et ZH.

Pendant la phase pilote, tous les organismes de quarantaine prioritaires seront surveillés. Il s'agit notamment d'*Agrius anxius* (l'agrile du bouleau), d'*Agrius planipennis* (l'agrile du frêne), d'*Anoplophora chinensis* (le capricorne des agrumes), *Anoplophora glabripennis* (le capricorne asiatique), *Bursaphelenchus xylophilus* (le nématode du pin) et *Dendrolimus sibiricus* (le bombyx sibérien). Les autres organismes de quarantaine à surveiller (OPM-OFEV) sont *Fusarium circinatum* (chancre résineux du pin) et *Phytophthora ramorum* (mort subite du chêne). En plus de la surveillance du territoire par les cantons, des suivis spéciaux ont été menés en 2020 concernant *A. anxius*, *A. planipennis*, *B. xylophilus*, *F. circinatum* et *P. ramorum*.

Aucun des organismes de quarantaine susmentionnés n'a été détecté lors des suivis de 2020. On n'a pas non plus détecté d'autres organismes de quarantaine (par exemple *Melampsora medusae*) figurant dans l'OSavé-DEFR-DETEC. L'évolution de la situation pour le capricorne asiatique est également encourageante. Après que les quatre foyers d'infestation en plein air aient tous été éradiqués jusqu'en 2019, il n'y a pas eu de nouvelles annonces d'infestation en 2020. La situation pour *P. ramorum* mérite également d'être mentionnée. Depuis sa première détection en 2003, ce pathogène a été détecté dans au moins une pépinière chaque année. L'année 2020 est la première année sans nouvelle infestation en Suisse. Tous les isolats de *P. ramorum* trouvés en Suisse jusqu'à présent appartiennent à la lignée EU1, une lignée très répandue en Europe.

Dans les pépinières enregistrées, les plantes hôtes sensibles ont été contrôlées pour les ORNQ *Dothistroma septosporum* et *D. pini* (maladie des bandes rouges), *Lecanosticta acicola* (maladie des taches brunes) et *Cryphonectria parasitica* (chancre du châtaignier).

La maladie des bandes rouges a été détectée dans huit pépinières et la maladie des taches brunes dans trois exploitations. Dans le cas du chancre du châtaignier, il n'y a pas eu de signalement suspect dans les pépinières.

En dehors des pépinières, les maladies des bandes rouges et des taches brunes sont répandues en Suisse. Au cours de l'année de référence, 17 nouvelles infestations par la maladie des bandes rouges et 14 nouvelles infestations par la maladie des taches brunes ont été découvertes. Alors que trois des nouvelles infestations par la maladie des bandes rouges sont situées en forêt, une seule des nouvelles infestations par la

maladie des taches brunes concerne la forêt. Le chancre du châtaignier continue d'être fréquent dans les zones infestées connues de la Suisse. On dénombre également de nouvelles infestations de châtaigniers dans des espaces verts privés et publics du versant nord des Alpes.

Dans le cadre des inspections de la norme NIMP15, des échantillons suspects de bois d'emballage ont été examinés pour y détecter la présence d'insectes, de nématodes ou de champignons. Aucun organisme de quarantaine, tel que le capricorne asiatique ou le nématode du pin, n'a été détecté. Les échantillons présentant des infestations d'insectes comprenaient sept espèces de coléoptères asiatiques et une punaise. Dans les échantillons contenant des champignons, ce sont principalement des moisissures qui ont été isolées, mais aussi occasionnellement des champignons du bois exotiques.

Pour la détection précoce d'organismes nuisibles potentiels qui pourraient être introduits en Suisse et devenir dangereux pour la forêt, la base de données de l'OEPP et les publications dans les journaux spécialisés ont été évaluées. En 2020, une bactérie, un insecte, un champignon et un oomycète ont été ajoutés à la liste existante. Pour la première fois, le chancre de l'érable, causé par le champignon *Eutypella parasitica*, et un nouvel oïdium (*Erysiphe salmonii*) sur le frêne ont été détectés en Suisse.

Au cours des suivis, 1418 échantillons ont été analysés par génétique moléculaire. Diverses méthodes sont utilisées pour déterminer les différents organismes nuisibles surveillés (bactéries, insectes, nématodes, oomycètes et champignons). Les organismes de quarantaine peuvent être spécifiquement détectés et les organismes nuisibles inconnus identifiés.

Le personnel du WSL a rédigé plusieurs articles techniques et publications internationales sur les organismes nuisibles liés aux forêts. Pour la surveillance du territoire par les cantons, neuf fiches d'information en trois langues ont été produites pour tous les organismes de quarantaine à surveiller. Pour des raisons liées au COVID, les activités de transfert de connaissances telles que les conférences, les exposés et les cours ont été fortement réduites. Toutefois, certaines conférences ont eu lieu en août et septembre. L'enseignement a été organisé de manière virtuelle dans les hautes écoles spécialisées ainsi qu'à l'ETH de Zurich.

Introduzione

A causa della globalizzazione e dei cambiamenti climatici degli ultimi decenni, il numero di organismi alieni in Europa sta aumentando esponenzialmente. Mentre molti di questi organismi si integrano inosservati nei nostri ecosistemi forestali, altri causano problemi. I parassiti alieni delle piante (insetti, funghi, batteri, nematodi, virus, ecc.) si sono fatti notare sempre di più negli ultimi anni. Ad esempio, il coleottero asiatico del fusto minaccia molte delle nostre specie di alberi decidui mentre il frassino è attaccato da un fungo proveniente dall'Asia. I nostri alberi forestali sono particolarmente suscettibili a questi nuovi parassiti a causa della mancanza di co-evoluzione: non avendo mai avuto contatti con gli organismi alieni, essi non hanno potuto sviluppare una difesa efficace contro di loro.

La Svizzera partecipa alle misure internazionali di protezione dei vegetali nell'ambito dell'IPPC (International Plant Protection Convention), degli accordi bilaterali con l'UE e come Stato membro dell'EPPO (European Plant Protection Organisation). Elementi importanti in questo contesto sono le norme internazionali per le misure fitosanitarie (ISPM), il nuovo sistema fitosanitario dell'UE e le norme e i protocolli diagnostici dell'EPPO. L'EPPO mantiene anche una lista di allarme che indica gli organismi nocivi potenzialmente pericolosi.

Da gennaio 2020 è in vigore in Svizzera (parallelamente all'UE) la nuova Ordinanza sulla protezione dei vegetali da organismi nocivi particolarmente pericolosi (Ordinanza sulla salute dei vegetali, OSaIV). Questa ordinanza regola la manipolazione di organismi nocivi particolarmente pericolosi o indirettamente di merci che possono essere portatrici di tali organismi. Le misure di prevenzione e di controllo specificate sono destinate a prevenire l'introduzione e la diffusione degli organismi nocivi. Le liste dettagliate delle specie e delle merci sono contenute nell'ordinanza del DEFR e del DATEC concernente l'ordinanza della salute dei vegetali (OSaIV-DEFR-DATEC). L'ordinanza dell'UFAM concernente le misure fitosanitarie per le foreste (OMF-UFAM) disciplina la revoca temporanea del divieto di importazione, le misure contro nuovi organismi nocivi e le misure speciali in caso di aumento del rischio fitosanitario. Questa ordinanza può essere adattata in un breve periodo di tempo per poter reagire rapidamente a un cambiamento della situazione fitosanitaria. Nell'OSaIV sono definite tre categorie di organismi nocivi: gli organismi da quarantena, di cui gli organismi da quarantena prioritari, gli organismi da quarantena non prioritari e gli organismi non da quarantena regolamentati. Inoltre, ci sono potenziali organismi da quarantena elencati nell'ordinanza OMF-UFAM. Il Servizio fitosanitario federale (SFF) è responsabile dell'implementazione di queste ordinanze, mentre l'UFAM è responsabile degli organismi rilevanti per il bosco. Dal gennaio 2020 i Cantoni devono monitorare attivamente gli organismi da quarantena prioritari e la Confederazione può stabilire a tal fine disposizioni di controllo specifiche. Il monitoraggio delle aree delimitate sarà sviluppato e testato durante una fase pilota 2020–2022 con cinque cantoni, il WSL e la Confederazione.

Il WSL, con il sostegno dell'UFAM, fornisce inoltre diversi servizi per proteggere i boschi svizzeri da organismi nocivi pericolosi. Oltre alla messa in funzione del monitoraggio delle aree delimitate per gli organismi da quarantena prioritari e altri organismi che necessitano di monitoraggio, si sta rilevando la presenza di vari organismi da quarantena in Svizzera. Poiché tali organismi nocivi sono introdotti, di solito appaiono prima nelle zone urbane. Il WSL indaga quindi anche su casi sospetti provenienti da spazi verdi pubblici e privati e consiglia il settore del verde su questo argomento. Oltre alle indagini e alla consulenza, il WSL sostiene il SFF e le sue organizzazioni di controllo (SKSH, CONCERPLANT e Neobiota Spürhunde Schweiz) nei compiti di controllo nei vivai e nel caso di importazioni di merci con legno da imballaggio (standard ISPM15). Nel laboratorio di diagnostica del WSL, gli esperti esaminano i vari campioni sospetti impiegando metodi classici di determinazione così come analisi genetiche molecolari. Il WSL sostiene pure la Confederazione e i cantoni nelle misure di prevenzione, controllo e sorveglianza e nelle analisi dei rischi. Inoltre, il WSL offre istruzione e formazione per gli esperti e informa il pubblico e i professionisti sugli organismi nocivi rilevanti per le foreste.

Questo rapporto riassume il lavoro del WSL nel settore degli organismi nocivi rilevanti per il bosco per l'anno 2020. Le informazioni su altri organismi attuali nocivi per il bosco sono fornite annualmente nella Situazione fitosanitaria dei boschi.

Riassunto

Le indagini sulla presenza di organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco sono state effettuate nel 2020 in conformità con la nuova legislazione fitosanitaria federale (OSaIV, OSaIV-DEFER-DATEC, OMF-UFAM). Questa distingue fra organismi da quarantena prioritari, organismi da quarantena e organismi regolamentati non da quarantena. Un monitoraggio mirato di aree delimitate è previsto per gli organismi da quarantena prioritari e per altri organismi da quarantena soggetti a monitoraggio. Gli organismi regolamentati non da quarantena sono invece principalmente monitorati nei vivai. Inoltre vengono controllate le importazioni di merci con imballaggio in legno e vengono esaminati casi sospetti segnalati al servizio di Protezione delle foreste svizzere (WSS) del WSL.

Al fine di effettuare il monitoraggio di aree delimitate in modo coordinato e scientificamente valido, i metodi e i processi saranno testati e valutati durante una fase pilota di tre anni (2020–2022). Ciò sarà supportato da un approccio di modellazione per selezionare i siti di indagine e la loro densità in base al rischio. Questa fase pilota sarà realizzata insieme all'UFAM e ai cantoni BS+BL, GR, TI, VD e ZH.

Durante la fase pilota, tutti gli organismi da quarantena prioritari saranno monitorati. Questi includono *Agrilus anxius* (minatore color bronzo della betulla), *Agrilus planipennis* (minatore smeraldino del frassino), *Anoplophora glabripennis* e *A. chinensis* (tarli asiatici del legno), *Bursaphelenchus xylophilus* (nematode del pino) e *Dendrolimus sibiricus* (falena siberiana). Altri organismi da quarantena da monitorare (OMF-UFAM) sono *Fusarium circinatum* (cancro resinoso del pino) e *Phytophthora ramorum* (morte improvvisa della quercia). Oltre al monitoraggio delle aree delimitate da parte dei cantoni, nel 2020 sono state effettuate indagini speciali su *A. anxius*, *A. planipennis*, *B. xylophilus*, *F. circinatum* e *P. ramorum*.

Nessuno dei suddetti organismi da quarantena è stato trovato durante i rilievi del 2020. Non sono stati rilevati neppure altri organismi da quarantena elencati nell'OSaIV-DEFER-DATEC (ad esempio *Melampsora medusae*). L'evoluzione della situazione concernente il tarlo asiatico del fusto (*A. glabripennis*) è incoraggiante. Dopo che tutti e quattro i focolai sono stati ufficialmente dichiarati eradicati nel 2019, nel 2020 non ci sono state segnalazioni di nuove infestazioni. Anche l'evoluzione riguardo *P. ramorum* è degna di nota. Dal primo rilevamento nel 2003, questo patogeno è stato rilevato in almeno un vivaio ogni anno. Il 2020 è il primo anno senza una nuova infestazione in Svizzera. Tutti gli isolati di *P. ramorum* finora identificati in Svizzera appartengono alla linea clonale EU1, diffusa in Europa. Nei vivai registrati le piante ospiti suscettibili sono state controllate per gli organismi regolamentati non da quarantena *Dothistroma septosporum* e *D. pini* (malattia delle bande rosse), *Lecanostica acicola* (imbrunimento degli aghi di pino) e *Cryphonectria parasitica* (cancro corticale del castagno). Al di fuori dei vivai, le malattie delle bande rosse e dell'imbrunimento degli aghi di pino sono assai diffuse. Nel 2020 sono stati scoperti 17 nuovi focolai della malattia delle bande rosse e 14 nuovi focolai di *L. acicola*. Tre dei nuovi focolai della malattia delle bande rosse e uno dei nuovi focolai della malattia dell'imbrunimento degli aghi di pino si trovano in foresta. Il cancro corticale del castagno continua ad essere diffuso in Svizzera. Le nuove segnalazioni riguardano castagni in aree verdi private e pubbliche al nord delle Alpi.

Nell'ambito delle ispezioni ISPM15, i campioni sospetti di legno da imballaggio sono stati esaminati per insetti, nematodi e funghi senza però rilevare alcun organismo da quarantena. Nei campioni con infestazioni di insetti sono state identificate sette specie di coleotteri asiatici e una cimice. Dai campioni infestati da funghi, sono state isolate principalmente muffe, ma anche occasionali funghi esotici del legno.

Per l'individuazione precoce di potenziali organismi nocivi che potrebbero essere introdotti in Svizzera e diventare pericolosi per il bosco, sono state valutate la banca

dati EPPO e le pubblicazioni in riviste specializzate. Nel 2020, un batterio, un insetto, un fungo e un oomicete sono stati aggiunti alla lista esistente. Per la prima volta, il cancro dell'acero, causato dal fungo *Eutypella parasitica*, e un nuovo fungo dell'oidio (*Erysiphe salmonii*) sul frassino sono stati rilevati in Svizzera.

Durante le indagini del 2020, 1418 campioni sono stati analizzati con metodi di genetica molecolare. Per i vari organismi nocivi (batteri, insetti, nematodi, oomiceti e funghi) sono stati usati metodi che permettono di identificare sia organismi da quarantena specifici che organismi nocivi non ancora conosciuti.

Il personale del WSL ha redatto diversi articoli tecnici e pubblicazioni internazionali sugli organismi nocivi rilevanti per il bosco. Per il monitoraggio delle aree delimitate da parte dei cantoni sono state prodotte nove schede informative in tre lingue per tutti gli organismi da quarantena da monitorare. Per motivi dovuti al COVID, le attività divulgative come conferenze, lezioni e corsi sono state fortemente ridotte. Tuttavia, alcune lezioni hanno potuto avere luogo in agosto e settembre. L'insegnamento è stato organizzato virtualmente nelle università di scienze applicate così come all'ETH.

1 Prioritäre Quarantäneorganismen (prioQO)

1.1 Gebietsüberwachung – Einleitung

Valentin Queloz

Mit der neuen Gesetzgebung zur Pflanzengesundheit (PGesV und PGesV-WBF-UVEK) müssen ab 2020 prioQOs von den Kantonen aktiv und risikobasiert überwacht werden. Der Bund kann dazu spezifische Überwachungsbestimmungen festlegen. Zusätzlich zu den prioQOs müssen weitere Quarantäneorganismen überwacht werden, für welche vorübergehende Pflanzenschutzmassnahmen vom Bund erlassen wurden. Um die Gebietsüberwachung koordiniert und wissenschaftlich fundiert durchzuführen, werden Methoden und Prozesse während einer dreijährigen Pilotphase 2020–2022 getestet und ausgewertet.

Tab. 1.1.1: Gemäss PGesV und PGesV-WBF-UVEK müssen die Kantone für folgende prioQOs eine jährliche Gebietsüberwachung durchführen.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Wirtspflanze(n)	Wert gemäss Artenpriorisierung ¹
<i>Agilus anxius</i>	Bronzefarbener Birkenprachtkäfer	Birke	14
<i>Agilus planipennis</i>	Asiatischer Eschenprachtkäfer	Esche	26
<i>Anoplophora chinensis</i>	Citrusbockkäfer	Div. Laubgehölze	26
<i>Anoplophora glabripennis</i>	Asiatischer Laubholzbockkäfer	Div. Laubgehölze	26
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Kiefernholznematode	Föhrenarten	22
<i>Dendrolimus sibiricus</i>	Sibirischer Seidenspinner	Div. Nadelbäume	20

Tab. 1.1.2: Für die folgenden QOs ist gemäss VpM-BAFU eine Gebietsüberwachung in der Schweiz auch obligatorisch.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Wirtspflanze(n)	Wert gemäss Artenpriorisierung ¹
<i>Phytophthora ramorum</i>	Plötzlicher Eichentod	Lärche, Eiche, Buche, Edelkastanie, Schneeball, Rhododendron, ...	29
<i>Fusarium circinatum</i>	Pechkrebs der Föhre	Föhrenarten, Douglasie	21

Die Überwachung von *Phytophthora ramorum* und *Fusarium circinatum* lässt sich mit jener der prioQOs ohne grossen Mehraufwand kombinieren. Lärchen und Föhren werden als Wirte von prioQOs (*Dendrolimus sibiricus* und *Bursaphelenchus xylophilus*) bereits überwacht.

Sechs Kantone aus verschiedenen Regionen der Schweiz haben sich bereit erklärt, während der Pilotphase mitzumachen: BS+BL, GR, TI, VD und ZH. Hauptziel der Pilotphase 2020–2022 ist, per Ende 2022 ein vom Bund, WSL und Kantone validiertes, ressourcengerechtes und mit den EU-Normen konformes Konzept zur Gebietsüberwachung für überwachungspflichtige QOs im Wald zu erarbeiten. Um das Ziel zu erreichen, werden unter anderem in den Pilotkantonen und auf Versuchsflächen rund um die WSL die Methoden und Abläufe getestet und die nötigen Ressourcen (Personal und Material) ermittelt.

Die WSL, der EPSD und die Pilotkantone arbeiten während der Pilotphase zusammen und erledigen ihre Arbeiten gemäss der geplanten Aufgabenteilung.

Für die Gebietsüberwachung wurden folgende Methoden angewandt:

- Symptomaufnahmen: visuelle Inspektion von Bäumen nach typischen, schadenbedingten Symptomen
- Deltafallen mit spezifischem Lockstoff für *Dendrolimus sibiricus* (Abb. 1.1.1 Deltafalle)
- Grüne Trichterfallen mit Breitspektrum Lockstoff für *Agrilus anxius* und *Agrilus planipennis* (Abb. 1.1.2 Grüne Trichterfalle)
- Schwarze Trichterfallen mit Breitspektrum Lockstoff für *Anoplophora glabripennis*, *Anoplophora chinensis* und Käfer der Gattung *Monochamus* (Vektoren von *Bursaphelenchus xylophilus*) (Abb. 1.1.3 Schwarze Trichterfalle)
- Sporenfallen für den Pilznachweis von *Phytophthora ramorum* und *Fusarium circinatum* (Abb. 1.1.4 Sporenfalle)



Abb. 1.1.1: Deltafalle.



Abb. 1.1.2: Grüne Trichterfalle.



Abb. 1.1.3: Schwarze Trichterfalle.



Abb. 1.1.4: Sporenfalle

Folgende Organismen wurden 2020 von den Pilotkantonen überwacht:

- *Anoplophora glabripennis* und *Anoplophora chinensis* (Fläche mit Ahornen und anderen Laubbaumarten – Symptomaufnahmen)
- *Bursaphelenchus xylophilus*, *Fusarium circinatum* und *Dendrolimus sibiricus* (Fläche mit Föhren – Deltafallen, Sporenfallen und Symptomaufnahmen). Föhren sind nicht ideale Wirte für *Dendrolimus sibiricus*. Allerdings war das primäre Ziel, die Handhabung von Deltafallen im Gelände zu testen.

Folgende Organismen wurden 2020 an drei Risikostandorten (Basel Rheinhafen, Zürich Flughafen und Tessin Transitachse) überwacht:

- *Anoplophora glabripennis*, *Anoplophora chinensis* und Käfer der Gattung *Monochamus* (schwarze Trichterfallen, erst ab Spätsommer)
- *Agrilus anxius* und *Agrilus planipennis* (grüne Trichterfallen, erst ab Spätsommer)
- *Dendrolimus sibiricus* (Deltafalle)
- *Phytophthora ramorum* und *Fusarium circinatum* (Sporenfallen)

In der Umgebung der WSL in Birmensdorf wurden 2020 sechs Flächen eingerichtet:

- *Anoplophora glabripennis* und *Anoplophora chinensis* (Fläche mit Ahornen und anderen Laubbaumarten – Symptomaufnahmen)
- *Bursaphelenchus xylophilus*, *Fusarium circinatum* und *Dendrolimus sibiricus* (Fläche mit Föhren – Deltafallen, Sporenfalle und Symptomaufnahmen).
- *Dendrolimus sibiricus* und *Phytophthora ramorum* (Fläche mit Lärchen – Sporenfalle und Deltafalle)
- *Bretziella fagacearum* (seit Sommer 2020 kein prioQO mehr, Fläche mit Eichen – Symptomaufnahmen)
- *Agrilus anxius* (Fläche mit Birken – Symptomaufnahmen und grüne Trichterfalle ab Spätsommer 2020)
- *Agrilus planipennis* (Fläche mit Eschen – Symptomaufnahmen und grüne Trichterfalle ab Spätsommer 2020)

Zusätzlich wurden spezielle Monitorings (Zusatzmonitorings) von der WSL, als Ergänzung zur Pilotphase der Gebietsüberwachung in der Schweiz durchgeführt:

- *Agrilus anxius* an Birke
- *Agrilus planipennis* an Esche
- *Fusarium circinatum* an Saatgut von Waldföhren und Douglasien
- *Bursaphelenchus xylophilus* an Föhren
- *Phytophthora ramorum* an Lärche

Die Resultate der Testphase 2020 sind in den folgenden Kapiteln zusammengestellt.

1.2 Vorstellung der prioQOs und Resultate der Pilotphase 2020

Doris Hölling, Ludwing Beenken, Vivanne Dubach, Salome Schneider,
Valentin Queloz

1.2.1 Bronzefarbener Birkenprachtkäfer (*Agrilus anxius*)

Zusammenfassung

Agrilus anxius wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 2
Inspizierte Bäume: 25
Pheromonfallen von August bis Oktober: 2

Zusatzmonitoring

Untersuchte Flächen: 18
Inspizierte Bäume: 162

Verdachtsmeldungen an WSS: 0

Kurzbeschreibung

Dieser prioritäre Quarantäneschädling befällt lebende Birken mit einem Stammdurchmesser grösser als 2 cm, insbesondere wenn diese unter Trocken- oder anderem Stress leiden. In der Schweiz sind alle gepflanzten ausländischen und folgende heimische Birkenarten gefährdet: Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Moor-Birke (*B. pubescens*).

Ein Befall mit dieser Käferart – u. a. erkennbar an den D-förmigen Ausfluglöchern etwa 3–5 mm breit – führt im zweiten Jahr zu verlichteten Baumkronen durch von aussen nach innen absterbende Äste. Ein Befall des Stammes kann zum Absterben des ganzen Baumes führen.

Bisher ist dieser Organismus nur aus Nordamerika (Kanada, USA) bekannt, wo er heimisch ist. In Europa wurde er bis jetzt nicht nachgewiesen.

Nachweis

Pheromonfallen im Gelände und der Umgebung von Firmen, die entweder Birkenholz mit und ohne Rinde (Brennholz oder Dekomaterialien, Wood-Chips, Verpackungsmaterial) importieren sowie Verteilerzentren oder Gartencenter etc., welche lebende Pflanzen oder Zweige importieren mit einem Sprossdurchmesser grösser als 1 cm.

Absuchen von Transekten (Baumalleen, Pärke, v.a. in oder nahe Industriezonen und Gewerbegebieten, stadtnahen Wäldern) nach Symptomen.



Abb. 1.2.1.1: Käfer neben dem D-förmigen Ausflughoch.



Abb. 1.2.1.2: Serpentinartige Gänge der Larven unter der Rinde, die von aussen sichtbar sind.

Gebietsüberwachungs-Monitoring – Pilotphase 2020

Aufgrund der Corona-Pandemie und den dadurch resultierenden Lieferschwierigkeiten konnte das vorgesehene Monitoring 2020 nur reduziert in 2 Kantonen an jeweils einem Standort durchgeführt werden: WSL-Standort und Risikostandort im Tessin (Tessin Trasitachse).

August-Oktober: Aufstellen und Leerungen der Pheromon-Fallen (Trichterfallen grün) sowie Einsendung der Fänge nach Abschluss der Fangsaison an WSS.



Abb. 1.2.1.3: Grüne Trichter-Falle auf dem WSL-Standort.

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 der Bronzefarbene Birkenprachtkäfer festgestellt werden. Allerdings waren die Fallenstandzeiten aufgrund der Corona-bedingten Lieferverzögerungen nicht ganz optimal, da die Frühsommerzeiträume fehlen.

Probleme: Durch starken Wind wurde eine Trichterfalle auf dem WSL-Standort beschädigt.

Lösung: Alle Trichterfallen werden ab 2020 noch zusätzlich mit einem Seil gesichert.

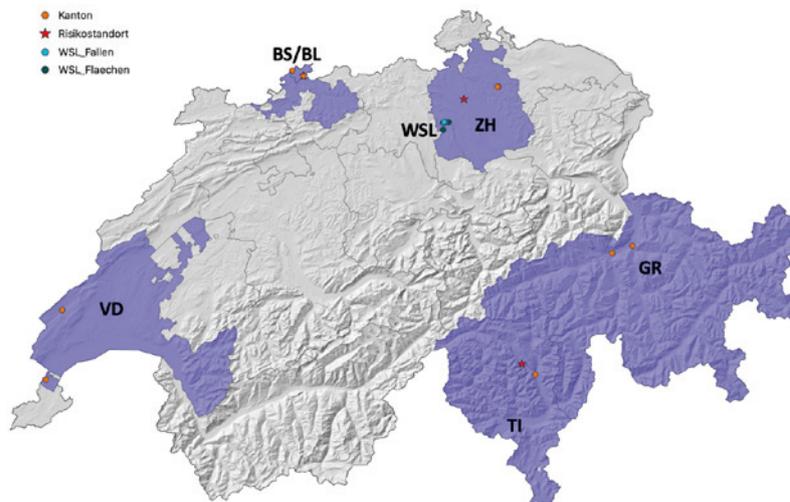


Abb. 1.2.1.4: Karte mit allen Fallenstandorten 2020.

Zusatzmonitoring 2020: Birken in der Schweiz

Aufgrund der stark reduzierten Pilotphase zur Gebietsüberwachung (vor allem COVID 19 bedingt) wurde ein Zusatzmonitoring für Birken organisiert. Zwischen dem 8. und dem 25. Juni 2020 wurden in den 12 Kantonen BE, GL, GR, OW, SG, SH, TG, TI, UR, VD, VS, und ZH an 18 Orten Birken auf Befall durch den Bronzefarbenen Birkenprachtkäfers untersucht. Insgesamt wurden 162 Bäume auf typische Symptome inspiziert (Abb. 1.2.1.5 und Tab. 1.2.1.1).

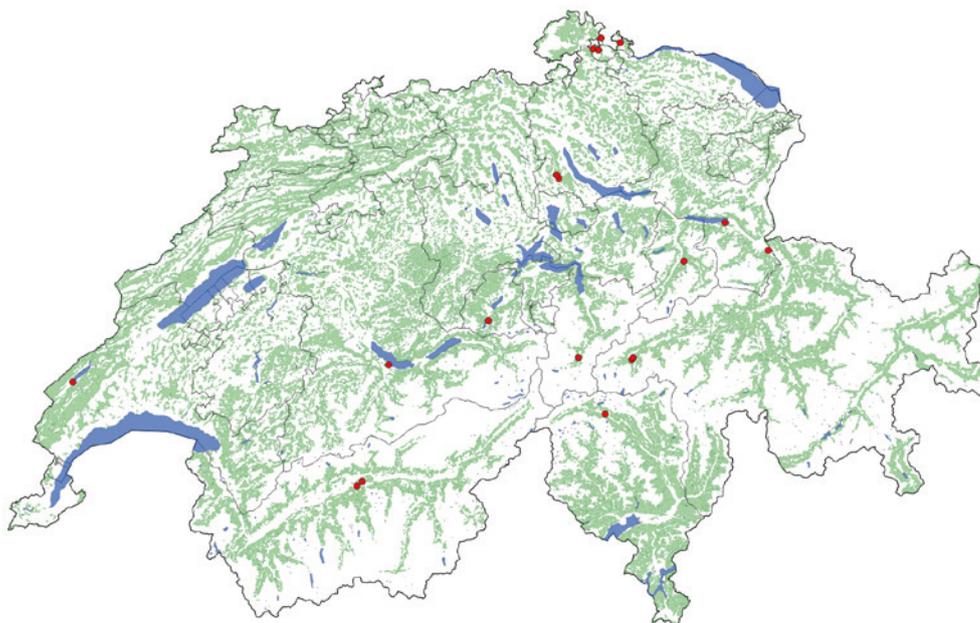


Abb. 1.2.1.5: Karte mit Standorten vom Zusatzmonitoring auf Birken.

Tab. 1.2.1.1: Liste der Standorte vom Zusatzmonitoring auf Birken.

Kanton	Ort	Anzahl Birken	LAT	LON
BE	Faulensee	5	620898	168861
GL	Schwanden	10	725858	206038
GR	Fläsch	10	755778	209934
GR	Mumpé Medel	10	707314	170687
GR	Mumpé Medel	8	707717	171456
OW	Lungern	8	656146	184553
SG	Mols	10	740306	219765
SH	Ramsen	10	703104	284126
SH	Paradies	9	693425	281847
TG	Diessenhofen	10	695307	281531
TI	Ambri	10	697865	151195
UR	Wettingen	10	688366	171455
VD	Le Sentier	10	508360	162770
VS	Siders	10	609489	125434
VS	Pfyn	5	611299	127199
ZH	Dörflingen	5	696308	285894
ZH	Türlen	12	681253	235512
ZH	Habersaat	10	680545	236820
Total Birken im Monitoring		162		

Hinweise auf den Bronzefarbenen Birkenprachtkäfers wurden nicht gefunden. Vereinzelt sind Befall durch andere Käfer wie Birkensplintkäfer und Bohrlöcher von Bockkäfern in toten Baumteilen zu beobachten (s. Abb. 1.2.1.6 und 7).



Abb. 1.2.1.6: Löcher von Bockkäfern in Mols.



Abb. 1.2.1.7: Spuren vom Birkensplintkäfer (*Scolytus ratzeburgi*) in Mumpé Medel.

Verdachtsmeldungen an WSS

2020 gingen bei Waldschutz Schweiz keine Verdachtsmeldungen zum Bronzefarbenen Birkenprachtkäfer ein.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unveröffentlichtem) Konzept Version 2 zur Gebietsüberwachung mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt.

Es wird 2021 kein Zusatzmonitoring zum Bronzefarbenen Birkenprachtkäfer stattfinden.

Literatur

EPPO, 2002: *Agrilus anxius*. Webseite besucht am 12.12.2020: <https://gd.eppo.int/taxon/AGRLAX>

EPPO, 2010: PRA for *Agrilus anxius*. Webseite besucht am 17.11.2020: <https://pra.eppo.int/pra/e257945d-1990-44eb-895f-17ace1bef14b>

Forest Research, 2021: Bronze Birch Borer. Webseite besucht am 27.01.2021: <https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/pest-and-disease-resources/bronze-birch-borer-agrilus-anxius/>

1.2.2 Asiatischer Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*)

Zusammenfassung

Agrilus planipennis wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 2

Inspizierte Bäume: 25

Pheromonfallen von August bis Oktober: 2

Verdachtsmeldungen an WSS: 0

Zusatzmonitoring

Untersuchte Flächen: 23

Inspizierte Bäume: 428

Kurzbeschreibung

Dieser prioritäre Quarantäneorganismus befällt vor allem Vertreter der Gattung *Fraxinus*.

Erste Anhaltspunkte für einen Befall sind die 3–4 mm breiten D-förmigen Ausfluglöcher der Käfer. Im zweiten Befallsjahr erscheint die Baumkrone verlichtet und am Stamm und stärkeren Ästen bilden sich Wasserreiser. Später kann sich der Befall auch stammabwärts bis zum Wurzelbereich ausdehnen. Durch die serpentinenförmigen Larvengänge wird das Kambium der Bäume zerstört und bei entsprechender Populationsdichte stirbt der Baum innerhalb von etwa drei Jahren ab.

Agrilus planipennis kann mit Brenn-, Verpackungsholz und potentiell auch mit größerem Eschen-Pflanzgut verschleppt werden.

Die Art ist mittlerweile in Nordamerika weitverbreitet und kommt auch im europäischen Teil Russlands sowie in der Ukraine vor, und breitet sich weiter westwärts aus. Daher ist das Risiko einer Einschleppung sehr hoch. Auf Grund der klimatischen Gegebenheiten im Ursprungsgebiet des Käfers, könnte er sich – laut Risikoanalyse – in Mitteleuropa und im mediterranen Bereich vermutlich gut etablieren. Ökonomische und ökologische Schäden wären bei einer Einschleppung hoch, weil selbst Eschen, die das Eschentriebsterben überlebt haben, gefährdet sind.



Abb. 1.2.2.1: Käfer



Abb. 1.2.2.2: Larve



Abb. 1.2.2.3: Ausflugloch

Nachweis

Pheromonfallen im Bereich von Importfirmen und Verteilern von Brennholz sowie deren Umgebung. Absuchen von Transekten in oder nahe Industriezonen und Gewerbegebieten, in Baumalleen, Parks und in stadtnahen Wäldern mit grösserem Eschenanteil nach Symptomen.

Gebietsüberwachungs-Monitoring – Pilotphase 2020

Aufgrund der Corona-Pandemie und den dadurch resultierenden Lieferschwierigkeiten konnte das vorgesehene Monitoring 2020 nur reduziert in 2 Kantonen an jeweils einem Standort durchgeführt werden: WSL-Standort und Risikostandort im Tessin.

Zwischen August- und Oktober wurden Pheromon-Fallen (Trichterfalle grün) installiert und alle 4 Wochen geleert. Die Einsendung der Fallenfänge an WSS erfolgte nach Abschluss der Fangsaison.

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 der Asiatische Eschenprachtkäfer festgestellt werden.

Probleme: Durch starken Wind wurde eine Trichterfalle auf dem WSL-Standort beschädigt.

Lösung: Alle Trichterfallen werden ab 2021 noch zusätzlich mit einem Seil gesichert.

Im Rahmen der Pilotphase zur Gebietsüberwachung 2020 wurde zusätzlich eine Fläche mit 25 Eschen nahe der WSL untersucht. Der Eschenprachtkäfer wurde auf die WSL Fläche nicht entdeckt.

Zusatzmonitoring: Eschen in der Schweiz

Aufgrund der stark reduzierten Pilotphase zur Gebietsüberwachung (vor allem COVID bedingt) wurde ein Zusatzmonitoring für Eschen organisiert. Zwischen Juli und August 2020 wurden 23 Flächen mit mindestens 11 Eschen an jedem Standort für das Projekt RESISTASH besucht. Die Flächen befinden sich in 9 verschiedenen Kantonen: BE, FR, GR, JU, NE, SG, SZ, TG und ZH (Abb. 1.2.2.4 und Tab. 1.2.2.1). Insgesamt wurden 428 Eschen auf ihre Resistenz gegenüber Eschentriebsterben untersucht und typische Symptome von Eschenprachtkäfern wurden gesucht. Hinweise auf dem Eschenprachtkäfer wurden nicht gefunden.

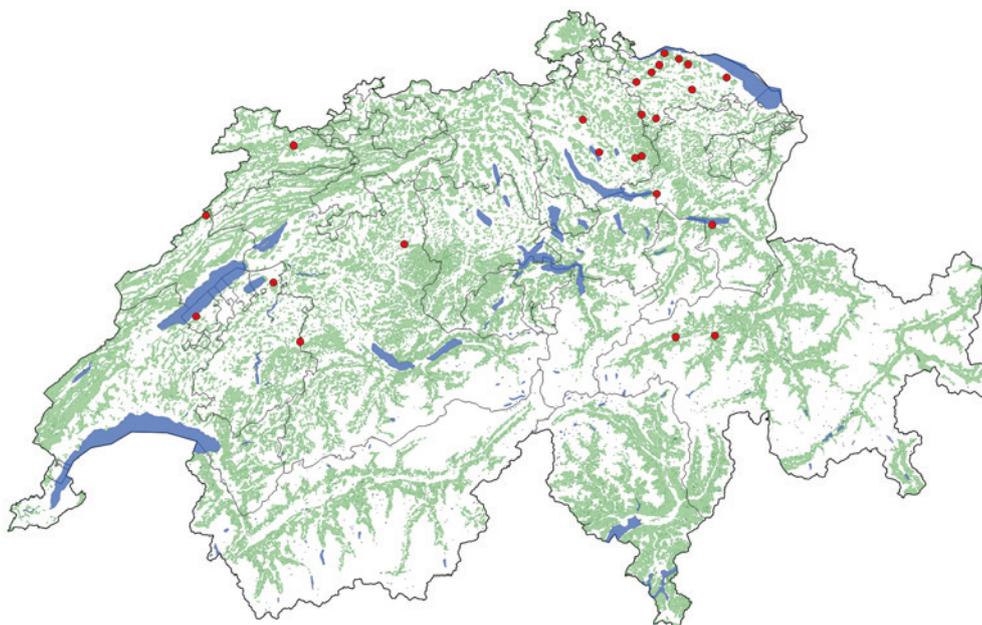


Abb. 1.2.2.4: Karte mit Standorten vom Zusatzmonitoring auf Eschen.

Tab. 1.2.2.1: Standorte vom Zusatzmonitoring auf Eschen.

Fläche Nr.	Kanton	Gemeinde	LAT	LON
1104_2	BE	Dürrenroth	626020	212485
1049a_5	FR	Châbles	552204	186714
1049e_4	FR	Murten	579727	198800
1049n_4	FR	Plaffeien	589088	177638
1029_13	GR	Ilanz/Glion	736284	179556
1105_5	JU	Bourrignon	586754	247744
1025_8	NE	La Chaux-de-Fonds	555625	222635
1055d_1	SG	Quarten	735440	219330
1058_2	SZ	Tuggen	715610	230380
1060a_3	TG	Frauenfeld	708375	270499
1060c_1	TG	Eschlikon	715322	257421
1060g_2	TG	Aadorf	710241	258852
1060i_4	TG	Bürglen	728118	267615
1060k_1	TG	Ermatingen	723565	278460
1060l_4	TG	Kemmental	726636	276700
1060n_4	TG	Kesswil	740403	272064
1060u_2	TG	Steckborn	718285	280600
1060u_4	TG	Homburg	716552	276376
1060w_1	TG	Pfyn	713786	273889
1006_9	ZH	Bassersdorf	689459	256987
1043_1	ZH	Uster	695121	245230
1086_3	ZH	Bäretswil	710337	244015
1086_8	ZH	Bäretswil	707870	243242

Verdachtsmeldungen an WSS

2020 gingen bei Waldschutz Schweiz keine Verdachtsmeldungen zum Asiatischen Eschenprachtkäfer ein.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unveröffentlichtem) Konzept Version 2 zur Gebietsüberwachung mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt.

Zusatzmonitoring:

Zusätzlich findet 2021 auf 6 WSL Flächen eine Eschenüberwachung (2x rund um die WSL, plus je eine Fläche in BE, JU, GL und OW) statt. Alle zusätzlichen Flächen werden mit einer grünen Trichterfalle und einer Sporenfalle bestückt.

Literatur

- EPPO, 2003: *Agrilus planipennis*. Webseite besucht am 11.11.2020: <https://gd.eppo.int/taxon/AGRLPL>
- EPPO, 2018: PRA for *Agrilus planipennis*. Webseite besucht am 11.11.2020 <https://pra.eppo.int/pradfae21-accb-4743-af2e-02f1fae8da77>
- Government of Canada, 2019: *Agrilus planipennis* Fact Sheet. Webseite besucht am 11.11.2020 <https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/insects/emerald-ash-borer/fact-sheet/eng/1337368130250/1337368224454>

1.2.3 Citrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*; CLB)

Zusammenfassung

Anoplophora chinensis wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 6

Inspizierte Bäume: 150

Pheromonfallen von August bis Oktober: 2

Verdachtsmeldungen an WSS: 0

Kurzbeschreibung

Der ostasiatische Citrusbockkäfer, *Anoplophora chinensis*, kann prinzipiell alle lebenden Laubhölzer in Europa befallen, inklusive Obstbäume, Zitrusbäume und Rosensträucher. Die Schäden durch diese Käferart beschränken sich zumeist auf den unteren Stamm- und Wurzelbereich gesunder Bäume. Dies kann zu einer Stamm- und Wurzelfäule und so zum Absterben des befallenen Baums führen. Sichtbare Zeichen sind kreisrunde Ausfluglöcher oder ausgeworfene grobe Späne. Allerdings sind diese Symptome beim CLB oft nur schwer zu erkennen, da die Käfer meist unterirdisch aus Wurzeln schlüpfen.

Der CLB wird hauptsächlich mit lebenden Ziergehölzen, wie grössere Bonsais z. B. Fächerahorn (*Acer palmatum*) aus Asien, verschleppt und wurde in Europa erstmals



Abb. 1.2.3.1: Adulter Citrusbockkäfer. Foto: Forestry Images, Nr. 1265100, Art Wagner.



Abb. 1.2.3.2: Der stark strukturierte Schulterbereich unterscheidet den CLB vom ALB. Foto: Forestry Images, Nr. 550 1664, Pest and Diseases Image Library.



Abb. 1.2.3.3: Typische CLB-Larve mit dem doppelten Zinnenmuster auf dem Nackenschild. Foto: Matteo Maspero



Abb. 1.2.3.4: Kreisrunde Ausfluglöcher des CLB im Wurzelbereich einer Platane. Foto: Matteo Maspero

1997 nachgewiesen. Mittlerweile gibt es in Europa zahlreiche z.T. grössere Befallsherde. In der Schweiz wurde bisher kein Freilandbefall gemeldet. Hier liegen nur Meldungen von Käfern an Zierpflanzenlieferungen aus dem Ausland vor.

Der CLB hat ein sehr breites Wirtsspektrum (u.a. Rosskastanie, Ahorn – insbes. Zierahorn, Rosen, Zitrusbäume, Platanen, Hasel) und seine Verbreitung bleibt oft lange Zeit unbemerkt, da sich der Grossteil seiner Entwicklung in den Wurzeln oder unteren Stammteilen abspielt. Da er etwas wärmeliebender ist, sind in der Schweiz eher die südlichen Kantone aber auch das Rheingebiet gefährdet.

Nachweis

Bei Bedarf, z. B. bei einer Verschlechterung der Befallssituation im EU-Gebiet, Baumschulkontrollen mit Spürhunden, Bockkäferfallen an Risikostandorten wie Transitachsen und LKW-Parkplätze, Baumschulumgebung usw., Transekte mit Kontrollen auf Symptome in der Umgebung von Baumschulen, Parks, und stadtnahen Wäldern.

Gebietsüberwachungs-Monitoring 2020 – Pilotphase

In der Pilotphase wurde das visuelle Monitoring in 5 Kantonen und auf der zusätzlichen WSL-Fläche durchgeführt. Zusätzlich kam an der WSL und auf dem Risikostandort im Tessin noch eine schwarze Pheromonfalle zum Einsatz. Zur Kontrolle von CLB und ALB wurde 2020 jeweils eine gemeinsame Fläche pro Standort ausgewählt.

Auf den Kantonsflächen und dem WSL Standort wurden jeweils 25 Bäume ausgewählt und zwischen Mitte Juni und September visuell auf Symptome wie grobe Späne, kreisrunde Ausflughlöcher und Rindenrisse kontrolliert. Insgesamt wurden 139 Ahorne, 3 Kirschen, 2 Linden, 4 Eschen, 1 Hagebuche und eine Weide überwacht.

Zwischen August und Oktober kamen an zwei Standorten (WSL und Risikostandort Tessin) noch je eine schwarze Trichterfalle zum Einsatz. Die regelmässigen Leerungen der Pheromon-Fallen erfolgten im Tessin alle 3 Wochen, an der WSL alle 4 Wochen. Ab 2021 werden die Trichterfallen im monatlichen Rhythmus geleert.



Abb. 1.2.3.5: Schwarze Trichterfalle, speziell zum Fang von Bockkäferarten. Foto: WSS

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 *Anoplophora chinensis* festgestellt werden.

Es zeigte sich aber an den Beifängen, dass Bockkäfer auf die Lockstoffe sehr gut reagieren. Weitere Beifänge waren u.a. Skorpionsfliegen, Wespen und Wanzen.

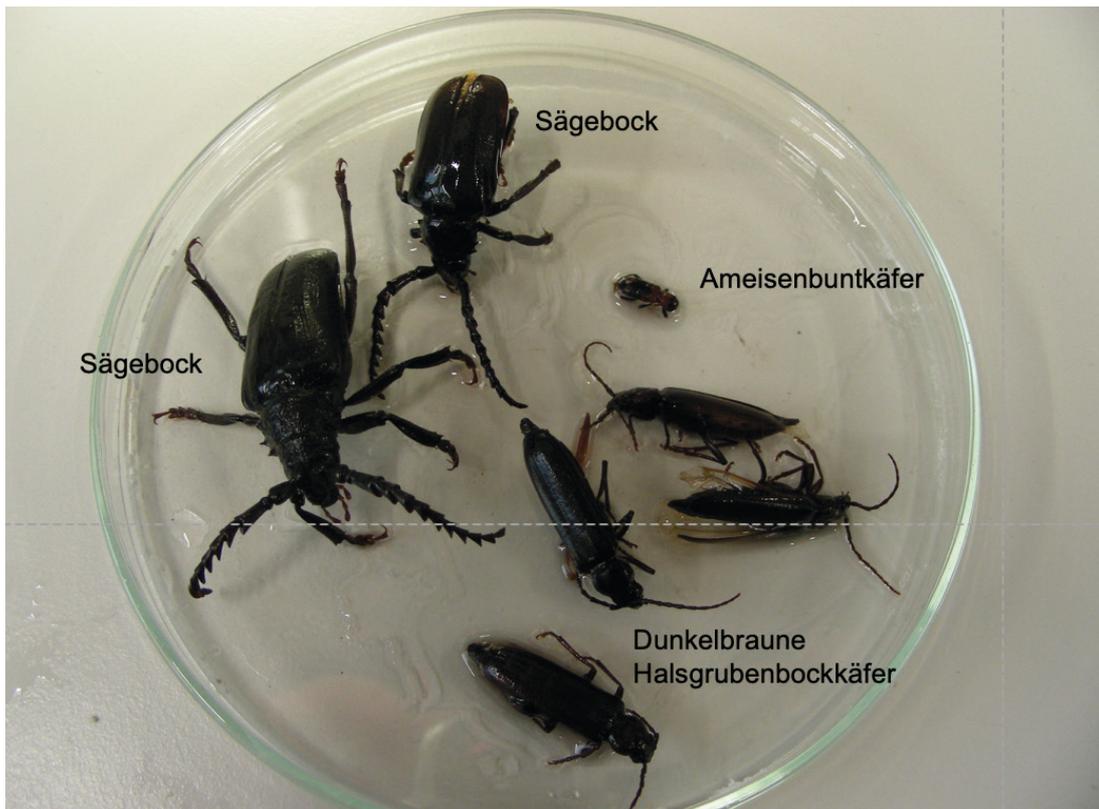


Abb. 1.2.3.6 Einheimische Bockkäferarten aus der schwarzen Trichterfalle auf dem WSL-Gelände.
Foto: Doris Hölling

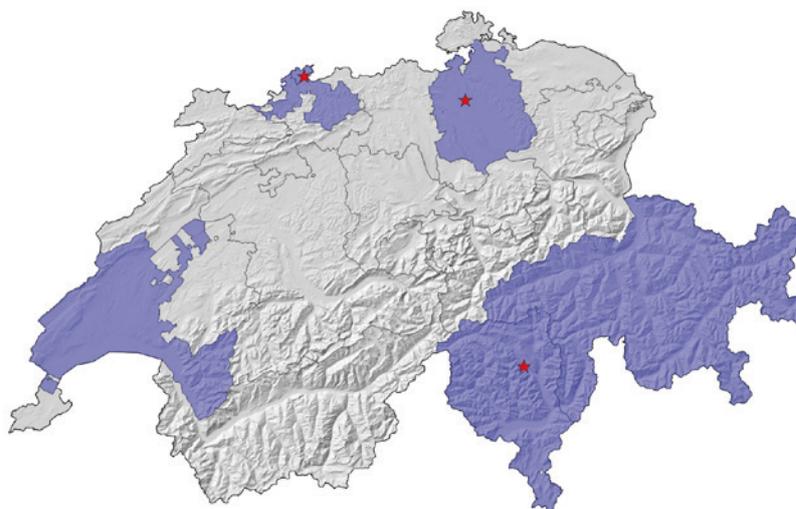


Abb. 1.2.3.7: Karte mit Risikostandorten 2020.

Verdachtsmeldungen an WSS

2020 gingen bei Waldschutz Schweiz keine Verdachtsmeldungen zum CLB ein.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unveröffentlichtem) Konzept Version 2 zur Gebietsüberwachung mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt.

Zusätzlich zum Monitoring 2020 wird 2021 auf jeder Fläche/Transekt noch eine Pheromonfalle (schwarze Trichterfalle) installiert.

Zudem wird auf jeden Risikostandort ebenfalls wieder eine Pheromonfalle (schwarze Trichterfalle) installiert und alle 4 Wochen geleert.

Literatur

EPO, 2003: *Anoplophora chinensis*. Webseite besucht am 17.11.2020:

<https://gd.eppo.int/taxon/ANOLCN>

EPO, 2021: *Anoplophora chinensis*/datasheet. Webseite besucht am 28.01.2021:

<https://gd.eppo.int/taxon/ANOLCN/datasheet>

1.2.4 Asiatischer Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*, ALB)

Zusammenfassung

Anoplophora glabripennis wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 6

Inspizierte Bäume: 150

Pheromonfallen von August bis Oktober: 2

Verdachtsmeldungen an WSS: 19

Kurzbeschreibung

Der Asiatische Laubholzbockkäfer ist einer der gefährlichsten Laubholzschädlinge weltweit mit einem breiten Wirtsspektrum. Die Schäden entstehen durch den Larvenfrass – zunächst im Bast am lebenden Baum – danach im Holz. Ab diesem Zeitpunkt können sie ihre Entwicklung auch in gefällten Bäumen oder sogar in gesägtem Holz beenden. Der Larvenfrass beschädigt die Leitgefäße des Rindenbastes und des Splintholzes und unterbricht so den Saftstrom. Ist dieser Unterbruch vollständig, stirbt der jeweilige Baumteil ab, was u.a. ein erhöhtes Sicherheitsrisiko durch abbrechende Äste darstellt. Starker Befall kann letztendlich zum Absterben des Baumes führen.

Zu den Wirtsbaumarten in Europa zählen alle lebenden Laubbaumarten und Sträucher in allen Altersklassen und Dimensionen ab ca. 2 cm Stamm- oder Astdurchmesser. Bevorzugte Wirtspflanzen sind: Ahorn (*Acer*), Rosskastanie (*Aesculus*), Birke (*Betula*), Weide (*Salix*), Pappel (*Populus*), Ulme (*Ulmus*).

Eingeschleppt wird diese Käferart hauptsächlich mit Verpackungsholz von Steinprodukten oder anderen Gütern aus Ostasien. Am Bestimmungsort der Waren kann es zu Freilandbefall kommen, wenn Käfer dort schlüpfen.

In Europa ist Freilandbefall durch ALB seit 2001 bekannt. Die vier Befallsherde in der Schweiz konnten inzwischen getilgt werden. In der Schweiz sind vor allem in tiefen Lagen die Entwicklungsbedingungen für den ALB günstig. Die Art kann aber auch in höher gelegenen Gebieten überleben, wie der Befall in Brünisried zeigt. Da die Tiere offenbar besonnte Stämme bevorzugen, dürfte das schattige Waldesinnere wahrscheinlich weniger geeignet sein für eine erfolgreiche Besiedlung. Städtische Bäume, lichte parkähnliche Wälder und Waldränder sind offenbar in Europa deutlich stärker gefährdet.

Nachweis

Kontrolle der anzumeldenden Importwaren, Spürhundekontrollen auf Steinlagerplätzen, Pheromonfallen an Risikostandorten wie Verwertungsanlagen von Paletten, Transitachsen, Häfen und Flughäfen, visuelle Kontrolle von Transekten auf Ausbohrlöcher auf besonnten Stammteilen oder in der unteren Krone (oft im Bereich von Astgabeln), Auswurf grober Späne, Rindenrisse am Stamm oder Eiablagestellen: Baumalleen, Pärke, v.a. in oder nahe Industriezonen und Gewerbegebieten, stadtnahe Wälder.

Gebietsüberwachungs-Monitoring 2020 – Pilotphase

In der Pilotphase wurde das visuelle Monitoring in 5 Kantonen und auf der zusätzlichen WSL-Fläche durchgeführt. Zusätzlich kamen 2020 auf der WSL-Fläche und auf dem Risikostandort im Tessin (s. Abb. 1.2.3.7) noch je eine Pheromonfalle (schwarze Trichter-



Abb. 1.2.4.1: Adulter ALB-Käfer mit weisser Fleckenzeichnung. Foto: Doris Hölling



Abb. 1.2.4.2: Typische ALB-Larve mit dem Zinennenmuster auf dem Nackenschlid. Foto: Doris Hölling



Abb. 1.2.4.3: Rindenriss gefüllt mit groben Spänen. Foto: Doris Hölling

falle) zum Einsatz. Zur Kontrolle von CLB und ALB wurde 2020 jeweils eine gemeinsame Fläche pro Standort ausgewählt.

Auf den Kantonsflächen und dem WSL Standort wurden jeweils 25 Bäume ausgewählt und zwischen Mitte Juni und September visuell auf Symptome wie grobe Späne, kreisrunde Ausfluglöcher, Rindenrisse kontrolliert. Insgesamt wurden 139 Ahorne, 3 Kirschen, 2 Linden, 4 Eschen, 1 Hagebuche und eine Weide überwacht.

Zwischen August und Oktober kamen an zwei Standorten (WSL und Risikostandort Tessin) noch je eine schwarze Trichterfalle zum Einsatz. Die regelmässigen Leerungen der Pheromon-Fallen erfolgten im Tessin alle 3 Wochen, an der WSL alle 4 Wochen. Die unterschiedlichen Leerungsintervalle dienten dazu, das Fallenhandling zu optimieren. Ab 2021 werden die Trichterfallen im monatlichen Rhythmus geleert.

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 ALB festgestellt werden.

Es zeigte sich an den gefangenen Käferarten, dass die schwarzen Trichterfallen sehr gut zum Fang von Bockkäfern geeignet sind.

Im Tessin konnte auf dem Risikostandort eine eingeschleppte Bockkäferart festgestellt werden: *Xylotrechus stebbingi*. Ursprünglich ist diese Art in Asien beheimatet und frisst dort an diversen Eichenarten. Nach Europa wurde sie vermutlich mit Holz eingeschleppt und zeigt sich hier polyphag mit einer Vorliebe für eine Grosszahl an Laubböhlzern (u. a. Maulbeere, Birke, Platane, Edelkastanie, Pappel, Erle, Robinie, Götterbaum). Die Entwicklung der Käfer dauert ein bis zwei Jahre. Die erste Meldung aus Europa stammte aus Italien von 1982. Anfang der 1980er Jahre wurde diese Art erstmals auch in der Schweiz gefunden. Weitere Länder in Europa mit Freilandbefall sind u. a. Frankreich, Griechenland, Spanien und Portugal. Die bisherigen Fundmeldungen (u. a. mdl. Beat Wermelinger) von *Xylotrechus stebbingi* im Tessin liegen alle weiter südlich. Es scheint, dass sich die Art dort nach Norden ausbreitet. Beim vorliegenden Fund könnte es sich aber auch um einen verschleppten Käfer entlang der Transitachse nach Norden handeln.

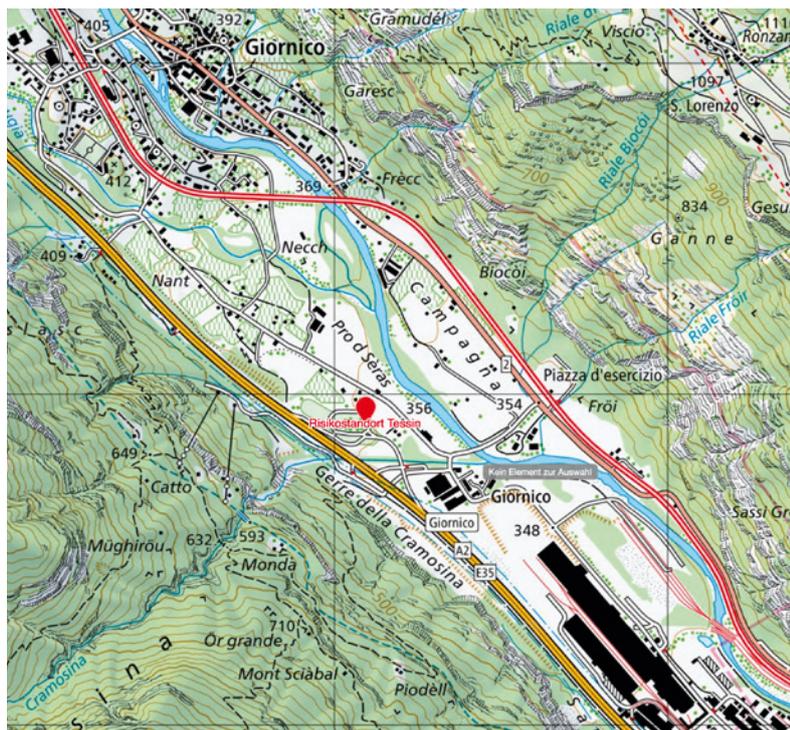


Abb. 1.2.4.4: Karte Risikostandort Tessin



Abb. 1.2.4.5: *Xylotrechus stebbingi* ist ein asiatischer Bockkäfer, der mit Holz nach Europa eingeschleppt worden ist und sich nunmehr hier ausbreitet. Foto: Doris Hölling

Verdachtsmeldungen an WSS

2020 gingen bei Waldschutz Schweiz 19 Verdachtsmeldungen zum ALB ein. Allerdings handelte es sich jeweils um Verwechslungen mit anderen Käferarten wie *Monochamus* sp., andere Bockkäferarten, Blausieb oder Weidenbohrer (zwei Schmetterlingsarten) und einmal die Amerikanische Kiefernwanze (*Leptoglossus occidentalis*).

Eine Verdachtsmeldung auf Freilandbefall aus dem Kanton Genf stellte sich zum Glück ebenfalls als Verwechslung heraus. Der vermeintliche Befall wurde mit Spürhunden abgeklärt und war negativ.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unveröffentlichtem) Konzept Version 2 zur Gebietsüberwachung mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt.

Zusätzlich zum Monitoring 2020 wird jetzt auf jeder Fläche/Transekt noch eine Pheromonfalle (schwarze Trichterfalle) installiert.

Zudem wird auf jeden Risikostandort und an der WSL ebenfalls wieder eine Pheromonfalle (schwarze Trichterfalle) installiert und alle 4 Wochen geleert.



Abb. 1.2.4.6: Die *Monochamus*-Arten sind mittlerweile die häufigsten Arten, die, aufgrund ihrer sehr ähnlichen Punktur, mit dem ALB verwechselt werden. Foto: WSS

Literatur

EPPO (2001). *Anoplophora glabripennis*. Webseite besucht am 17.11.2020:

<https://gd.eppo.int/taxon/ANOLGL>

CABI (2020). *Anoplophora glabripennis*. Webseite besucht am 17.12.2020:

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/5557>

1.2.5 Sibirischer Seidenspinner (*Dendrolimus sibiricus*)

Zusammenfassung

Dendrolimus sibiricus wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 6

Inspizierte Bäume: 150

Pheromonfallen von Mai bis August: 10

Verdachtsmeldungen an WSS: 0

Kurzbeschreibung

Der Sibirische Seidenspinner lebt an verschiedenen einheimischen und angepflanzten gebietsfremden Nadelhölzern, wie z. B. europäische Lärche (*Larix decidua*), Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), Fichte (*Picea abies*), Weisstanne (*Abies alba*), Nordmanntanne (*A. nordmanniana*) oder nordamerikanische Tanne (*A. grandis*). Föhrenarten sind dagegen offenbar schlechtere Wirte. Wie es bei der Arve (*P. cembra*) aussieht, ist nicht bekannt.

Die Schmetterlingsart ist im asiatischen Teil Russlands, im Norden Kasachstans, der Mongolei, Korea und China einheimisch. Ausserdem sind Funde westlich des Ural Gebirges aus dem europäischen Teil Russlands bekannt. Im EU-Gebiet und der Schweiz fehlt die Art noch, sie könnte sich jedoch weiter nach Westen ausbreiten.

Dendrolimus sibiricus stellt eine potenzielle Gefahr für den Schweizer Wald dar, da er ein breites Wirtsspektrum hat und im heimischen Gebiet grosse Schäden verursacht. Insbesondere Lärchen-Arven-Wälder in den Zentralalpen könnten ein gefährdetes Habitat sein, weil dort ein ähnliches Klima wie in den Ursprungsgebieten herrscht und die bevorzugten Wirtsbäume vorkommen.

Ein Befall kann durch die auffälligen Eigelege an Nadeln und Rinde sowie die anschliessende Entlaubung entdeckt werden. Bei Massenvermehrung kann es zum Kahlrass ganzer Bäume und Wälder kommen, was zum Absterben von Bäumen und Wäldern führen kann.

Dendrolimus sibiricus könnte als Ei, Raupe oder Puppe mit lebenden Bäumen oder berindetem Rundholz aus Osteuropa oder Asien eingeschleppt werden (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/18371>).

Nachweis

Aufstellen von Pheromonfallen (Deltafallen; z. B. an Transitachsen sowie im Bereich von Baumschulen), Absuchen nach Symptomen auf Transekten in der Umgebung von Baumschulen, in Parks, Baumalleen und in stadtnahen Wäldern.



Abb. 1.2.5.1: Sibirischer Seidenspinner – adulter Falter. Foto: Forestry Images, Nr. 5174044, Vladimir Petko.



Abb. 1.2.5.2: Eiablage an Föhrennadeln. Foto: Forestry Images, Nr. 5444738, Yuri Baranchikov.



Abb. 1.2.5.3: Larve des Sibirischen Seidenspinners auf einem Föhrenast. Foto: Forestry Images, Nr. 1335017, John Ghent.



Abb. 1.2.5.4: Die auffälligen Eigelege des Seidenspinners erfolgt an Nadeln oder Rinde der Wirtsbäume. Foto: Forestry Images, Nr. 5444737, Yuri Baranchikov.

Gebietsüberwachungs-Monitoring – Pilotphase 2020

Da die Pilotkantone 2020 nur auf zwei Flächen ein Monitoring durchgeführt haben, fand die Überwachung von *Dendrolimus sibiricus* 2020 ausnahmsweise an Föhre statt (s. Kap. 1.1). Jeder Kanton und der WSL-Standort wählten dazu 25 Bäume aus, bei denen eine visuelle Kontrolle auf *Dendrolimus*-Raupen und andere Symptome durchgeführt wurde. Es wurden dabei 25 *Pinus mugo*, 103 *Pinus sylvestris* und 22 *Pinus nigra* überwacht.

Zwischen April und September wurde jeweils eine weisse Deltafalle auf allen Standorten montiert. Die regelmässigen Leerungen der Pheromon-Fallen erfolgte alle acht Wochen. An der WSL wurden zudem auf zwei Standorten noch grüne Deltafallen im Vergleich getestet.

Das Fallen-Monitoring wurde 2020 in den fünf Kantonen durchgeführt und an zwei Standorten zusätzlich an der WSL. Zudem wurden die Deltafallen auch auf allen drei Risikostandorten platziert.

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 *Dendrolimus sibiricus* festgestellt werden. Es wurden weder typische Symptome bei den visuellen Kontrollen festgestellt, noch konnte die Art mittels Fallen gefangen werden.

Neben anderen heimischen Faltern wurden hauptsächlich diverse Fliegenarten gefangen.

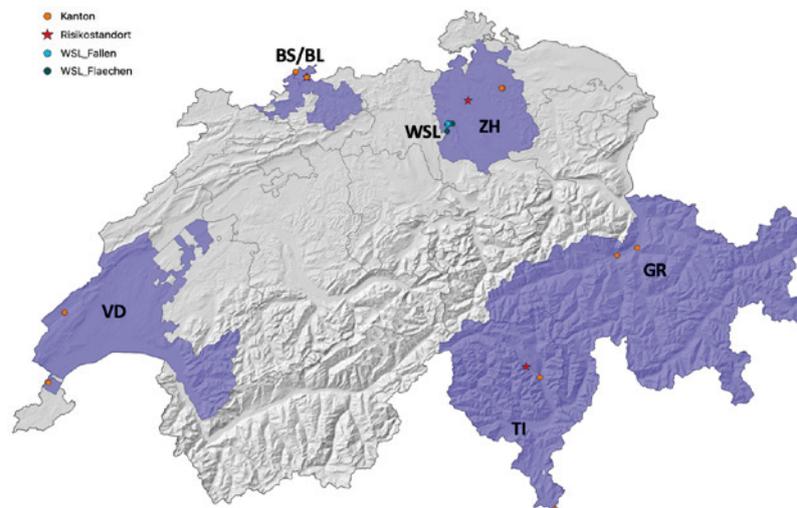


Abb. 1.2.5.5: Karte mit allen Fallenstandorten 2020.



Abb. 1.2.5.6: Fangbereite Delta-Falle auf dem WSL-Gelände. Foto: Doris Hölling



Abb. 1.2.5.7: Aussicht auf eine Leimplatte nach der Leerung. Foto: Doris Hölling

Auf den beiden WSL-Flächen wurden die beiden Farbvarianten weisse und grüne Deltafalle gegeneinander getestet. Bei den Fallen war bei den Fängen kein signifikanter Unterschied zwischen den Fallenfarben erkennbar. Da die grünen Deltafallen aber weniger in der Landschaft auffallen, kommt ab 2021 diese Farbvariante zum Einsatz.

Problem: In Fallen von zwei Kantonen ist bei Starkregen Wasser eingedrungen.
Lösung: Ab 2021 wird noch ein zusätzliches Loch an beiden Fallenseiten zum Abfliessen des Regenwassers angebracht.

Problem: Die Bestimmung der Falter war ziemlich kompliziert, da sich die Tiere auch nach dem Festkleben auf der Leimplatte noch stark bewegen und so die äusseren Merkmale oft nicht mehr zu erkennen waren. Um dennoch die Tiere bestimmen zu können, musste z.T. eine Genitalpräparation durchgeführt werden. Diese Methode ist sehr aufwändig und vom Ergebnis nicht unbedingt immer ganz eindeutig.

Lösung: Ab 2021 werden Fallen nach 4 Wochen gewechselt und die infrage kommenden Falter genetisch bestimmt. Dabei würde auch eine Unterscheidung zwischen *Dendrolimus sibiricus* und dem einheimischen *D. pini* einwandfrei herauskommen.

Verdachtsmeldungen an WSS

2020 gingen bei Waldschutz Schweiz keine Verdachtsmeldungen zum Sibirischen Seidenspinner ein.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unveröffentlichtem) Konzept Version 2 zur Gebietsüberwachung mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt. Allerdings dann jeweils auf Lärchenflächen bzw. auf den drei Risikostandorten. Und es werden neu jetzt grüne, seitlich gelochte Delta-Fallen eingesetzt, die im Gelände weniger auffällig sind.

Literatur

EPPO (2003). *Dendrolimus sibiricus*. Webseite besucht am 17.11.2020:
<https://gd.eppo.int/taxon/DENDSI>

EPPO (2003). *Dendrolimus sibiricus*. Webseite besucht am 17.11.2020:
<https://gd.eppo.int/taxon/DENDSI/hosts>

Jeger, M. *et al.* (2018). 'Pest categorisation of *Dendrolimus sibiricus*', EFSA Journal. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, 16(6), p. e05301. doi: 10.2903/j.efsa.2018.5301.

1.2.6 Kiefernholznermatode (*Bursaphelenchus xylophilus*)

Zusammenfassung

Bursaphelenchus xylophilus wurde 2020 in der Schweiz nicht entdeckt.

Gebietsüberwachung

Untersuchte Flächen: 6
 Inspizierte Bäume: 150
 Pheromonfallen von August bis Oktober: 2

Zusatzmonitoring

Beprobung von Waldbäumen
 Kantone: 10
 Standorte: 56
 Untersuchte Bäume: 113

Verdachtsmeldungen an WSS: 3 (ISPM 15 Import Kontrollen; alle negativ; s. Kap. 7.3)

Kurzbeschreibung

Die Kiefernwelke, verursacht durch den Kiefernholznermatoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) und verbreitet unter anderem durch Bockkäfer (*Monochamus* sp.), stellt eine ernsthafte Bedrohung für Föhrenwälder dar. Der Kiefernholznermatode ist damit einer der gefürchtetsten Schädlinge an Föhren.

In den wärmeren Gebieten der Schweiz wäre ein Ausbruch der Krankheit durch eingeschleppte Kiefernholz nematoden möglich. Die heimischen Föhren (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*) sind sehr empfindlich gegenüber dem aus Nordamerika stammenden Nematoden (Hirata *et al.* 2017). In den 1990er Jahren wurde er aus Asien nach Portugal eingeschleppt, und seit gut zehn Jahren tritt er vereinzelt in Spanien auf (Kim *et al.* 2020; EPPO 2020). Jährlich ausgeführte, präventive Monitorings in allen europäischen Ländern stellen die Grundlage für eine frühzeitige Bekämpfung dar.

Als Vektor in Europa dienen Bockkäfer der Gattung *Monochamus*, insbesondere *M. galloprovincialis*, wie man aus den Befallsgebieten in Portugal und Spanien weiss, möglicherweise aber auch die anderen Vertreter dieser Gattung.

Die Symptome, eine Nadelwelke, ähneln denen des Föhrenpeckkrebs und führen zum Absterben von Ästen bis schlussendlich der ganze Baum abstirbt.



Abb. 1.2.6.1: Holz nematode unter dem Mikroskop. Foto: Beat Frei.



Abb. 1.2.6.2: Holzverfärbungen nach einem Befall mit dem Kiefernholz nematoden. Foto: Forest Images, Nr. 1406276, USDA Forest Service.



Abb. 1.2.6.3: Durch den Kiefernholz nematoden geschädigte Kiefer in Portugal. Foto: Daniel Rigling.



Abb. 1.2.6.4: *Monochamus*-Arten gelten als Vektoren für den Kiefernholz nematoden. Foto: WSS.

Nachweis

Pheromonfallen (schwarze Trichterfallen) werden in den Transekten und an Risikostandorten aufgestellt, um gefangene Bockkäfer der Gattung *Monochamus* und die Fangflüssigkeit (Propylenglycol) anschliessend auf Nematoden zu untersuchen.

Aus Föhrenbeständen werden Holzproben von symptomatischen Föhren gesammelt und an der WSL auf Nematoden untersucht.

Gebietsüberwachungs-Monitoring 2020 – Pilotphase

Auf den Kantonsflächen und dem WSL Standort wurden jeweils 25 Bäume ausgewählt und visuell kontrolliert (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. mugo*)

Aufgrund der Corona-Pandemie und den daraus resultierenden Lieferschwierigkeiten konnte das Monitoring 2020 mit Pheromon-Fallen nur verspätet und reduziert in 2 Kantonen an jeweils einem Standort durchgeführt werden: an der WSL und beim Risikostandort im Tessin.

Zwischen August und Oktober erfolgten an den beiden Standorten regelmässige Leerungen (alle 3 Wochen Tessin, alle 4 Wochen WSL) der Pheromon-Fallen (schwarze Trichterfallen). Die unterschiedlichen Leerungsintervalle dienten dazu, das Fallenhandling zu optimieren. Ab 2021 werden die Trichterfallen im monatlichen Rhythmus geleert.

Ergebnisse 2020

An keinem der Standorte konnte 2020 der Kiefernholznermatode festgestellt werden.

Beim Monitoring des Kiefernholznermatoden bzw. des Vektors *Monochamus* sp. 2020 mittels schwarzen Trichterfallen im Rahmen der Gebietsüberwachung waren alle Standorte negativ. In keiner der Fallen wurde ein Käfer der Gattung *Monochamus* gefunden. Daher konnte auch weder direkt über die Käfer noch indirekt über die Fangflüssigkeit eine Untersuchung auf die Nematoden erfolgen.

Ebenso gab es bei den visuellen Kontrollen durch die Pilotkantone und am WSL-Standort keine Anzeichen des Vorkommens dieses Quarantäneschädling.

Zusatzmonitoring: Beprobung geschwächte Föhren im Wald

Standorte und Probenumfang für das Waldmonitoring

Jährlich ausgeführte, präventive Monitorings in allen europäischen Ländern stellen die Grundlage für eine frühzeitige Bekämpfung dar.

Für das diesjährige Monitoring in der Schweiz wurden potentielle Wirtsbäume, d. h. frisch absterbende oder frisch abgestorbene Föhren, mit Hilfe der kantonalen Waldschutzbeauftragten lokalisiert und mittels folgender Kriterien priorisiert:

- Standort mit erhöhtem Risiko mit erhöhter Wahrscheinlichkeit einer Einschleppung (z. B. Rindenlager, stadtnahe Wälder etc.)
- Gebiet mit günstigen Bedingungen für die Etablierung und Ausbreitung von *B. xylophilus*
- Gebiet ohne vorgängige Beprobung

Gebiete mit günstigen Bedingungen für die Etablierung und Ausbreitung von *B. xylophilus* wurden mittels einer Modellierung (K. Liechti WSL; basierend auf Hirata *et al.* 2017) ermittelt (Abb. 1.2.6.6).

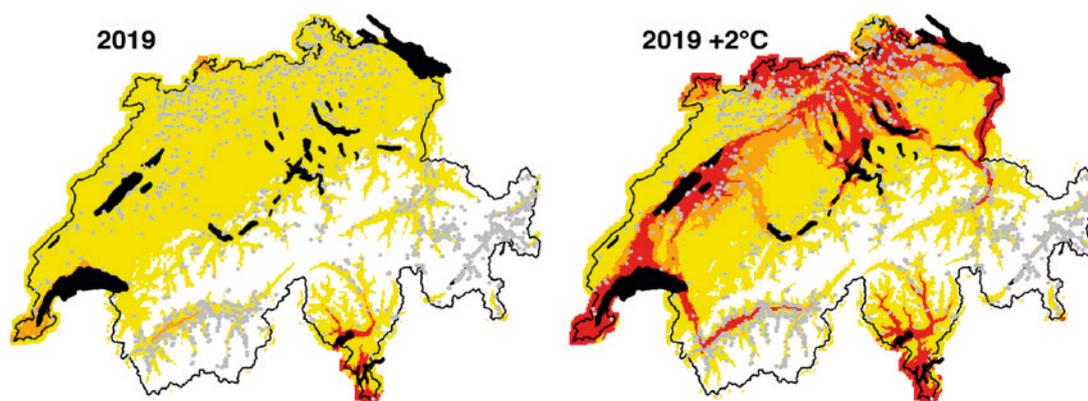


Abb. 1.2.6.6: Risikogebiete: Farbiger dargestellt ist die Summe der monatlichen Durchschnittstemperaturen über 15°C. Föhrenbestände in Regionen mit Werten über 20 sind anfällig für *B. xylophilus*. Rot: Werte > 22; Orange: Werte zwischen 19 bis 22; Gelb: Werte < 19; Grau: Föhrenbestände. Temperaturdaten: MeteoSchweiz, Föhrendaten: LFI, WSL, Modellierung: K. Liechti, WSL.

Für das diesjährige Monitoring wurden insgesamt 113 Föhren von 56 Waldstandorten aus 10 Kantonen auf einen Befall der Kiefernholznermatode überprüft (Abb. 1.2.6.7, Tab. 1.2.6.1).

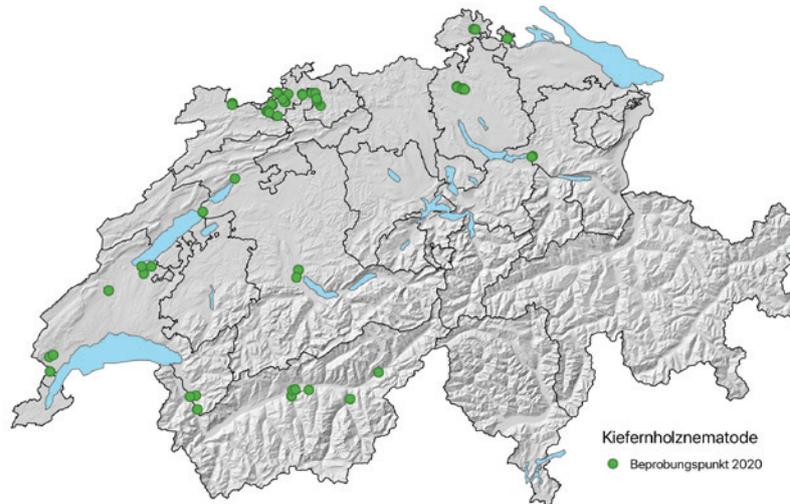


Abb. 1.2.6.7: Beprobungsstandorte des *B. xylophilus* Waldmonitorings 2020.

Tab. 1.2.6.1: Beprobungsstandorte des *B. xylophilus* Waldmonitorings 2020 dargestellt nach Kantonen.

Kanton	Standort	Föhrensterben	Anzahl beprobter Bäume	Zustand beprobter Bäume			
				absterbend	frisch abgestorben	abgestorben	Baumstumpf
BE	1 Biel	vereinzelt	2			2	
	2 Gampelen	vereinzelt	3			3	
	3 Uetendorf	vereinzelt	3			3	
	4 Thun	vereinzelt	2			2	
BL	5 Zwingen	gruppenweise	1		1		
	6 Zwingen	gruppenweise	1		1		
	7 Blauen	gruppenweise	1				1
	8 Liesberg	gruppenweise	3	2	1		
	9 Liesberg	gruppenweise	1	1			
	10 Ziefen	vereinzelt	1		1		
	11 Ziefen	gruppenweise	1		1		
	12 Lupsingen	gruppenweise	1		1		
13 Seltisberg	gruppenweise	1		1			
GE	14 Céligny	gruppenweise	4	4			
JU	15 La Baroche	gruppenweise	4	3			1
	16 La Baroche	gruppenweise	6	1			5
SH	17 Hemishofen	gruppenweise	4	0	2		2
	18 Schaffhausen	gruppenweise	3				3
	19 Stetten	gruppenweise	2				2
	20 Stetten	gruppenweise	1				1
SO	21 Nuglar	vereinzelt	1	1			
	22 Nuglar	vereinzelt	1	1			

Kanton	Standort	Föhrensterben	Anzahl beprobter Bäume	Zustand beprobter Bäume				
				ab- sterbend	frisch abgestor- ben	ab- gestor- ben	Baum- stumpf	
	23	Dornach	vereinzelt	2	2			
	24	Dornach	vereinzelt	1	1			
	25	Ettingen	vereinzelt	2	1		1	
	26	Metzerlen- Mariastein	gruppenweise	2	1	1		
	27	Metzerlen- Mariastein	vereinzelt	1	1			
	28	Kleinfühl	gruppenweise	3		3		
	29	Kleinfühl	vereinzelt	1		1		
	30	Bärschwil	vereinzelt	1	1			
SZ	31	Tuggen	gruppenweise	6		6		
	32	Tuggen	gruppenweise	2		2		
	33	Tuggen	vereinzelt	1		1		
VD	34	Cronay	vereinzelt	1				
	35	Rovray	gruppenweise	4		1	3	
	36	Villars-Epeney	vereinzelt	1		1		
	37	Arnex-sur-Orbe	gruppenweise	2	1	1		
	38	Arnex-sur-Orbe	gruppenweise	2	1	1		
	39	Lavey-Morcles	gruppenweise	2		2		
	40	Bex	gruppenweise	1		1		
	41	Bex	gruppenweise	2		2		
	42	Gingins	gruppenweise	2	1	1		
	43	Trélex	gruppenweise	2	2			
VS	44	Anniviers	gruppenweise	3	1	1	1	
	45	Siders	vereinzelt	2		1	1	
	46	Pfyn	vereinzelt	2		1	1	
	47	Agarn	vereinzelt	2	1		1	
	48	Visperterminen	gruppenweise	3		1	2	
	49	Mörel-Filet	gruppenweise	1	1			
	50	Mörel-Filet	gruppenweise	2		2		
ZH	51	Bachenbülach	gruppenweise	3		2	1	
	52	Bachenbülach	vereinzelt	1		1		
	53	Bachenbülach	vereinzelt	1		1		
	54	Winkel	gruppenweise	2		2		
	55	Winkel	gruppenweise	2		1	1	
	56	Winkel	vereinzelt	1		1		
					28	31	50	3

Methode zur Beprobung von Waldbäumen

Bei ausgewählten Bäumen wurde in spiralförmiger Anordnung die Borke abgeschlagen (Abb. 1.2.6.8.1 bis 1.2.6.8.3). Holzpellets wurden mittels Bohrungen von 16 mm Durchmesser gesammelt. Arbeitswerkzeuge wurden vor und nach jedem Baum mit 70% Ethanol desinfiziert.



Abb. 1.2.6.8.1 bis 3: Links: Waldföhre mit spiralförmig abgeschlagener Borke. Mitte: Entnahme von Holzpellets. Rechts: Zwei Proben.

Resultate der Holzproben aus dem Waldmonitoring

In keiner Holzprobe wurde *B. xylophilus* nachgewiesen (Abb. 1.2.6.9). In 56 Bäumen waren andere Nematoden vorhanden, in 27 davon war die Besiedelung durch Nematoden gross. Über die Hälfte der Proben waren nicht von Nematoden besiedelt. Bei Bäumen, die noch nicht vollständig abgestorben waren, war die überwiegende Mehrheit der Proben frei von Nematoden (21 von 28 Bäumen). Auch bei frisch abgestorbenen Bäumen (Angabe des Forstpersonals) war beinahe die Hälfte frei von Nematoden (14 von 31 Bäume). Nur in etwas mehr als einem Viertel wurden viele Nematoden gefunden (7 von 31 Bäumen).

Der durchschnittliche BHD der beprobten Bäume betrug 56 cm. Mit Abstand am häufigsten beprobt wurde die Waldföhre (*Pinus sylvestris*; 97%). Daneben wurden zwei Schwarzföhren (*P. nigra*) und eine Strobe (*P. strobus*) ins Monitoring aufgenommen.

Seit 2010 wurden insgesamt 1112 absterbende oder abgestorbene Bäume (meistens stehende Waldföhren) auf *B. xylophilus* untersucht (Abb. 1.2.6.9). Diese befanden sich bisher in Föhrenbeständen im Wallis, Graubünden und am Jura Südfuss (AG, BL, NE, SO) und in der Umgebung von Standorten mit erhöhtem Risiko (Flughafen Zürich ZH; Rindenlager Frauenfeld TG, Aarberg BE, und Chevroux FR; bis 2015 Sägewerk Domat-Ems GR). Für 2020 standen neben klassischen Risikogebieten wie dem Flughafen Zürich für einmal Gebiete im Fokus, welche bisher nicht untersucht wurden.

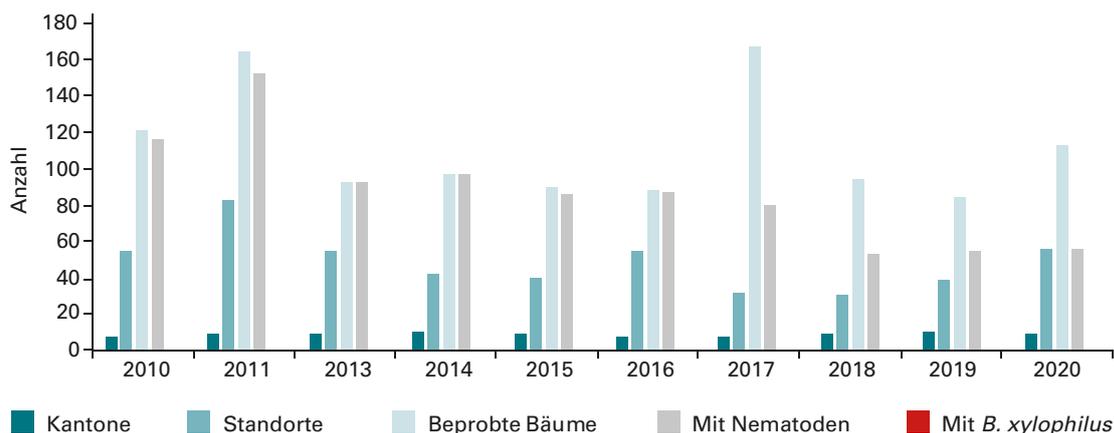


Abb. 1.2.6.9: Monitoring von *B. xylophilus* in der Schweiz in den letzten zehn Jahren. Im Jahr 2012 wurden keine Aufnahmen durchgeführt, sondern die Daten von 2010 und 2011 ausgewertet.

Verdachtsmeldungen an WSS

Im Jahr 2020 gab es drei Einsendungen zum Kiefernholznematoden von ISPM 15-Verpackungshölzern aus Importkontrollen, welche alle negativ waren.

Ausblick

Das Gebietsüberwachungs-Monitoring 2021 wird gemäss internem (unverfentlichtem) Konzept als Version 2 mit WSL, BAFU und Kantonen im gleichen Umfang wie 2020 durchgeführt.

Zusatzmonitoring:

Zusätzlich zur Gebietsüberwachung in den Pilotkantonen, wird 2021 erneut ein Waldmonitoring durchgeführt, um frisch abgestorbene oder absterbende Föhren, v. a. in Gebieten mit erhöhtem Risiko, zu kontrollieren.

Literatur

- BAFU (Hrsg.) 2020: Vollzugshilfe Waldschutz Richtlinien zum Umgang mit Schadorganismen des Waldes. 1. Aktualisierung 2020. Erstausgabe 2018. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug 1801.
- EPPO, 2020: *Bursaphelenchus xylophilus* (BURSXY). Webseite besucht am 5.11.2020: <https://gd.eppo.int/taxon/BURSXY/distribution/ES>
- Hirata, A.; Nakamura, K.; Nakao, K.; Kominami, Y.; Tanaka, N.; Ohashi, H.; Takano, K.T.; Takeuchi, W.; Matsui, T., 2017: Potential distribution of pine wilt disease under future climate change scenarios. PLoS ONE 12, 8: e0182837 -e0182837.
- Kim, B.N.; Kim, J.H.; Ahn, J.Y.; Kim, S.; Cho, B.K.; Kim, Y.H.; Min, J., 2020: A short review of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Toxicology and Environmental Health Sciences. <https://doi.org/10.1007/s13530-020-00068-0>

1.3 Gebietsüberwachung: Modellierungen und Planung

Benno Augustinus, Valentin Queloz und Eckehard Brockerhoff

1.3.1 Modell-Ansatz

Um die Gebietsüberwachung so effektiv und effizient wie möglich durchzuführen, gilt es mehrere Faktoren in der Wahl der Überwachungs-Orte und der Überwachungs-Dichte zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein eingeschleppter Schädling mit einer Falle gefunden wird, hängt ab vom Einführungsrate, der Wahrscheinlichkeit, dass sich

ein Organismus ansiedelt, und wie schnell sich der Organismus nach dem Ansiedeln aktiv verbreitet. Diese Faktoren werden jeweils von mehreren Faktoren beeinflusst. Um die Gebietsüberwachung zu optimieren werden wir ein probabilistisches Modell benutzen.

Dieses Modell ist eine Weiterentwicklung eines bio-ökonomischen Modells, das Rebecca Epanchin-Niell (Professorin an der Universität von Maryland und Kollegen entwickelt haben (Epanchin-Niell *et al.* 2014). Professor Epanchin Niell hat dieses Modell unter dem Namen CESAT (Cost-efficient Surveillance Allocation Tool) für die US-Behörde USDA-APHIS (United States Department of Agriculture – Animal and Plant Health Inspection Service) angepasst, und sie wird uns bei der weiteren Entwicklung unserer Anwendung unterstützen.

Das Modell wird unseren Bedürfnissen, Schweizer Verhältnissen und für die zu überwachenden Quarantäneorganismen angepasst. Das ursprüngliche CESAT Modell optimiert auf den kleinstmöglichen potentiellen ökonomischen Schaden. Wir werden aber auf die Überwachungskosten sowie auf die Kosten von Tilgungsversuchen pro infizierte Fläche optimieren. Dies beinhaltet auch einen extra hohen Kostenaufwand, wenn die Fläche zu gross wird, um einen Schädling erfolgreich zu tilgen. Dadurch wird sichergestellt, dass sich der Suchaufwand auf Orte konzentriert, an denen die Wahrscheinlichkeit am höchsten ist, dass sich der Schadorganismus dort ansiedelt. Die Optimierung auf ökonomischer Basis ist sinnvoll, damit das Modell bei begrenztem Budget eine bestmögliche Anzahl und Verteilung von Fallen und Überwachungs-Orten empfehlen kann, um die Einschleppung dieser Organismen effektiv im Auge zu behalten.

Zunächst wird das Modell für eine Art angepasst, in diesem Fall *Anoplophora glabripennis*, dem asiatischem Laubholzbockkäfer (ALB). Danach wird das Modell auf die anderen prioritären Quarantäneorganismen erweitert werden.

1.3.2 Einführungsrate

Die Einführungsrate der ankommenden Schädlinge setzt sich aus Handelsvolumen und Bevölkerungsdichte des Zielgebietes zusammen. Das Handelsvolumen von relevanten Waren aus Ländern mit Befall des respektiven Schädlings wird basierend auf Daten des Schweizer Zolls berücksichtigt. So wird z. B. der ALB vorwiegend in Holzverpackungen von Importen gefunden, vor allem aus den Ländern, in denen der ALB heimisch ist oder grössere ALB-Ausbrüche bekannt sind (China, Japan, Kanada, Russland, Südkorea, Taiwan, USA, Vietnam). Für diese Zwecke werden bevorzugt Importe mit grösseren Mengen von meldepflichtigen Holzverpackung mit ISPM-15 Zertifikat berücksichtigt.

Tab. 1.3.1: Zollkapitelnummern der für ALB selektierten Waren.

Warentyp	Zollkapitelnummer
Steinprodukte	68
Steine	25
Keramische Waren	69
Gewalztes Eisen und Stahl	72
Glas und Glaswaren	70
Eisen- oder Stahlwaren	73
Kupfer	74
Aluminium	76

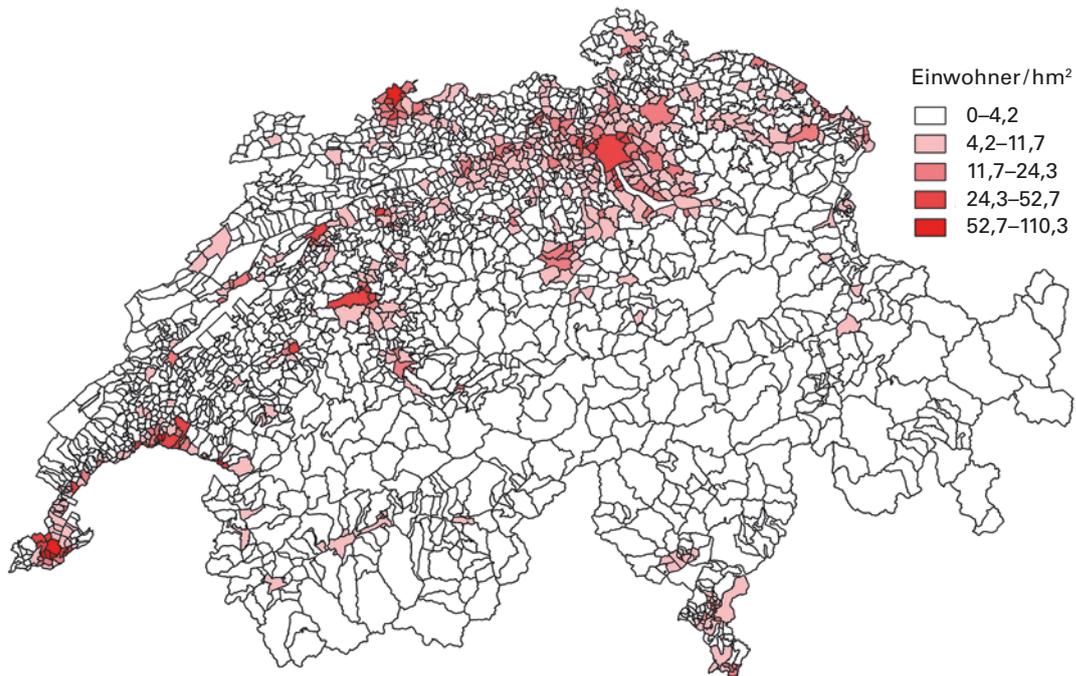


Abb.1.3.1: Bevölkerungsdichte der Schweiz im Zensus 2019. Je dunkler die Farbe, desto mehr Einwohner pro Oberfläche.

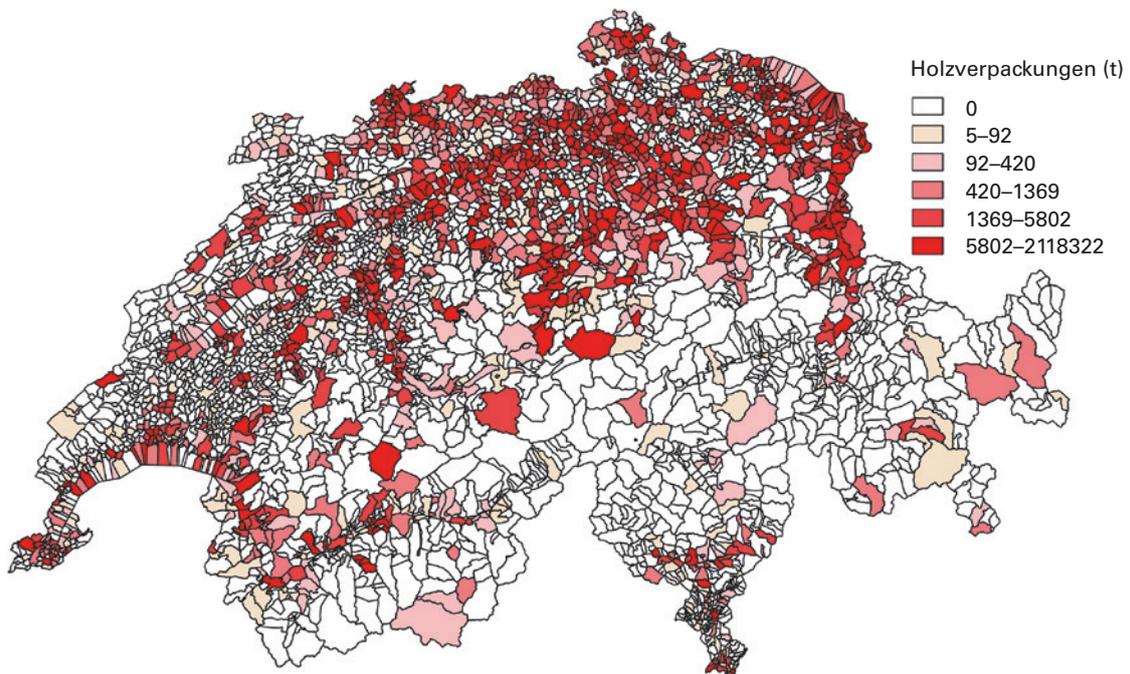


Abb.1.3.2: Importe von ausgewählten Holzverpackungen (Selektionskriterien wie eher beschrieben) in t von 2010–2020.

Bevölkerungsdichte hat sich neben dem Handelsvolumen von spezifischen Waren als gute Erklärung für Funde von neuen Schädlingen bewiesen (Paap *et al.* 2017; Branco *et al.* 2019). Dichter besiedelte Gebiete erhalten oft mehr Importe. Deshalb werden Daten des Bundesamts für Statistik zur Bevölkerungsdichte in der Schweiz berücksichtigt. Allerdings werden nicht alle Warenflüsse gleichmässig über die Bevölkerung verteilt. So sind zum Beispiel die Gemeinden, die die grössten Importmengen von Holzverpackungen empfangen, nicht unbedingt diejenigen mit der grössten Bevölkerungsdichte (Abb. 1.3.1 und 1.3.2). In den 10 Gemeinden mit dem grössten Aufkommen von importierten Holzverpackungen befinden sich Lager von Steinimporteuren. Von den Importeuren mit den grössten Mengen an anfallenden Verpackungsholz sind neun Steinimporteure. Um im Modell abzuwägen, ob die Warenimporte oder die Bevölkerungsdichte den grössten Einfluss haben oder gemeinsam berücksichtigt werden sollten, wird die Menge von ALB Funden in den angrenzenden Ländern mit der Bevölkerungsdichte und den Importen von ISPM-15 pflichtigen Waren verglichen (Tab. 1.3.2), basierend auf Daten von Eurostat. Die höchsten und niedrigsten Werte werden für eine Elastizitätsanalyse im Modell benutzt.

Tabelle 1.3.2: ALB Ausbrüche von 2000–2019 in Schweizer Nachbarländern, die (heutige) Zahl der Einwohner dieser Länder in Millionen «Einwohner (Mio)», Anzahl von ALB Ausbrüchen pro Millionen Einwohner pro Jahr, Bruttogewicht von Waren mit den Zolltarifnummern in Tabelle 1.3.1, die von 2000–2020 aus China, Japan, Kanada, Russland, Südkorea, Taiwan, USA und Vietnam aus diesen Ländern importiert wurden in Millionen Tonnen, und die daraus berechnete Rate von Importen pro Millionen Tonnen insgesamt.

Nachbarland	ALB Ausbrüche	Einwohner (Mio)	ALB Ausbrüche per Mio Einwohner per Jahr	Importe in Mio t	ALB Ausbrüche pro Mio t Importe
Deutschland	11	82	0,0067	3486	0,0032
Frankreich	5	67	0,0037	2609	0,0019
Italien	10	60	0,0083	3231	0,0031
Österreich	3	9	0,0167	354	0,0085

1.3.3 Wahrscheinlichkeit der Ansiedlung

Nach der Einschleppung setzt sich die Wahrscheinlichkeit der Ansiedlung prioritärer Quarantäneorganismen im Modell aus der bioklimatischen Eignung und dem Vorhandensein von geeigneten Bäumen im urbanen und im ländlichen Bereich zusammen. Das Ingenieurbüro ABENIS hat hierzu mehrere Projektionen von Modellen für bioklimatische Eignung durchgeführt und an uns weitergeleitet. Die meisten dieser Projektionen basieren auf CLIMEX Modellen.

Neben klimatischer Eignung müssen für die erfolgreiche Etablierung eines Schädlings auch geeignete Wirtsbäume vorhanden sein. Hierzu wurden für eine vorherige Risikoanalyse durch ABENIS die Daten des Schweizerischen Landesforstinventars (LFI, ein Projekt der WSL) konsultiert, um Schätzungen der prozentualen Baumartenanteile in der Kronenschicht von Waldgebieten in jeder Gemeinde im Modell zu berücksichtigen. Wir können diese Daten somit benutzen, um Schwellenwerte für das Vorhandensein von Wirtsarten festzulegen, und um Schätzungen für die ökologische Eignung weiter zu verfeinern. Eine Studie zu Erstfunden von Waldschädlingen in Europa (Branco *et al.* 2019) zeigte, dass etwa 90 Prozent solcher Funde in Städten und Vororten vorkamen. Wie zuvor beschrieben, kommen hier einerseits mehr Waren an, als in ländlichen Gebieten; andererseits ist dort auch das Vorkommen verschiedener Wirtsbäume grösser, oft auch von Exoten aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Schädlinge. Um Informationen über das Vorkommen und die Häufigkeit der verschiedenen Baumarten im städtischen Bereich in das Modell einfließen zu lassen, wurden Baumkataster vieler Städte in der

Schweiz angefragt. Bisher haben wir Datensätze von 31 Städten erhalten. Die Ergebnisse dieser Analyse werden mithilfe des «Tree Cover Density 2018 layers» des Copernicus Projekts (Copernicus.eu) über die Schweiz projiziert werden.

1.3.4 Natürliche Verbreitung

Die Geschwindigkeit der natürlichen Verbreitung unterscheidet sich von Art zu Art. Informationen hierzu werden von Studien bezogen werden, die Daten von vorherigen Ausbrüchen des jeweiligen Schädling erhaben haben und von Studien über die natürliche Ausbreitung dieser Arten. Je weiter sich die Schädlinge verbreiten, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie entdeckt werden, aber gleichzeitig nehmen die durchschnittlichen Kosten einer Tilgung zu und die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Tilgung wird geringer.

Literatur

- Branco, M. *et al.*, 2019: «Urban trees facilitate the establishment of non-native forest insects», *NeoBiota* 52: 25–46. doi: 10.3897/neobiota.52.36358
- Epanchin-Niell, R.S. *et al.*, 2014: «Designing cost-efficient surveillance for early detection and control of multiple biological invaders», *Ecological Applications* 24, 6: 1258–1274.
- Paap, T. *et al.*, 2017: «Urban trees: bridge-heads for forest pest invasions and sentinels for early detection.» *Biological Invasions* 19, 12: 3515–3526. doi: 10.1007/s10530-017-1595-x

2 Weitere zu überwachende Quarantäneorganismen

Neben den prioritären Quarantäneorganismen müssen zwei weitere Quarantäneorganismen gemäss VpM-BAFU in der Schweiz überwacht werden. Das sind *Fusarium circinatum*, der den Pechkrebs bei Föhren und der Douglasie verursacht und *Phytophthora ramorum*, der verschiedenste Waldbäume befallen kann. Um das Auftreten dieser Schadorganismen zu überwachen, werden Erhebungen in Jungpflanzenbetrieben, in öffentlichen und privaten Grünflächen und im Wald durchgeführt.

2.1 Pechkrebs der Föhre (*Fusarium circinatum*)

Carolina Cornejo und Vivianne Dubach

Zusammenfassung

Da *Fusarium circinatum* hauptsächlich durch infizierte Samen verbreitet wird, testete die WSL im 2020 das Saatgut der zwei anfälligen Baumarten *Pinus sylvestris* (Schweizer Provenienzen) sowie *Pseudotsuga menziesii* (USA) mittels quantitativer PCR (qPCR) und erhielt in allen Fällen ein negatives Resultat.

Bei Erhebungen in Föhrenbeständen in der Schweiz wurden keine Symptome von Pechkrebs beobachtet. Bei der Bearbeitung von Verdachtsfällen durch WSS konnte ein Befall von *F. circinatum* mittels qPCR ausgeschlossen werden.

Die Schweiz kann somit weiterhin als frei von *F. circinatum* deklariert werden.

2.1.1 Hintergrund

Der ursächliche Erreger des Pechkrebses ist der Pilz *F. circinatum*. Das ist ein hoch virulenter Pilz, der hauptsächlich Föhren-Arten sowie *Pseudotsuga menziesii* (Douglasie) befällt. Er verursacht einerseits Symptome einer Umfallkrankheit an jungen Sämlingen in Jungpflanzenbetrieben als auch Stamm- und Astinfektionen bei älteren Bäumen. Obwohl viele europäische Föhren anfällig gegenüber *F. circinatum* sind, zeigen sich die stärksten Schäden an der weit verbreiteten, nordamerikanischen Monterey-Föhre (*Pinus radiata*) in Pflanzungen auf der Iberischen Halbinsel (Nord-Spanien).

Über grössere Distanzen wird der Erreger durch infiziertes Saat- oder Pflanzgut und Erdmaterial verschleppt. In Spanien wurde der Pilz mit höchster Wahrscheinlichkeit über infizierte Samen eingeschleppt und diese Art der Verbreitung ist sicherlich auch für vereinzelte Ausbrüche in Portugal, Italien und Frankreich verantwortlich. Zwar konnte bisher die weitere Ausbreitung von *F. circinatum* durch intensive Massnahmen eingedämmt werden, der enorm gestiegene internationale Handel lebender Pflanzen und Pflanzenprodukte bleibt jedoch das grösste Risiko, den Pilz in noch krankheitsfreie Gebiete Europas zu verschleppen. In der Schweiz wurde der Pechkrebs bisher noch nie festgestellt und in Italien und Frankreich konnten die Ausbrüche getilgt werden.

2.1.2 Saatgut-Diagnostik

Kontaminiertes Saatgut ist symptomlos. Aus diesem Grund muss das Vorkommen von *F. circinatum* zwingend über mikrobiologische oder molekulare Nachweis-Methoden getestet werden. Im 2020 wurde das Saatgut aus dem Samenlager der WSL mittels qPCR auf das Vorkommen von *F. circinatum* untersucht. In Anlehnung an den EPPO Standard PM 7/91(1) wurden je 200 Samen von zwei Schweizer und einer US-amerikanischen Provenienz beprobt (Tab. 2.1.2.1). Von jeder Samen-Lieferung wurde jeweils ein gleicher Teil in drei getrennten qPCR-Läufen (Triplikate) mit negativem Befund in allen Proben analysiert.

Tab. 2.1.2.1: Saatgut aus dem Samenlager der WSL, das 2020 mittels qPCR untersucht wurde. Die qPCR-Methode ergab einen Negativ-Befund in allen Fällen.

Land	Baumart	Provenienz	Anzahl Samen	Befund qPCR
Schweiz	<i>P. sylvestris</i>	Leuk	200	negativ
	<i>P. sylvestris</i>	Meienfeld	200	negativ
USA	<i>Ps. menziesii</i>	Washington State	200	negativ

2.1.3 Monitoring im Wald sowie in Jungpflanzenbetrieben

In vier Fällen wurde einem Verdacht auf *F. circinatum* nachgegangen. Zwei Fälle stammten aus dem regulären Meldewesen von Waldschutz Schweiz und zwei ergaben sich aus Pflanzenpasskontrollen in Jungpflanzenbetrieben. Alle vier erwiesen sich als negativ. Ein starker Harzfluss an einer Balkanföhre (*Pinus peuce*) stellte sich als heftiger Befall des Föhrentriebsterbens (*Diplodia sapina*) heraus. Ein weiterer an Waldföhre (*P. sylvestris*) entstand durch Käferbefall mit dem Blauen Föhrenprachtkäfer (*Phaenops cyanea*), dem Grossen Waldgärtner (*Tomicus piniperda*) und dem Langhalsigen Föhrenborkenkäfer (*Orthotomicus longicollis*).

Erhebungen in Föhrenbeständen, welche im Rahmen des Monitorings zum Kiefernholz-nematoden (s. Kap. 1.2.6) durchgeführt wurden, ergaben keinen Verdacht auf einen Befall von *F. circinatum*. Visuell begutachtet wurden in diesem Zusammenhang 113 Föhren auf 57 Standorten in 10 Kantonen (BE, BL, GE, JU, SH, SO, SZ, VD, VS, ZH).

2.1.4 Öffentlichkeitsarbeit

Die WSL beteiligte sich zusammen mit 51 anderen Forschungsinstituten aus Europa und Übersee im Rahmen der COST Action FP1406 Pinestrength an der Publikation «Global geographic distribution and host range of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker». Diese Publikation stellt zurzeit die umfassendste Auswertung wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie Beobachtungen aus der Praxis betreffend Verbreitung, Verbreitungswege, Populationsdynamik, Einfluss von Klima, Symptome und potentieller Wirtspflanzen dar. Der Pilz wurde weltweit in 14 Länder (davon vier europäisch) detektiert und in weiteren 28 Länder (inkl. der Schweiz) noch nie gefunden. Interessant ist, dass Experimente und Feldbeobachtungen zeigen, dass 6 Nicht-*Pinus*-Arten und 15 Gras- resp. Kräuter-Arten als mögliche Wirtspflanzen festgestellt worden sind – welche allerdings eher als asymptomatisches Reservoir fungieren, da diese Pflanzen keine Symptome entwickeln. Diese Resultate sind in der wissenschaftlichen Zeitschrift *Forests* im 2020 erschienen (Drenkhan *et al.* 2020).

Ein Nebenprodukt der Publikation von Drenkhan *et al.* (2020) ist das «Phytopathological Portal» – eine interaktive Weltkarte mit Schwerpunkt in Europa, die Erhebungen des Pechkrebs, der Rotband- und der Braunfleckenkrankheit zeigt (s. Kap. 6.1 Braunfleckenkrankheit (*Lecanosticta acicola*) und Rotbandkrankheit (*Dothistroma* spp.) an Föhren in der Schweiz). Die WSL beteiligte sich am Entstehen dieser Datenbank und lieferte Grunddaten zum Vorkommen der drei Krankheiten in der Schweiz (Abb. 2.1.1).

2.1.5 Ausblick

Die jährliche Überwachung im Wald und in öffentlichen Grünflächen werden im 2021 weitergeführt, da sie sich mit wenig Mehraufwand mit der Gebietsüberwachung der prioritären Quarantäneorganismen kombinieren lässt. Weitergeführt werden auch die jährlichen Saatgut- und Pflanzenpasskontrollen in den Jungpflanzenbetrieben.

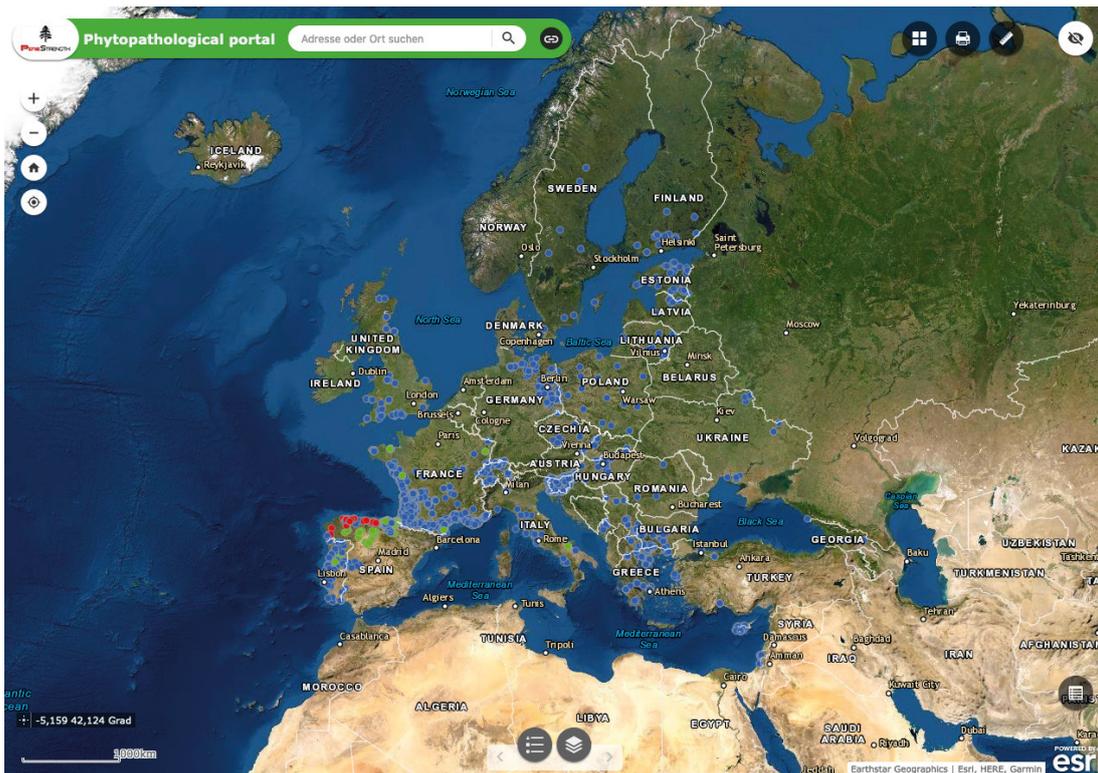


Abb. 2.1.1: Ausschnitt aus dem Phytopathological Portal mit den Erhebungen zu *F. circinatum* in Europa. Die roten Punkte zeigen die aktiven und die grünen Punkte die getilgten Befallsherde. Die blauen Punkte zeigen die Erhebungen und Saatgutkontrollen mit negativem Befund.

2.2 Plötzlicher Eichentod (*Phytophthora ramorum*)

Daniel Rigling, Vivanne Dubach, Simone Prospero, Beat Ruffner

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zum Auftreten von *Phytophthora ramorum* in der Schweiz wurden in Jungpflanzenbetrieben, in öffentlichen und privaten Grünflächen und im Wald durchgeführt.

In insgesamt 112 Jungpflanzenbetrieben wurden Rhododendren, *Viburnum* und *Camellia* durch Concerplant oder den EPSD auf Befallssymptome kontrolliert. Bei diesen Kontrollen wurden keine befallsverdächtigen Pflanzen festgestellt.

Bei Verdachtsproben aus dem regulären Meldewesen von Waldschutz Schweiz wurde ebenfalls kein Befall durch *P. ramorum* nachgewiesen. Auch umfassende pathologische Zustandsaufnahmen an Buchen im Rahmen der WSL-Initiative Trockenheit 2018 entdeckten keinen Befall. Frei von *P. ramorum* waren auch alle untersuchten Kastanienflächen und Pflanzungen von Japanlärchen, die wiederum speziell kontrolliert wurden.

Somit ist 2020 das erste Jahr ohne *P. ramorum* Befall in der Schweiz seit dem ersten Nachweis im Jahr 2003. Genetische Analysen zeigten, dass alle bisherigen Befallsherde durch EU-Isolate der EU1 Linie verursacht wurden.

2.2.1 Hintergrund

Phytophthora ramorum ist ein pilzähnlicher Schadorganismus der zu den Oomyzeten (Eipilzen) gehört. Der Erreger stammt vermutlich ursprünglich aus Asien, von wo er nach Nordamerika und Europa verschleppt wurde. *Phytophthora ramorum* hat ein sehr brei-

tes Wirtsspektrum und kann zahlreiche holzige Pflanzen befallen. Im Westen der USA verursacht er das Plötzliche Eichensterben (engl. sudden oak death) bei der amerikanischen Gerbeiche (*Notholithocarpus densiflorus*; Engl. tanoak) und verschiedenen *Quercus*-Arten. In Europa trat *P. ramorum* bis jetzt primär an Ziersträuchern, wie Rhododendren und Schneeball-Pflanzen auf und galt lange Zeit vor allem als Baumschulkrankheit. Seit 2009 wurden aber auch starke Befälle in Pflanzungen von Japanlärchen (*Larix kaempferi*) in England, und seit 2017 in Frankreich (Bretagne) beobachtet. Zu den potenziell anfälligen Baumarten gehört auch die Europäische Lärche, die Edelkastanie, und teilweise auch die Buche, die Zerr-Eiche, die Esche und die Douglasie.

In der Schweiz wurde *P. ramorum* bisher vor allem in Jungpflanzenbetrieben festgestellt und nur vereinzelt an ausgepflanzten Ziersträuchern in öffentlichen oder privaten Grünflächen. Alle Befallsherde können als erfolgreich getilgt angesehen werden. Die Massnahmen gegen weitere Einschleppungen und Verbreitung von *P. ramorum* sind in den Pflanzengesundheitsverordnungen (PGesV-WBF-UVEK, VpM-BAFU) festgelegt. Wie in der EU werden Nicht-EU Isolate von *P. ramorum* als Quarantäneorganismen geregelt. Diese Regulierung zielt darauf ab, dass keine neuen Genotypen eingeschleppt und verbreitet werden. EU Isolate werden in der Schweiz weiterhin als potenzielle Quarantäneorganismen durch die VpM-BAFU reguliert. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass *P. ramorum* potenziell gefährlich für einheimische Baumarten ist und Dank den bisherigen Massnahmen bis jetzt keine Verschleppung in die Umwelt stattgefunden hat.

Die festgelegten Quarantänemassnahmen konzentrieren sich hauptsächlich auf die Produktion und den Handel mit anfälligen Zierpflanzen. Die Hauptwirtspflanzen, *Rhododendron*, *Viburnum* und zusätzlich *Camelia* werden in den registrierten Jungpflanzenbetrieben jährlich auf Befallssymptome kontrolliert. Verdachtsproben werden an die WSL geschickt und dort diagnostiziert. Daneben untersucht die WSL Verdachtsproben aus öffentlichen und privaten Grünflächen und führt Erhebungen bei potenziellen Wirtsbäumen im Wald durch. Bei positiven *P. ramorum*-Proben wird mittels speziellen DNA Analysen (Mikrosatelliten-Markern) zwischen EU und Nicht-EU Isolaten unterschieden.

2.2.2 Erhebungen im Jahr 2020

Kontrollen in Jungpflanzenbetrieben

Die anfälligen Ziersträucher *Rhododendron*, *Viburnum*, *Camelia* wurden in 112 für das Ausstellen von Pflanzenpässen zugelassenen Jungpflanzenbetrieben kontrolliert. Diese Kontrollen wurden 2020 durch Concerplant und teilweise durch den EPSD durchgeführt. Zudem sind die Betriebe verpflichtet Ihre Produktionsflächen und Handelswaren regelmässig selber zu kontrollieren (Eigenkontrolle) und Verdachtsfälle dem Eidg. Pflanzenschutzdienst (EPSD) zu melden. Eine amtliche Nachkontrolle durch den EPSD erfolgte in dem Betrieb, der letztes Jahr von einem *P. ramorum* Befall betroffen war. Aus diesen Kontrollen wurden 2020 keine verdächtigen Proben eingereicht.

Erhebungen im Wald

Auswertung von Daten aus der WSL-Initiative Trockenheit 2018

Im Rahmen der WSL-Initiative Trockenheit 2018 wurden in den Jahren 2019 und 2020 mit Beteiligung von Waldschutz Schweiz pathologische Zustandserhebungen bei insgesamt 919, bzw. 1001 Buchen in den Kantonen BL-BS, ZH und SH umgesetzt (s. dazu auch WSL Startseite > Über die WSL > WSL Programme und Initiativen > WSL-Initiative Trockenheit 2018 > E3 Mittelfristige Auswirkungen Buche). Als Teil dieser pathologischen Zustandsaufnahmen wurde jeder Baum auf einen möglichen Befall mit *P. ramorum* hin untersucht. Befallsverdächtig waren diejenigen Bäume, die Schleimflussflecken am Stamm zeigten. Schleimfluss bei Buche kann von *P. ramorum*, aber auch von verschiedenen anderen *Phytophthora*-Arten verursacht werden (Ruffner *et al.* 2019). Daneben können auch Bakterien und einige Pilzarten (z. B. Hallimasch) Schleimfluss auslösen. Die

Schleimflussflecken wurden zuerst mit einem allgemeinen *Phytophthora*-Schnelltest vor Ort untersucht. Pro symptomatischem Baum wurde ein Schnelltest durchgeführt. Bei einem positiven Schnelltest, wurde eine Probe entnommen und im Labor genetisch analysiert, um die *Phytophthora*-Art zu identifizieren.

Tab. 2.2.1: Übersicht der 2019 und 2020 durchgeführten *Phytophthora*-Schnelltests und ermittelter positiver Fälle. *Phytophthora ramorum* wurde nicht gefunden. * Stehende tote und lebende Bäume.

Jahr	Anz. begutachteter Buchen*	Anz. durchgeführter Schnelltests	Anzahl positive Schnelltests	Anz. Fälle mit <i>Phytophthora</i> spp.
2019	919	41	0	0
2020	1001	152	6	3

Wurde 2019 bei insgesamt 41 durchgeführter Schnelltests noch kein *Phytophthora*-positiver Fall verzeichnet, fielen 2020 sechs von 152 Schnelltests (4%) positiv aus (Tab. 2.2.1). In keinem Fall wurde ein Befall mit *P. ramorum* bestätigt. In drei Fällen handelte es sich um den GNQO *P. x cambivora* (Kantone BL und ZH), in weiteren zwei Fällen schlossen die molekularen Analysen einen *Phytophthora*-Befall aus. Die Resultate der betreffenden Schnelltests waren nur schwach positiv. Eine schwach positive Probe konnte aufgrund einer ungenügenden Qualität nicht zur Artbestimmung verwendet werden.

Lärchen-Monitoring

Da die Japanlärche zu den anfälligsten Baumarten für *P. ramorum* zählt, wurde diese Baumart auch 2020 speziell kontrolliert. Bei dieser Baumart werden primär die Nadeln befallen. Deshalb wurden im Spätherbst Streuproben in insgesamt 19 Pflanzungen von Japanlärche gesammelt und im Labor mit der sogenannten Ködermethode auf *Phytophthora*-Befall untersucht (Tab. 2.2.2). Die als Köder verwendeten Rhododendronblätter wurden dann mit einem spezifischen qPCR Test auf *P. ramorum* getestet. Gleichzeitig wurden die Proben mit einem allgemeinen PCR Test auch auf das Vorhandensein von anderen *Phytophthora*-Arten untersucht. In drei Proben wurde *P. gonapodyides* gefunden. *P. gonapodyides* gilt als schwacher Pathogen und tritt häufig saprophytisch auf absterbenden Pflanzenteilen auf. In keiner der Proben wurde *P. ramorum* nachgewiesen.

Tab. 2.2.2: Überblick über die Standorte, Anzahl beprobter Bäume sowie *P. ramorum*-Detektion im Lärchen-Monitoring. Potentielle Wirtspflanzen in der Nähe: Buche (Bu), Eiche (Ei), Schneeball (Sc).

Kürzel Standort	Kanton	Gemeinde	Art	Anzahl Bäume	Potentielle Wirtspflanzen	<i>P. ramorum</i> Befund (+/-)
20AG01	Aargau	Habsburg	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei, Bu	-
20AG02	Aargau	Bremgarten	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BE01	Bern	Niederbipp	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	-
20BE02	Bern	Wiedlisbach	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	-
20BE03	Bern	Herzogenbuchsee	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BE04	Bern	Bolligen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BE05	Bern	Sonceboz	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BE06	Bern	Frauenkappelen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BE07	Bern	Bern	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BL01	Basel-Landschaft	Liestal	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-
20BL02	Basel-Landschaft	Arisdorf	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	-

20GE01	Genf	Versoix	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	–
20GE02	Genf	Céigny	<i>L. kaempferi</i>	5	Ei	–
20SO01	Solothurn	Oesingen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
20SO02	Solothurn	Harkingen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
20SO03	Solothurn	Stüsslingen	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
20TG01	Thurgau	Thundorf	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–
20ZH01	Zürich	Winterthur	<i>L. kaempferi</i>	5	Sc	–
20ZH02	Zürich	Uitikon	<i>L. kaempferi</i>	5	keine	–

Kastanien-Monitoring

Neben der Lärche zählt auch die Edelkastanie (*Castanea sativa*) zu den anfälligen Baumarten. Deshalb werden auch Kastanienbestände regelmässig auf *P. ramorum* hin kontrolliert. In drei Kastanienflächen im Tessin mit auffälligen Absterbesymptomen wurden zwischen 13 und 21 Bäume auf *Phytophthora* untersucht (Tab. 2.2.3). Bei den Probestämmen wurden Bodenproben entnommen und mit der Ködermethode auf *Phytophthora* getestet. Die aus den Köderblättern auswachsenden *Phytophthora*-Isolate wurden mittels ITS Sequenzierung identifiziert. *Phytophthora ramorum* wurde dabei nicht nachgewiesen. Andere *Phytophthora*-Arten wurden in zwei Flächen (Camignolo und Brissago) gefunden. Dabei handelte es sich um *P. cinnamomi*, *P. cactorum* und *P. plurivora*. *P. cinnamomi* ist ein bekannter Erreger der Tintenkrankheit bei der Edelkastanie und vermutlich für das Absterben der Bäume in Camignolo und Brissago verantwortlich. Im zertifizierten Anbau von Kastanienfruchtanlagen zählt *P. cinnamomi* neben *P. x cambivora* zu den geregelten Nicht-Quarantäneorganismen.

Tab. 2.2.3: Überblick über die beprobten Standorte des Kastanien-Monitorings 2020 und Resultate der *Phytophthora*-Diagnostik. Potentielle Wirtspflanzen in der Nähe: Buche (Bu), Eiche (Ei), Schneeball (Sc).

Kürzel	Standort	Kanton	Gemeinde	Anzahl Bäume	<i>Phytophthora</i> Isolate (N)	<i>P. ramorum</i> Befund (+/-)
20TI01	Tessin		Camignolo	13	14	–
20TI02	Tessin		Mugena	13	0	–
20TI03	Tessin		Brissago	21	11	–

Verdachtsfälle aus dem Meldewesen von Waldschutz Schweiz 2020

Im Rahmen des regulären Meldewesens ging Waldschutz Schweiz 39 Verdachtsfällen nach. In keinem dieser Fälle wurde *P. ramorum* bestätigt. Jedoch wurde in 10 Proben (26%) eine andere *Phytophthora*-Art festgestellt. Dabei handelte es sich in fünf Fällen um *P. plurivora*, in drei Fällen um eine Art aus dem *P. alni* Komplex und jeweils um einen Fall von *P. syringae*, bzw. *P. x cambivora*. Insgesamt 29 Fälle (74%) erwiesen sich als frei von *Phytophthora*.

Insgesamt stammten 62% der 39 Verdachtsfälle aus dem Wald, während 33% aus öffentlichen oder privaten Grünflächen und 5% aus Jungpflanzenbetrieben kamen. Betroffen waren hauptsächlich Buchen (meist *Fagus sylvatica*), Ahorne (meist *Acer pseudoplatanus*) und Eichen (*Quercus* sp.) (Abb. 2.2.1).

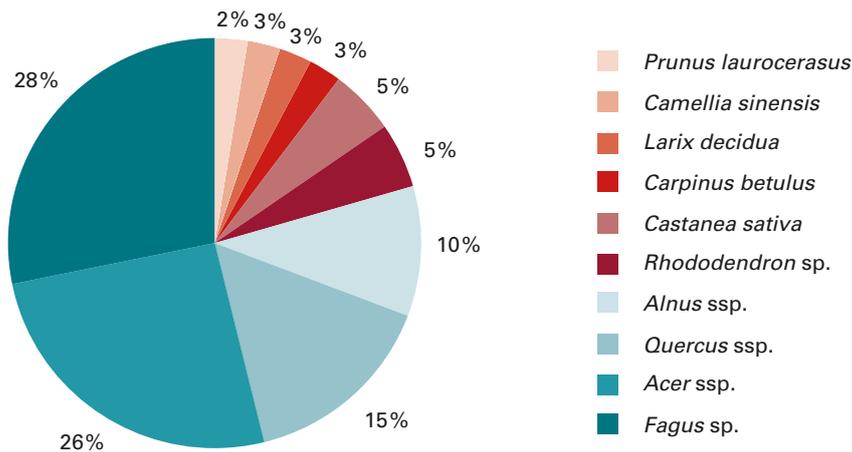


Abb. 2.2.1: Baumartenverteilung von *Phytophthora ramorum* Verdachtsfällen aus dem regulären Meldewesen von Waldschutz Schweiz 2020.

2.2.3 Befallssituation in der Schweiz seit 2003

Nachdem 2019 noch ein positiver Fall in einem Jungpflanzenbetrieb auftrat, war 2020 das erste Jahr ohne *P. ramorum* Befall in der Schweiz seit dem ersten Nachweis 2003. In allen anderen Jahren war mindestens ein Jungpflanzenbetrieb von einem Befall betroffen. Die höchste Befallsrate wurde 2006 mit sechs befallenen Betrieben erreicht. In den Jahren 2016 und 2018 waren jeweils vier Betriebe betroffen. Seit 2003 wurde *P. ramorum* auch vereinzelt in privaten und öffentlichen Grünflächen festgestellt, zuletzt 2016. Bisher betrafen alle positiven Fälle in der Schweiz entweder Schneeballpflanzen oder Rhododendren, wobei der Winterschneeball (*Viburnum x bodnantense*) besonders häufig befallen war.

2.2.4 Unterscheidung zwischen EU und Nicht-EU Isolaten

Heutzutage sind vier verschiedene klonalen Linien von *P. ramorum* bekannt und zwar EU1, EU2, NA1 und NA2 (Harris *et al.* 2020). Die EU1- und EU2-Linien gehören zum A1-Paarungstyp während die NA1- und NA2-Linien überwiegend aus dem Paarungstyp A2 bestehen. Die Linien NA1 und NA2 wurden bisher nur in Nordamerika gefunden, wo die meisten Schäden von der NA1-Linie verursacht werden. In Europa wurde fast 10 Jahre lang nur die EU1-Linie beobachtet. Im Jahr 2011 wurde aber eine neue Linie (EU2) entdeckt, die in Nordirland und Schottland u.a. an Japanlärche (*L. kaempferi*) auftrat (Van Poucke *et al.* 2012).

Die strengere Regulierung von Nicht-EU Isolaten in Europa zielt primär darauf ab, dass der A2 Paarungstyp nicht eingeschleppt und verbreitet wird. Denn durch die Einschleppung des zweiten Paarungstyps könnte sich *P. ramorum* sexuell fortpflanzen und dadurch seine Diversität und Anpassungsfähigkeit erhöhen. Neue Genotypen könnten sich auch aggressiver verhalten als bereits vorhandene Genotypen und möglicherweise andere Wirtspflanzen befallen.

Um zu verifizieren, dass in der Schweiz nur EU1-Genotypen von *P. ramorum* vorhanden sind, wurden alle Schweizer Isolate an acht Mikrosatelliten-Loci genotypisiert (Vercauteren *et al.* 2010). Die Analyse der Isolate aus den Jahren 2003–2011 wurde 2012 durchgeführt (Prospero *et al.* 2013), während die Isolate 2012–2019 im Berichtsjahr charakterisiert wurden. Insgesamt gehörten die 114 analysierten *P. ramorum* Isolate zu 13 verschiedenen Genotypen, wobei alle der EU1-Linie zugeordnet werden konnten. Mehr als 70% der Schweizer Isolate gehörten zum Genotyp EUMG1 (Abb. 1), der auch sonst in Europa sehr häufig ist. Fünf weitere Genotypen sind mit 2–7 Isolaten vertreten, während 7 Genotypen nur bei je einem Isolat festgestellt wurden. Diese letztgenannten Genotypen wurden in der Publikation von Vercauteren *et al.* (2010) nicht beschrieben und sind wahrscheinlich in Europa seltene Genotypen, die durch Mutationen in der EU1 Linie entstanden sind.

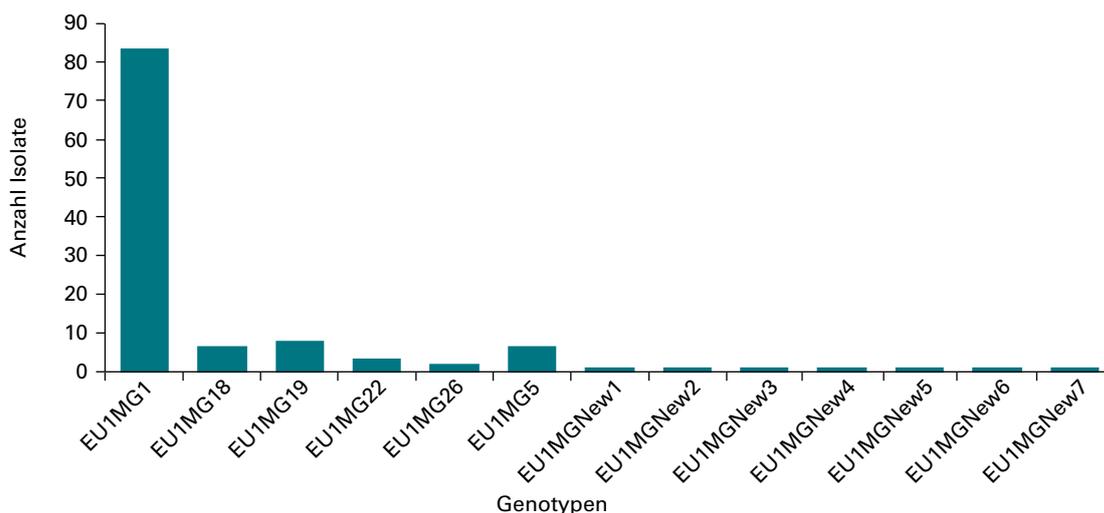


Abb. 2.2.2: Häufigkeit der in der Schweiz 2003–2019 gefundenen Genotypen von *Phytophthora ramorum*.

2.2.5 Ausblick

2020 war das erste Jahr ohne *P. ramorum* Befall in der Schweiz seit dem Erstnachweis im Jahr 2003. Möglicherweise wurden wegen Covid-19 weniger Wirtspflanzen in die Schweiz importiert. Jedoch gab es bereits 2019 nur noch einen positiven Fall in einem Jungpflanzenbetrieb. Dies weist darauf hin, dass die bisherigen Massnahmen gegen diesen besonders gefährlichen Schadorganismen wirken, nicht nur in der Schweiz, sondern auch in anderen europäischen Ländern, aus denen in früheren Jahren immer wieder befallene Pflanzen importiert wurden. Diese Importpflanzen waren offensichtlich oft latent infiziert, d.h. sie erschienen zum Zeitpunkt des Imports äusserlich gesund und entwickelten erst im Verlaufe des Jahres Befallssymptome. Bleiben Pflanzen latent infiziert, oder wird die Symptomentwicklung in den Jungpflanzenbetrieben durch Fungizide unterdrückt, können beim Auspflanzen gefährliche Schadorganismen wie *P. ramorum* unbemerkt in die Umwelt gelangen.

Die Kontrollen in den Jungpflanzenbetrieben basieren auf oberirdischen Befallssymptomen, d.h. latent infizierte Pflanzen können dabei nicht entdeckt werden. Wir müssen daher immer mit einer gewissen Dunkelziffer von Befallsherden rechnen, die nicht gefunden werden. Wichtig ist deshalb, dass Pflanzen so produziert werden, dass sie keine Schadorganismen latent, d.h. symptomlos enthalten – weder in der Pflanze selber, noch im Substrat, das für die Anzucht verwendet wird. Mit geeigneten Diagnosemethoden kann bestätigt werden, dass die Pflanzen tatsächlich frei von Schadorganismen sind und bedenkenlos ausgepflanzt werden können. Die Kontrollen in den Jungpflanzenbetrieben könnten ebenfalls auf Stichproben von gesund aussehenden Pflanzen erweitert werden. Damit würde der Befund «befallsfrei» auf einer robusteren Grundlage basieren.

Literatur

- Harris, A.R.; Brasier, C.M.; Scanu, B.; Webber, J.F., 2020: Fitness characteristics of the European lineages of *Phytophthora ramorum*. Plant Pathology DOI: 10.1111/ppa.13292
- Van Poucke, K.; Franceschini, S.; Webber J.F.; Vercauteren, A.; Turner, J.A.; McCracken, A.M.; Heungens, K.; Brasier, C.M., 2012: Discovery of a fourth evolutionary lineage of *Phytophthora ramorum*: EU2. Fungal Biology, 116, 1178–1191.
- Vercauteren, A.; De Dobbelaere, I.; Grünwald, N.J.; Bonants, P.; Van Bockstaele, E.; Maes M., 2010: Clonal expansion of the Belgian *Phytophthora ramorum* population based on new microsatellite markers. Molecular Ecology 19, 92–107.
- Ruffner, B.; Rigling, D.; Schoebel, C.N., 2019: Multispecies *Phytophthora disease* patterns in declining beech stands. Forest Pathology 49, e12514.

3 Andere Quarantäneorganismen

3.1 Pappelrost (*Melampsora medusae*)

Vivanne Dubach

Zusammenfassung

Die Schweiz gilt hinsichtlich des Vorkommens des gebietsfremden Pappelrost *Melampsora medusae* weiterhin als befallsfrei.

Pappelrost Monitoring 2020

In Europa bestätigt die EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) die Anwesenheit von *Melampsora medusae* weiterhin nur für Spanien und Frankreich.

In der Schweiz führte Waldschutz Schweiz auch 2020 ein stichprobenartiges Monitoring durch. Insgesamt wurden 19 Proben aus zehn Kantonen untersucht: AG (2), BE (2), GR (2), JU (1), NE (1), TI (4), UR (1), VD (2), VS (1), ZH (2) und eine Concerplant Probe (ZH). Das Baumartenspektrum umfasste Schwarzpappel (*Populus nigra*; 12), Zitterpappel (*P. tremula*; 4), Kanadische Pappel (*Populus × canadensis*; 2) und einer nicht näher bestimmten Pappel (*Populus* sp.; 1).

In der mikroskopischen Untersuchung der Uredosporen zeigte sich, dass es sich stets um einen einheimischen Pappelrosterreger handelte. In vier der 19 Fälle traten *M. larici-populina* und *M. allii-populina* auf derselben Probe auf. Insgesamt in 11 Fällen wurde *M. larici-populina* gefunden, in zehn Fällen *M. allii-populina* und in zwei Fällen *M. populnea* (syn. *M. pinitorqua*).

Die deutliche Zunahme von *M. allii-populina* Funden weist darauf hin, dass der Wirtswechsel dieses Jahr gut funktioniert hat. *Melampsora*-Arten benötigen wie viele Rostpilze einen Zwischenwirt. Im Fall von *M. allii-populina* sind dies Arten von Lauch (*Allium* sp.) und Aronstab (*Arum* sp.). Entsprechendes gilt für *M. larici-populina* (Zwischenwirt Lärche, *Larix* sp.). Die Abnahme von *M. larici-populina* Fällen deutet auf einen erschwerten Wirtswechsel hin.

Ausblick

Wie viele *Melampsora*-Arten auf der Pappel anerkannt werden sollen ist umstritten. Eines der wichtigsten Kriterien für die Artenabgrenzung in der *Melampsora*-Taxonomie ist nach wie vor die Morphologie des uredinalen Sporenstadiums bei der Pappel. Auch Waldschutz Schweiz bedient sich derselben.

Für *M. medusae* wurden bereits 1988 zwei *formae speciales* vorgeschlagen (Shain, 1988). *Melampsora medusae* f. sp. *deltoidae* ist vor allem für die Kanadische Schwarzpappel (*P. deltoides*) pathogen, während *M. medusae* f. sp. *tremuloidae* vor allem für die Amerikanische Zitterpappel (*P. tremuloides*) pathogen ist.

Angesichts der Diskussionen um die taxonomische Ordnung der Pappelroste, sollte eine kritische Überprüfung der Diagnoseabläufe von Waldschutz Schweiz erfolgen.

Literatur

Shain, L., 1988: Evidence for *Formae speciales* in the poplar leaf rust fungus, *Melampsora medusae*. *Mycologia* 80: 729–732.

4 Geregelte Nicht-Quarantäneorganismen

GNQO – Einleitung

Die Rotband- und Braunfleckenkrankheit sowie der Kastanienrindenkrebs sind in Europa inzwischen weit verbreitet. Dementsprechend sind Quarantänemassnahmen in den meisten Fällen nicht mehr zielführend. Deswegen sind *Dothistroma* spp., *Lecanosticta acicola* und *Cryphonectria parasitica* in der neuen Pflanzengesundheitsverordnung (PGesV-WBF-UVEK) der Schweiz wie auch in den meisten anderen europäischen Ländern als geregelte Nicht-Quarantäneorganismen (GNQO) aufgeführt. GNQO sind definiert als besonders gefährliche Schadorganismen, welche die Kriterien für Quarantäneorganismen nicht oder nicht mehr erfüllen und die hauptsächlich durch spezifische, zum Anpflanzen bestimmte Pflanzen übertragen werden. GNQO sind aufgrund ihrer Verbreitung weder melde- noch bekämpfungspflichtig. Um dennoch wirtschaftliche Schäden zu vermeiden, darf bestimmtes Pflanz- und Saatgut nur dann für gewerbliche Zwecke in Verkehr gebracht werden, wenn es frei von GNQO ist (bzw. dessen Befall sich unter einem definierten Schwellenwert befindet) (Art. 5a PGesV).

4.1 Braunfleckenkrankheit (*Lecanosticta acicola*) und Rotbandkrankheit (*Dothistroma* spp.) an Föhren in der Schweiz

Vivanne Dubach

Zusammenfassung

Im Rahmen des regulären Melde- und Beratungswesens von Waldschutz Schweiz, der EPSP- sowie Concerplant-Kontrollen und Begehungen seitens Waldschutz Schweiz wurden im laufenden Berichtsjahr 46 Fälle von Braunflecken- (BFK) und Rotbandkrankheit (RBK) registriert. Davon stammten 29 Proben aus Kontrollen von Jungpflanzenbetrieben (4 BFK, 17 RBK). Insgesamt waren acht Betriebe von einem RBK-Befall betroffen und drei von einem BFK-Befall. Die Anfragen stiegen im Vergleich zum Vorjahr leicht an. Grund war in erster Linie die normalfeuchte Witterung, welche die Fruktifikation und Sporulation im Vergleich mit 2019 begünstigte.

Braunfleckenkrankheit (*Lecanosticta acicola*)

Seit dem Erstfund an Bergföhren 1995 aus Zollikon (ZH) und seit dem Beginn des Monitorings ab 2009 wurden in der Schweiz bis Ende 2020 insgesamt 377 Befallsherde gefunden. Dabei werden zwei Fälle zum selben Befallsherd gezählt, wenn sie nicht weiter als 100 m auseinander liegen. Bei einer grösseren Distanz, wird ein neuer Befallsherd definiert.

Im aktuellen Berichtsjahr wurden 20 neue positive Fälle von Braunfleckenkrankheit entdeckt (Kantone AG, BE, NW, SG, SZ, TG, ZH). Bei diesen handelte es sich meist um Bäume ausserhalb des Waldes (17; davon 3 in Jungpflanzenbetrieben). Nur gerade drei Fälle stammten aus dem Wald, bildeten aber einen gemeinsamen Befallsherd. Insgesamt waren drei Jungpflanzenbetriebe von positiven Fällen betroffen, inkl. einem Doppelbefall mit Rotbandkrankheit am selben Baum.

Alle Fälle stammten aus neuen Befallsherden, wobei drei Fälle aufgrund ihrer Nähe zum selben Befallsherd gehörten. Somit wurden 2020 insgesamt 18 neue Befallsherde identifiziert (Abb. 4.1.1; Abb. 4.1.2). Betroffen waren insgesamt 35 Bäume.

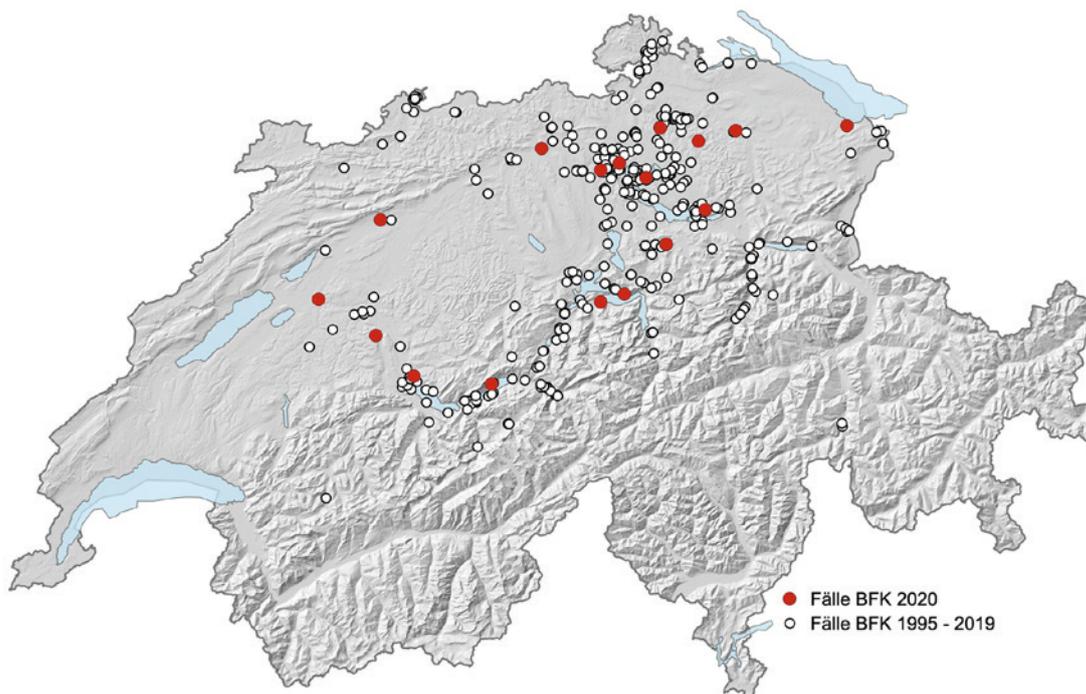


Abb. 4.1.1: Die geographische Verteilung der Braunerfleckenkrankheit: Neufunde 2020 (rot) sowie bereits bekannte Fälle 1995–2019 (weiss). Befallene Standorte aus dem «Nationalen Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016» sind integriert. Bemerkung: Aufgrund der verwendeten Skala sind in der Karte nur 17 von 18 Befallsherden sichtbar. Im Raum Winterthur liegen zwei Befallsherden sehr nah zusammen.

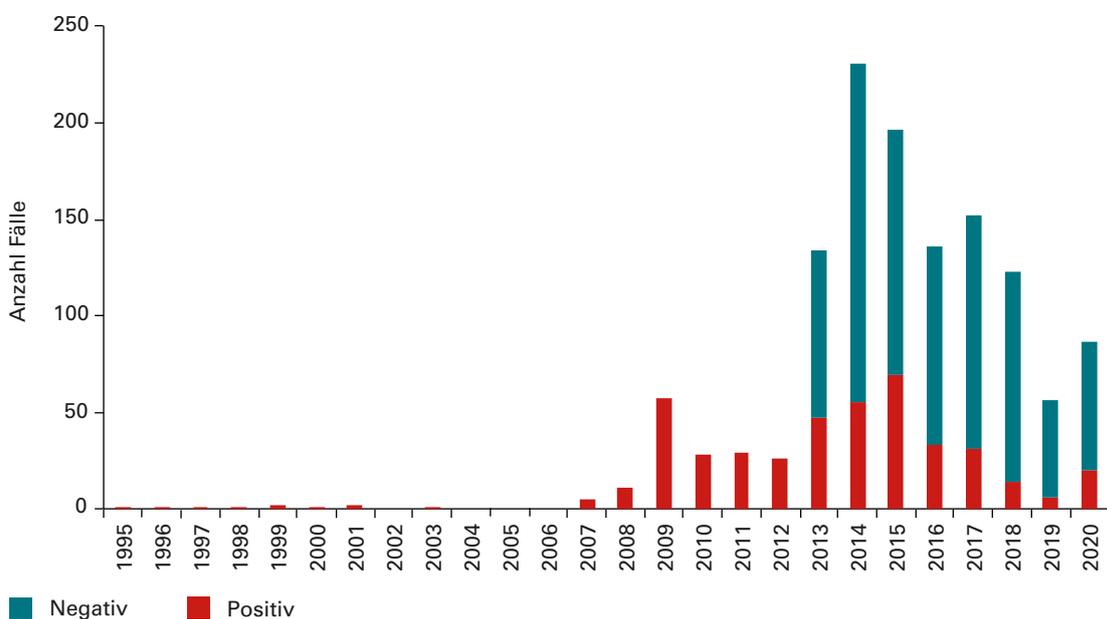


Abb. 4.1.2: Entwicklung der Anzahl auf Braunerfleckenkrankheit untersuchter Föhrenproben und des Anteils positiver Befunde aus dem Melde- und Beratungswesen von Waldschutz Schweiz. Melde- und Beratungswesen. (Die beiden Föhrenmonitorings von 2016 (Dubach *et al.* 2016) und 2018 (Beenken *et al.* 2018) wurden nicht in diese Grafik miteinbezogen.)

Betrachtet man alle bisher registrierten Fälle, umfasst das Wirtsspektrum der Braunerfleckenkrankheit in der Schweiz Bergföhren (*Pinus mugo*; 83%), Waldföhren (*P. sylvestris*; 7,5%), Schwarzföhren (*P. nigra*; 2%), Strobe (*P. strobus*; 0,8%) und Arve (*P. cembra*; 0,3%) (Abb. 4.1.3).

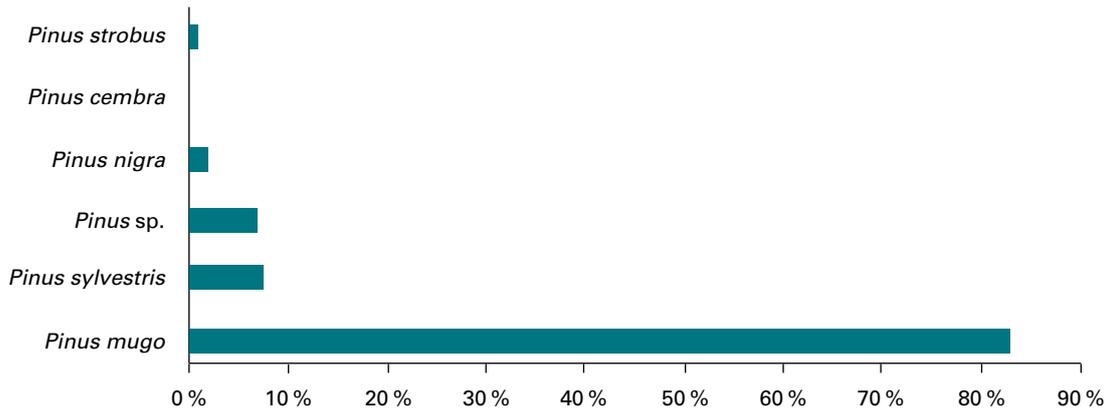


Abb. 4.1.3: Von der Braunfleckenkrankheit betroffene Föhrenarten in der Schweiz.

Rotbandkrankheit (*Dothistroma* spp.)

Seit dem Erstfund auf Bergföhren in Birmensdorf (ZH) von 1989 und dem Beginn des Monitorings 2009 sind in der Schweiz bis Ende 2020 insgesamt 341 Befallsherde gefunden worden. Die Definition eines Befallsherdes ist dabei dieselbe wie für die Braunfleckenkrankheit.

Im aktuellen Berichtsjahr wurden 26 neue positive Fälle von Rotbandkrankheit entdeckt (Abb. 4.1.4, Abb. 4.1.5). Es waren 17 neue Krankheitsherde, drei davon mit mehreren Fällen. Dazu kamen neue kranke Föhren in fünf bekannten Krankheitsherden, sowie ein Befall auf Fichte (*Picea abies*) in einem ebenfalls bereits bekannten Befallsherd. Betroffen waren insgesamt 54 Bäume in neun Kantonen (BE, BS, GR, JU, SG, SZ, TG, VD, ZH).

Es sind 23 Fälle mit *D. septosporum* (davon ein Doppelbefall mit Braunfleckenkrankheit am selben Baum) und ein Fall mit *D. pini*. In einem weiteren Fall wurde die Art nicht genauer bestimmt. Insgesamt waren acht Jungpflanzenbetriebe von einem Befall betroffen, wobei es sich stets um einen Befall mit *D. septosporum* handelte (inkl. dem

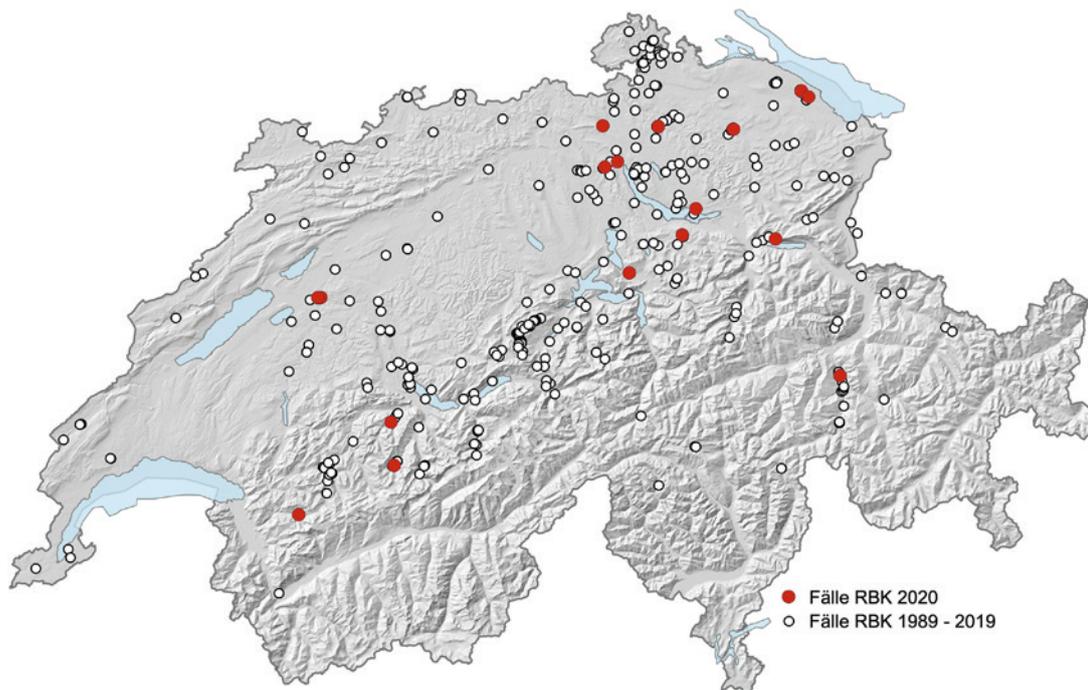


Abb. 4.1.4: Die geographische Verteilung der Rotbandkrankheit: Neufunde 2020 (rot) sowie bereits bekannte Fälle 1989–2019 (weiss). Befallene Standorte aus dem «Nationalen Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016» sind integriert. Fälle auf Fichte sind in dieser Karte nicht abgebildet.

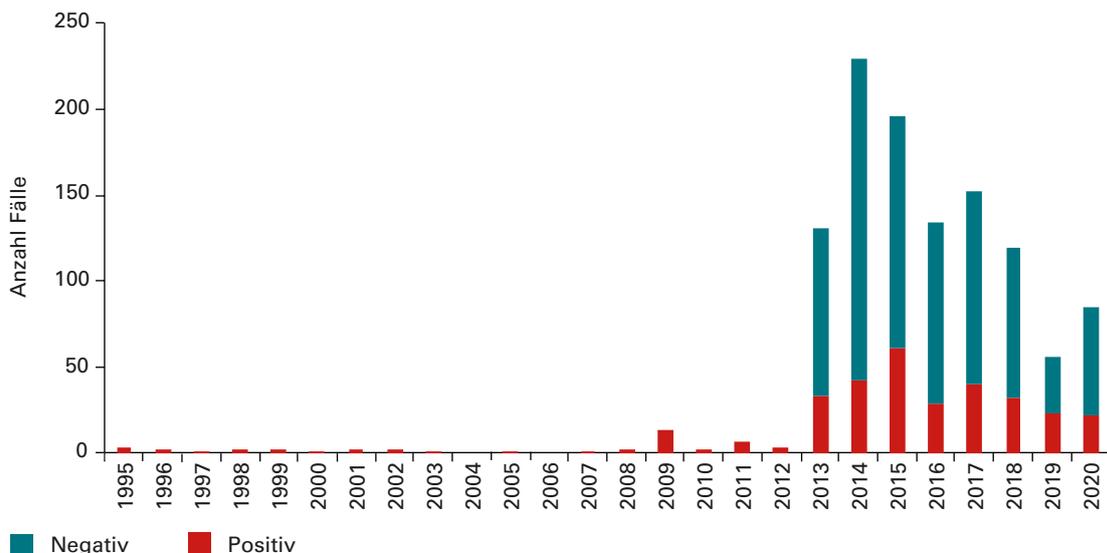


Abb. 4.1.5: Entwicklung der Anzahl auf Rotbandkrankheit untersuchter Föhrenproben und des Anteils positiver Befunde aus dem Melde- und Beratungswesen von Waldschutz Schweiz Melde- und Beratungswesen. (Die beiden Föhrenmonitorings von 2016 und 2018 wurden nicht in diese Grafik miteinbezogen.)

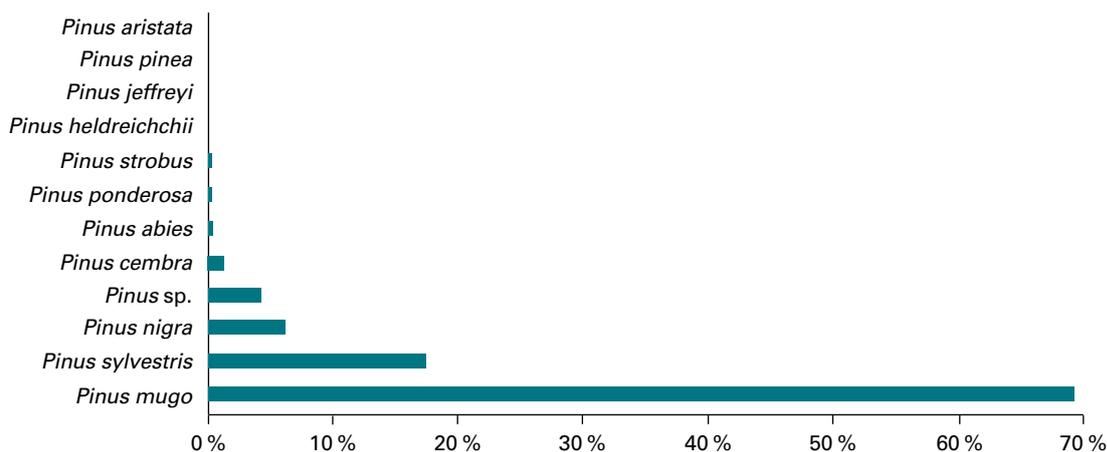


Abb. 4.1.6: Von der Rotbandkrankheit betroffene Föhrenarten in der Schweiz.

bereits unter BFK erwähnten Doppelbefall mit Braunfleckenkrankheit am selben Baum). Von den 26 positiven Fällen stammten drei aus dem Wald.

Betrachtet man alle bisher registrierten Fälle, umfasst das Wirtsspektrum der Rotbandkrankheit in der Schweiz Bergföhren (*Pinus mugo*; 69%), Waldföhren (*P. sylvestris*; 17,5%), Schwarzföhren (*P. nigra*; 6%), Arven (*P. cembra*; 1,3%), Fichten (*Picea abies*; 0,4%), Gelbföhren (*P. ponderosa*; 0,2%), sowie Schlangenhautföhren (*P. heldreichii*; 0,1%), Jeffrey-Kiefern (*P. jeffreyi*; 0,1%), Pinien (*P. pinea*; 0,1%) und Grannenkiefern (*P. aristata*; 0,1%) (Abb. 4.1.6). Diese Zahlen sind natürlich von der Häufigkeit der Art in der Schweiz abhängig. Nicht einheimische *Pinus*-Arten sind in der Schweiz seltener. Die Zahlen bilden deshalb nicht zwingend die effektive relative Anfälligkeit ab.

Im vorliegenden Berichtsjahr trat ein Fall von Rotbandkrankheit an einer Fichte auf. Diese befand sich in einem bereits bekannten Befallsherd im Kanton JU, in dem jedoch bereits 2015 alle befallene Bergföhren entfernt wurden. 2017 wurde dort erstmals RBK an Fichte festgestellt. Offenbar überdauert *Dothistroma* in befallenen Fichten für mehrere Jahre, auch ohne die Präsenz von stark infizierten Föhren. Die befallenen Fichten sehen teilweise sehr schütter aus. Es ist allerdings unklar, ob die beobachteten Symptome überhaupt und einzig durch RBK ausgelöst worden sind.

Anfragen 2019–2020

Waldschutz Schweiz registrierte 2020 insgesamt 92 Anfragen mit Verdacht auf Rotband- oder Braunfleckenkrankheit, sechs davon auf Fichte.

Die Zahl der Anfragen bezüglich Rotband- und Braunfleckenkrankheit hat 2020 zugenommen (Abb. 4.1.2, Abb. 4.1.5). Im Jahr 2020 begünstigte die normalfeuchte Witterung nach mehreren ausgesprochen trockenen und damit ungünstigen Jahren die Entwicklung des Pilzes und der damit verbundenen Symptome. Bäume mit Nadelverlust, deutlichen Nadelverfärbungen und voll ausgebildeten Fruchtkörpern fielen 2020 deutlicher ins Auge als in den beiden (trockenen) Jahren zuvor. Bei der Braunfleckenkrankheit stieg auch der Anteil an positiven Befunden auf nunmehr 23%. Bei der Rotbandkrankheit war dieser Anteil auf relativ hohem Niveau leicht rückläufig und betrug noch 29%.

Andere Probleme an Föhrennadeln

Dieses Jahr wurde keine auffällige Häufung von anderen Föhrennadelkrankheiten festgestellt (Abb. 4.1.7). Der Anteil von Fällen des Föhrentriebsterbens (*Diplodia sapinea*) an der Gesamtzahl der Anfragen lag dieses Jahr nur leicht höher als im Vorjahr (13% 2020; gegenüber 9% 2019). Dies entspricht dem langjährigen Mittelwert. Auch der Anteil der als «übrige» klassifizierten Fälle lag mit 28% im langjährigen Mittel. In vielen dieser Fälle wurde Trockenheit als abiotischer Schadeinfluss vermerkt.

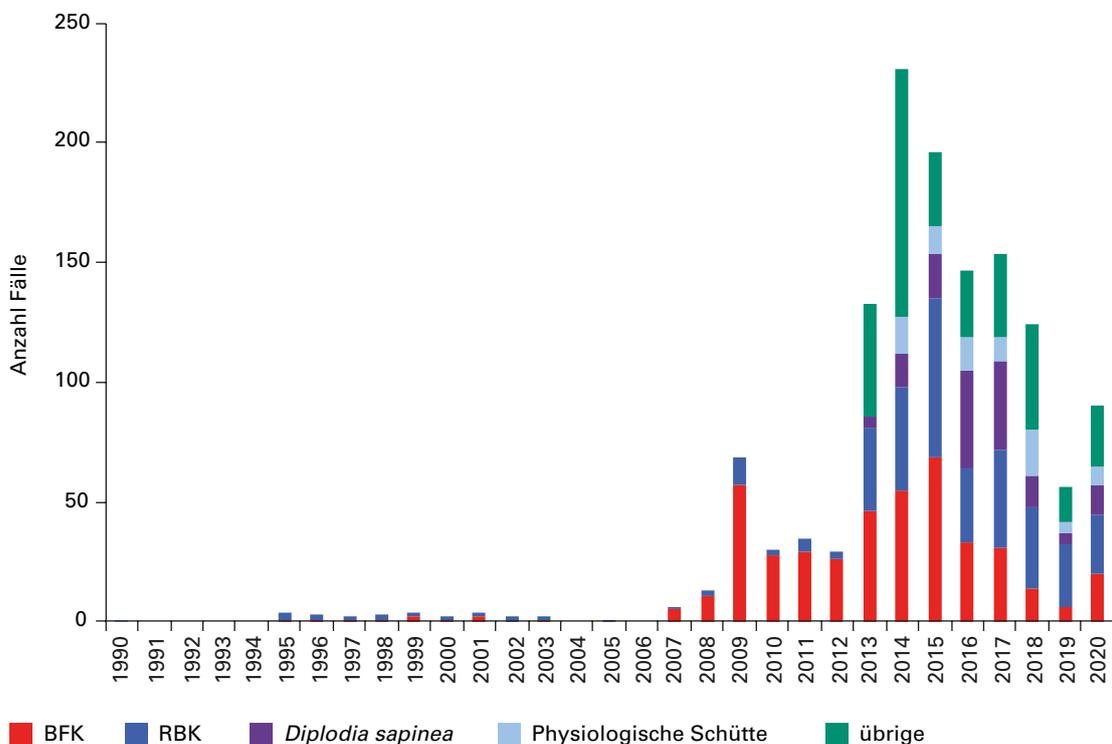


Abb. 4.1.7: Entwicklung der Meldungen zu Föhrenkrankheiten und Anteile der häufigsten Probleme. (Die beiden Föhrenmonitorings von 2016 und 2018 wurden nicht in diese Grafik miteinbezogen.)

Ausblick

Diese zwei gefährlichen Föhrennadelkrankheiten sollten weiterhin im Auge behalten werden. Von besonderem Interesse ist eine mögliche Ausbreitung in höhergelegene Arvenbestände. In Bezug auf die Überlebensfähigkeit von *Dothistroma septosporum* auf Fichten, sollten weitere Untersuchungen in Betracht gezogen werden.

Weiter gibt es Hinweise auf ein verstärktes Auftreten und eine Ausbreitung des Föhrentriebsterbens in Europa bis in den Balkan. Eine Zustandsanalyse betreffend dessen Verbreitung in der Schweiz erscheint in diesem Zusammenhang erstrebenswert.

Literatur

- Dubach, V.; Meyer, J.B.; Schneider, S.; Ruffner, B.; Queloz, V., 2018: Nationales Monitoring von zwei besonders gefährlichen Föhrenkrankheiten 2016. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz / Phytopathologie WSL. 34 S.
- Beenken, L.; Queloz, V.; Kupper, Q.; Schneider, S.; Buser-Schöbel, C.; Meyer, J.B., 2018: Abschlussbericht zum BAFU Projekt – Ausbreitung von Föhrenkrankheiten in der Schweiz. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 37 S.

4.2 Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*)

Simone Prospero

Zusammenfassung

Im Jahr 2020 wurden 6 befallsverdächtige Kastanienbäume aus 6 Standorten in 5 Kantonen auf *Cryphonectria parasitica* untersucht. Alle diese Bäume befanden sich auf privaten oder öffentlichen Grünflächen ausserhalb des Waldes. Bei den Kontrollen in den Jungpflanzenbetrieben wurden keine Verdachtsfälle gemeldet.

Fünf dieser Kastanienbäume waren von *C. parasitica* befallen. Alle Pilzkulturen gehörten zur aggressiven Form und waren frei vom Hypovirulenz Virus. Die Erregerpilze gehörten zu den in der Schweiz häufigen vegetativen Kompatibilitäts (VC)-Typen EU-1 und EU-2.

4.2.1 Hintergrund

Da *Cryphonectria parasitica* seit 2020 zu den geregelten Nicht-Quarantäneorganismen (GNQO) gehört, konzentrieren sich die gesetzlichen Massnahmen auf die Produktion und den Handel mit Jungpflanzen. Kastanienpflanzen, die zu gewerblichen Zwecken gehandelt werden, unterstehen weiterhin dem europäischen Pflanzenpasssystem und müssen frei vom Kastanienrindenkrebs sein. Die Befallsfreiheit der registrierten Jungpflanzenbetriebe wird durch regelmässige Kontrollen überprüft.

Obwohl *C. parasitica* nicht mehr zu den Quarantäneorganismen zählt, ist der Kastanienrindenkrebs nach wie vor eine ernst zu nehmende Krankheit für die Edelkastanie in der Schweiz. Auf der Alpensüdseite und teilweise auch auf der Alpennordseite und im Wallis werden die Auswirkungen des Kastanienrindenkrebses im Wald erfolgreich durch die Hypovirulenz vermindert. Die Hypovirulenz wirkt durch ein Pilzvirus, das *C. parasitica* befällt und schwächt. Das Virus breitet sich besonders gut in Pilzpopulationen aus, die eine tiefe Diversität an vegetativen Kompatibilitäts (VC)-Typen aufweisen. In Gebieten mit vorhandener Hypovirulenz werden aber immer wieder Einzelbäume (z. B. in Kastanienpflanzungen, Grünflächen) von Virus-freien *C. parasitica*-Stämmen befallen, was zu grossen Schäden führt. Im Hinblick auf die Hypovirulenz und die VC-Typen Diversität untersuchen wir deshalb weiterhin alle neuen Befallsmeldungen ausserhalb von Baumschulen.

4.2.2 Erhebungen im Jahr 2020

Proben und Resultate

Im Jahr 2020 wurden uns sechs befallsverdächtige Edelkastanien (*Castanea sativa*) von Privatpersonen (Baumeigentümer, Baumpfleger) gemeldet (Tab. 4.2.1). Alle diese Bäume befanden sich ausserhalb des Waldes auf privaten oder öffentlichen Grünflächen in fünf verschiedenen Kantone (AG, SG, SZ, VD, ZG) auf der Alpennordseite (Tab. 4.2.1).

Tab. 4.2.1: Rindenproben, welche 2020 auf *Cryphonectria parasitica* untersucht wurden: Herkunft und Resultate der Laboranalysen. ¹ Anzahl Bäume, die tatsächlich von *C. parasitica* befallen waren. ² Anzahl Bäume bei denen Hypovirus (CHV1)-infizierte Kulturen von *C. parasitica* isoliert wurden. ³ n.b. = nicht bestimmt.

Ort	Kanton	Fundort	Anzahl Bäume	<i>C.p.</i> positive ¹	CHV1 positive ²	VC-Typ ³
Aarau	AG	Öffentliches Grün	1	1	0	n.b.
Rebstein	SG	Privates Grün	1	1	0	n.b.
Hurden	SZ	Privates Grün	1	1	0	EU-1
Grancy	VD	Privates Grün	1	1	0	EU-2
La Tour-de-Peilz	VD	Privates Grün	1	1	0	EU-2
Zug	ZG	Privates Grün	1	0	–	–
Total	–	–	6	5	0	–

Cryphonectria parasitica konnte in 5 Fällen nachgewiesen werden (Tab. 4.2.1): In einem Fall (Zug) wurde aus dem symptomatischen Rindenstück *Gnomoniopsis castanea* isoliert. Dieser Pilz ist ein bekannter Endophyt und Schwächepathogen der Edelkastanie und wird auch häufig zusammen mit *C. parasitica* in Rindenkrebsen gefunden. Alle 5 Kastanienbäume aus denen *C. parasitica* isoliert wurde, waren von Hypovirus-freien Pilzstämmen befallen. Die isolierten *C. parasitica* Stämme gehörten zu einem der in Mitteleuropa häufigsten VC-Typen (EU-1 und EU-2; Tab. 4.2.1).

Entwicklung 2012–2020

Seit 2017 wurden keine befallsverdächtigen Kastanienpflanzen in Jungpflanzenbetrieben mehr gemeldet (Abb. 4.2.1, oben). Die 2020 gemeldeten Bäume stammten aus Privatgärten oder öffentlichen Grünflächen (Abb. 4.2.1, unten). Wie schon 2018 und 2019, waren alle positiven Kastanienbäume von Hypovirus-freien Pilzstämmen befallen.

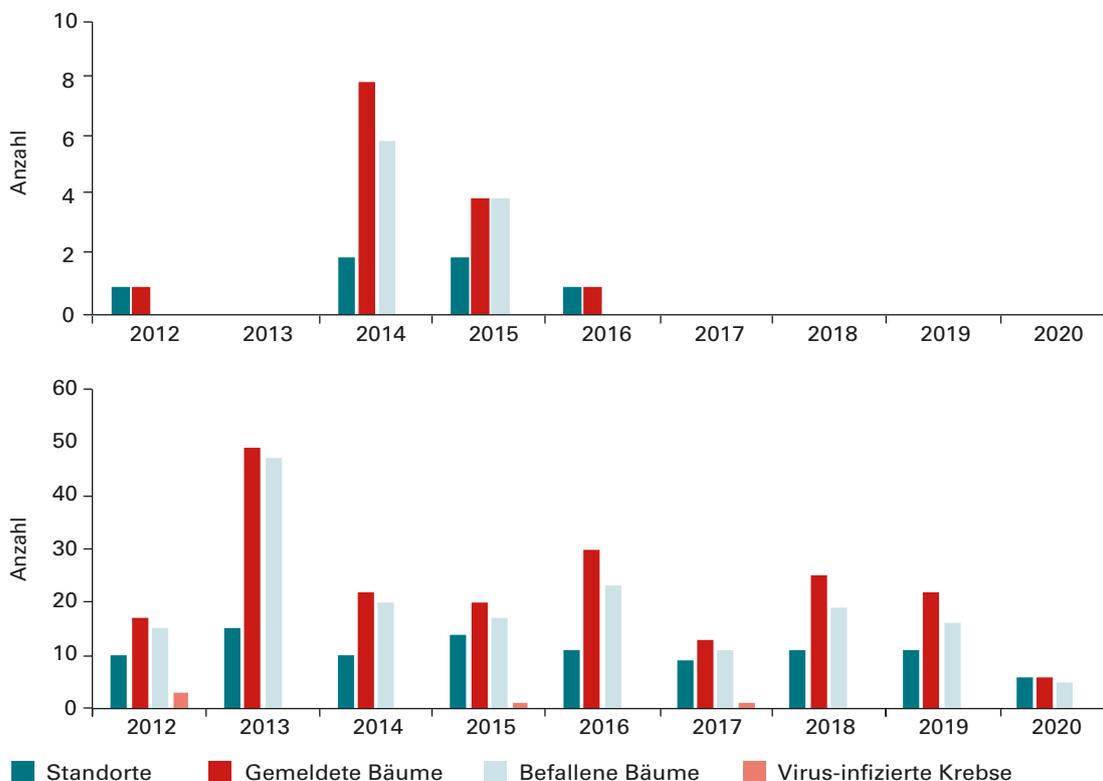


Abb. 4.2.1: Resultate der *Cryphonectria parasitica* Überwachung auf der Alpennordseite und im Wallis in der Periode 2012–2020: In Jungpflanzenbetrieben (oben) und ausserhalb von Jungpflanzenbetrieben (unten).

4.2.3 Andere Aktivitäten

Im 2020 haben wir zwei wissenschaftliche Studien über *C. parasitica* publiziert. In der ersten Studie (Stauber *et al.* 2020) untersuchten wir die Evolution des Lebensstils in der Gattung *Cryphonectria*. Insbesondere verglichen wir die Genome von stark pathogenen *Cryphonectria*-Arten (*C. parasitica*) mit leicht oder nicht-pathogenen *Cryphonectria*-Arten (*C. carpinicola*, *C. naterciae*, *C. radicalis*, *C. japonica*), um die Evolution von Genomgrösse und Geninhalt zu untersuchen. Bei *C. parasitica* fanden wir einen auffälligen Verlust von Genen, die mit dem Kohlenhydrat-Stoffwechsel (CAZyme) assoziiert sind. Trotz dieser Genverluste, hat *C. parasitica* die Fähigkeit zur Holzbesiedlung (frische Rinde) beibehalten. Der Verlust von CAZyme Genen könnte die Pathogenität von *C. parasitica* auf *Castanea*-Arten gefördert haben.

In der zweiten Studie (Ježić *et al.* 2021) analysierten wir die zeitliche Entwicklung der Diversität von *C. parasitica* und des *Cryphonectria hypovirus 1* (CHV1) in der Schweiz, Kroatien und Nordmazedonien. Unabhängig davon, welche genetische Marker verwendet wurden (vegetative Kompatibilitätstypen oder Mikrosatelliten-Genotypen), zeigten die über 60 Jahre alten Schweizer und kroatischen Populationen eine hohe Diversität, während die jüngeren nordmazedonischen Populationen überwiegend klonal waren. Diese Diversitätsunterschiede zwischen den untersuchten Populationen blieben über die Zeit stabil. Eine hohe Diversität von CHV1 wurde in allen drei Ländern beobachtet, wobei die nordmazedonischen Stämme zu einem anderen Cluster als die kroatischen und schweizerischen Stämme gehörten. Es wurde keine Korrelation zwischen der Diversität der vegetativen Kompatibilitätstypen und der CHV1-Prävalenz beobachtet. Dieses Resultat ist sehr erfreulich für den langfristigen Erfolg der biologischen Kontrolle des Kastanienrindenkrebsses mittels natürlicher Hypovirulenz.

Literatur

- Ježić, M.; Schwarz, J.M.; Prospero, S.; Sotirovski, K.; Risteski, M.; Ćurković-Perica, M.; Nuskern, L.; Krstin, L.; Katanić, Z.; Dejanović, E.; Poljak, I.; Idžojtić, M.; Rigling, D., 2021: Temporal and spatial genetic population structure of *Cryphonectria parasitica* and its associated hypovirus across an invasive range of chestnut blight in Europe. *Phytopathology* <https://doi.org/10.1094/PHTO-09-20-0405-R>.
- Stauber, L.; Prospero, S.; Croll, D., 2020: Comparative genomics analyses of lifestyle transitions at the origin of an invasive fungal pathogen in the genus *Cryphonectria*. *mSphere* 5: e00737-20.

5 ISPM 15 Kontrollen

Im internationalen Warenhandel ist Verpackungsholz zum Transport und Schutz von Waren weit verbreitet. Anforderungen an die Holzqualität an sich gibt es dabei kaum, lediglich entrindet muss es sein. Daher werden Holzverpackungen häufig aus kostengünstigem, oft minderwertigem Holz hergestellt mit dem dann z.T. gefährliche Schadorganismen wie Insekten, Nematoden oder Pilze eingeschleppt werden können (<https://pflanzenegesundheit.julius-kuehn.de/holzverpackungsmaterial.html>). Ein Beispiel ist der asiatische Laubholzbockkäfer (ALB), der gesunde Bäume stark schädigt und auch zum Absterben bringen kann. Um den **Import von Holzschädlingen in fremde Ökosysteme zu verhindern**, schreibt der ISPM 15 – Standard für **Verpackungsmaterial aus Holz im internationalen Handel** für Holzverpackungen eine Hitze- (HT) oder Gasbehandlung (Methylbromid, MB) vor. Methylbromid ist zwar seit 2010 in der EU nicht mehr zulässig, aber der Einsatz von Holzverpackungen, die zuvor mit Methylbromid behandelt wurden, oder aus Drittländern stammen und mit Methylbromid behandelt sind, ist weiterhin zulässig. Neben diesen beiden Methoden können Hölzer auch mit Sulfurylfluorid (SF) oder Mikrowellen (Dielectric Heating, DH) behandelt sein, welche aber bei den kontrollierten Hölzern 2020 in der Schweiz nicht vertreten waren. Die ISPM 15 Markierung zeigt an, mit welcher Methode das Verpackungsholz behandelt wurde. Diese Kennzeichnung ist jedoch keine Garantie für Schädlingsfreiheit, da sie in den Herkunftsländern oft nur ungenügend oder fälschlicherweise umgesetzt wird. In der Schweiz wird der Standard seit 2005 für den Import angewendet. Für bestimmte Holzverpackte Warengruppen (z. B. Steinprodukte) aus Nicht-EU-Ländern gilt in der Schweiz eine Meldepflicht und der Bund führt Kontrollen durch (durch Kontrolleure und ggf. mit Spürhundeteams).

5.1 Kontrollen von Verpackungsholz auf Insekten

Doris Hölling

Die Verordnung des BAFU über phytosanitäre Massnahmen für den Wald (VpM-BAFU) sowie die Verordnung über die Gebühren des Bundesamtes für Umwelt (GebV-BAFU) wurde aufgrund der ab 1. Januar 2020 geltenden total revidierten Verordnung über den Schutz von Pflanzen vor besonders gefährlichen Schadorganismen (PGesV) sowie neue Erkenntnisse zu Risiko-Warengruppen angepasst. Dies beinhaltet u. a. eine aktualisierte Liste von importierten Risikowaren mit Holzverpackungen aus Drittländern, die in der Schweiz meldepflichtig sind und eine Gebührenanpassung bei der Kontrolle dieser Waren (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/holzverpackungen-nach-isp-15-standard/einfuhrbestimmungen-fuer-holzverpackungen--import-.html>).

Laut der SKSH-Importkontrolleure wurden 2020 mehr Container mit lebenden Organismen, frischem Bohrmehl, oder frischen Bohr- oder Ausfluglöchern in den Holzverpackungen verfügt (B4) wie 2019. Im Jahr 2020 gelangten insgesamt 11 Verdachtsproben aus Verpackungsholzkontrollen an Waldschutz Schweiz, davon keine mit ALB-Verdacht. Die Proben wurden entweder durch die Importkontrolleure entdeckt oder durch die Spürhundeteams von Neobiota Schweiz, die im Auftrag des BAFU Kontrollen durchführen. Die Herkunftsländer der Proben waren v. a. China, Indien und Indonesien. Bei den Proben mit Insektenbefall handelte es sich um sieben asiatische Käferarten sowie eine Probe mit invasiven Wanzen (*Orius* sp.). Zu den häufigsten Käferarten in den Verpackungsholzproben zählten die beiden Sinoxylonarten *S. conigerum* (https://pflanzenegesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/sinoxylon-unidentatum_express-pra.pdf) und *S. anale* (https://pflanzenegesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/ca229_sinoxylon-anale_express-pra.pdf). Die erste Art stammt aus dem Orient und ist polyphag. Sie befällt Splintholz von frischen oder getrockneten verholzten Pflanzen inkl. Verpackungsholz. Dazu zählen Laub- und Nadelhölzer sowie Bambus. Aufgrund der hierzulande ungeeigneten Klimabedingungen ist eine Ansiedlung im Freiland unwahrscheinlich. Bei der zweiten Art handelt es sich um eine phytophage holzbohrende Käferart aus Indien, die sich bisher in Europa noch nicht etablieren konnte. Zudem wur-



Abb. 5.1.1: Der Bostrichidae *Heterobostrychus aequalis* zählt in Indien und Südostasien zu den Arten mit der grössten ökonomischen Bedeutung und ist ein wichtiger Materialschädling. Foto: Ken Walker, https://en.wikipedia.org/wiki/Heterobostrychus_aequalis#/media/File:Heterobostrychus_aequalis.jpg.

den einige Bockkäferlarven entdeckt: *Xylotrechus* sp., *Chloridolum sieversi*, *Cleridae* sp., sowie *Heterobostrychus aequalis* (Bostrichidae, Abb. 5.1.1). Letzterer ist ein tropischer Bohrkäfer aus Südostasien, der regelmässig mit befallenem Holz nach Europa gelangt, wo sich die wärmeliebende Art aber bisher noch nicht ansiedeln konnte. In Indien und Südostasien zählt er zu den Arten mit der grössten ökonomischen Bedeutung und ist ein wichtiger Materialschädling.

Ausblick

Da aufgrund der internationalen Vernetzungen im Warenhandel immer wieder mit der Einschleppung neuer, gefährlicher Schadorganismen durch Verpackungsholz zu rechnen ist, sind diese Kontrollen und die Diagnose auch zukünftig wichtig, da sie helfen, neue potenzielle Schädlinge frühzeitig zu entdecken, bevor möglicherweise eine Ansiedlung in der Schweiz erfolgen kann.

Literatur

- JKI, 2021: Holzverpackungsmaterial. Webseite besucht am 27.01.2021 <https://pflanzenegesundheit.julius-kuehn.de/holzverpackungsmaterial.html>
- BAFU, 2020: Einfuhrbestimmungen für Waren in Holzverpackungen. Webseite besucht am 17.11.2020: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/strategien-und-massnahmen-des-bundes/holzverpackungen-nach-isp-15---standard/einfuhrbestimmungen-fuer-holzverpackungen--import-.html>
- JKI, 2019: Express PRA zu Sinoxylon unidentatum. Webseite besucht am 17.11.2020: https://pflanzenegesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/sinoxylon-unidentatum_express-pra.pdf

5.2 Pilze aus Verpackungsholz

Ludwig Beenken

Zusammenfassung

Anhand von fünf Verpackungsholzproben aus Asien und der Türkei konnte gezeigt werden, dass Pilze auch mit behandeltem Holz eingeschleppt werden können. Es wurden insgesamt 17 verschiedene Pilzarten gefunden. Hauptsächlich wurden Schimmelpilze isoliert, aber auch einige exotische Holzpilze. Darunter befanden sich mit *Fusarium solani* und *Lasiodiplodia theobromae* Pathogene, die auch in der Schweiz Probleme bereiten könnten.

5.2.1 Hintergrund

Damit gefährliche Schädlinge nicht als «blinde Passagiere» in Holzverpackungen verbreitet werden, wird das verwendete Holz entsprechend in Herkunftsland vorbehandelt. Neben der Hitzebehandlung (HT) wird in einigen Ländern noch die Begasung mit Methylbromid (MB) angewandt. Diese Behandlungsmethoden wurden hauptsächlich gegen Insekten und Nematoden entwickelt. Ihre Wirksamkeit gegen Pilze ist dagegen bisher nicht gut untersucht.

Ende 2019 und in 2020 wurden fünf Fälle von Pilzbefall auf Verpackungsholz untersucht. Es handelte sich dabei um Holzverpackungen von drei Steinlieferungen aus Indien und von einer aus Vietnam sowie um Holzpaletten für Mauersteine aus der Türkei. Bei der phytosanitären Importkontrolle der Holzverpackungen durch die Mitarbeiter der SKSH fiel gleich auf, dass diese stark von Pilzen befallen waren. Viele der Bretter hatten eine dichten Überzug von verschiedenen Pilzmyzelien (Abb. 5.2.1). Anhand der IPPC Stempel ging hervor wie das Holz in den Ursprungsländern behandelt worden war (MB mit Methylbromid, HT Hitzebehandlung). Abschnitte des Holzes mit den Pilzmyzelien wurden an WSS zur Begutachtung geschickt.



Abb. 5.2.1 Holzverpackungen mit deutlichem Pilzbefall.

5.2.2 Diagnostik

Von den Holzproben (Brettabschnitte von etwa 20×10×2 cm) wurden mit einer sterilen Pinzette Stückchen oberflächlichen Myzels entnommen und zur Kultivierung auf Nährmedien (Malzextrakt-Agar) überführt. Um zu untersuchen, ob auch Pilze im Holz vorkommen, wurden das Holz gespalten und Späne aus dem Inneren steril entnommen, die ebenfalls auf Agarplatten ausgelegt wurden. Nach Vereinzeln der wachsenden Myzelkulturen wurde von jedem aufgetretenen Morphotyp eine Probe entnommen und zur molekularen Diagnostik in das Labor der Phytopathologie (PHP) gegeben. Dort wurde die ITS-region der n-rDNA sequenziert und die erhaltenen Sequenzen mit solchen in der NCBI GenBank mittels Blast-Search verglichen.

5.2.3 Auswertung der einzelnen Fälle

In allen fünf Fällen wurden Pilze von den Oberflächen der Holzproben isoliert und identifiziert. Meist handelte es sich um Schimmelpilze aus verschiedenen Gattungen. Es konnten aber auch zwei Holzpilze von der Oberfläche isoliert werden, die auch im Holzinneren gefunden wurden. In drei weiteren Fällen wurden nur aus dem Inneren der Holzproben Pilze isoliert (Tab. 7.2.1).

Fall 1 vom 29.11.2019

Es konnten fünf verschiedene Pilzarten von Holzproben aus Indien isoliert und identifiziert werden. Nach den ISPM 15 Stempel war das Holz im Ursprungsland mit Methylbromid (MB) begast worden. Folgende Pilze wurden aus dieser Proben isoliert:

Aspergillus flavus complex

Die Blast-Search ergab 100% Identität der ITS-Sequenz mit Sequenzen von *Aspergillus flavus* (z. B. MT529928) aber auch zu anderen Arten des *A. flavus*-Artkomplexes (z. B. *A. oryzae*, MT446110). Dieser Schimmelpilz wurde von mehreren Stellen der Oberfläche der Hölzer isoliert. In Kultur zeigte er weisses Myzel mit gelben bis grünlichen Konidien.

Aspergillus niger complex

Die Blast-Search ergab 100% Identität den ITS-Sequenz von mehreren *Aspergillus niger* Isolaten (z. B. MT620753) aber auch zu weiteren Arten aus dem Komplex. *Aspergillus niger* wurde einmal vom Holz isoliert und bildet in Kultur ein weisses Myzel mit schwarzen Konidien.

Die zwei *Aspergillus*-Arten sind häufige, weltweit vorkommende Schimmelpilze. *Aspergillus flavus* kann Mykosen (Aspergillose), Infektionen der Atemwege, sowie Allergien beim Menschen verursachen. Der Pilz ist auch in der Lebensmittelindustrie gefürchtet, da er giftige und kanzerogene Mykotoxine, insbesondere Aflatoxin produziert und so Probleme bei der Lagerung von Getreide (z. B. Mais) und anderen Saaten (Nussschimmel) macht.

Aspergillus niger verursacht eine Krankheit namens «Schwarzer Schimmel» auf Obst- und Gemüsesorten (z. B. Zwiebeln) und ist eine häufige Lebensmittelkontamination. *Aspergillus niger* ist eine der häufigsten Ursachen für Otomykose (Pilzinfektion der Ohren). Selten kann er auch eine Aspergillose der Atemwege verursachen

Penicillium griseofulvum

Die Blast-Search ergab 100% Identität mit den ITS-Sequenz von mehreren *Penicillium griseofulvum* Isolaten (z. B. KF811439). *Penicillium griseofulvum* war der häufigste Schimmel auf dem Holz, wo er auch stark sporulierte. In Kultur bildete er blaugraue Konidienmassen. Die Art ist weltweit verbreitet und kommt häufig als Verderber von Getreide und Futtermitteln vor. *Penicillium griseofulvum* produziert das Mykotoxin Patulin und kann zu allergischen Reaktionen führen.

Annulohypoxyton nitens

Die Art wurde aus weissen fächerförmig wachsendem Myzel auf den Holzbrettern isoliert, sowie im Holzinneren gefunden. In Kultur wuchs ein wattiges weisses Myzel.

Die Blast-Search ergab 99,87% Identität mit der ITS-Sequenz von *Annulohypoxyton nitens* aus Malaysia (GenBank-Nr. MG881835). Eine Übereinstimmung von über 99% besteht auch mit weiteren *A. nitens* Isolaten aus verschiedenen Ländern der Tropen.

Xylaria feejeensis

Die Art wurde aus schwarzen Krusten bildenden Myzel auf den Holzbrettern und aus dem Holzinneren isoliert. In Kultur wuchs ein dichtes weisses Myzel.

Die Blast-Search ergab 100% Identität der ITS-Sequenz mit Sequenzen von *Xylaria feejeensis* aus Indien auf *Ficus racemosa* (GenBank-Nr. MK426764) und aus Madagaskar (GenBank-Nr. MK184531), mit weiteren asiatischen *Xylaria feejeensis*-Sequenzen besteht eine Übereinstimmung von über 99%.

Die beiden Holzpilze *A. nitens* und *H. feejeensis* sind Ascomyceten und gehören zu der Ordnung Xylariales. Aus den Gattungen *Xylaria* und *Annulohypoxyton* gibt es auch heimische Vertreter, die ebenfalls Holzpilze sind. Die meisten wachsen auf Totholz können aber auch als Schwächeparasiten auftreten. *Annulohypoxyton cohaerens* ist z. B. ein Schwächeparasit an Buchen. *Xylaria mali* und *X. polymorpha* können z. B. an Apfelbäumen eine Wurzelfäule hervorrufen («Black Root Rot Disease of Apple» in Nordamerika). Somit stellen Arten der Xylariales potenziell Schadorganismen dar, die nicht eingeschleppt werden sollten. Im vorliegenden Fall handelte es sich allerdings um tropische Arten, deren Überlebenschancen in Mitteleuropa eher als gering einzuschätzen sind.

Fall 2 vom 23.03.2020

Auf dem hitzebehandelten (HT) Palettenholz aus der Türkei wurden hauptsächlich Schimmelpilze gefunden:

Alternaria alternata complex

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Alternaria alternata* (z. B. MN452785) und anderen Arten aus diesem Artkomplex. Die Art ist ein weltweit verbreiteter saprotropher Pilz. Er kann aber auch als Schwächeparasit auf zahlreichen Wild- und Kulturpflanzen auftreten. So ist er z. B. bei Kartoffeln (Sprühfleckenkrankheit) oder Getreide (Schwärzepilze) als Pathogen relevant. Als Schimmelpilz besiedelt er Baustoffe und Wohnräume und kann dabei als Allergen wirken.

Chaetomium sp., wahrscheinlich *C. globosum*

Die gefundene Sequenz zeigt 99,46% Übereinstimmung zu *Chaetomium globosum* (z. B. MF476061). Diese Art ist ein weltweit verbreiteter saprotropher Pilz, der auch endophytisch in Blättern und Holz gefunden wird. Er ist ein häufiges Allergen in Innenräumen z. B. nach Wasserschäden.

Trichothecium roseum

Die gefundene Sequenz zeigt 99,83% Übereinstimmung zu *Trichothecium roseum* (z. B. KY859410). Die Art ist ein weltweit verbreiteter saprotropher Pilz, der aber auch als sekundäres Pathogen auf Früchten auftreten kann (pink rot).

Talaromyces rugulosus (= *Penicillium rugulosum*)

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Talaromyces rugulosus* (MH858378). Der Pilz wird weltweit auch in Innenräumen gefunden und ebenfalls potenziell allergen.

Penicillium sp. aus dem *P. viridicatum* complex

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Penicillium aurantiocandidum* (z. B. MH86131) und *P. polonicum* (z. B. MT529235). Die weltweit vorkommenden Arten aus dieser Gruppe bilden Mykotoxine, die zur Ungenießbarkeit von Lebens- und Futtermitteln führen.

Cladosporium sp. aus dem *C. cladosporioides* complex

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *C. anthropophilum* (z.B. MF57417), *C. coralloides* (AF393695), *C. tenuissimum* (AJ300331) und *C. cladosporioides* (MT466517). Die Arten aus dieser Gruppe innerhalb der grossen Gattung *Cladosporium* sind saprotrophe Pilze. Einige sind aber auch als Humanpathogene in Erscheinung getreten. Sie sind weltweit verbreitet.

Graphium sp., wahrscheinlich *Graphium jumulu* (= *G. euwallaceae*)

Die gefundene Sequenz zeigt 99,82% Übereinstimmung zu *Graphium jumulu* (KR476722) und *G. euwallaceae* (z.B. KF540225). *Graphium jumulu* ist von morscher Rinde eines Baobab in Australien beschrieben worden. Die Erstbeschreibung von *G. euwallaceae* stammt von Avocados und anderen Bäumen in den USA, Kalifornien, und in Vietnam, wo der Pilz mit Ambrosiakäfern der Gattung *Euwallacea* assoziiert ist. In wie weit der Pilz diese Bäume schädigt ist nicht berichtet worden.

Fall 3 vom 25.06.2020.

Die vorgelegten Holzproben stammten aus einer MB behandelten Verpackung für Steine aus Indien. Schon makroskopisch fielen schwarze Verfärbungen sowie weisses Pilzmyzel auf der Aussenseite des Holzes auf. Im Inneren des Holzes wurden zusätzlich schwarze Linien gefunden, wie sie typisch für einige Holzpilze sind. Es konnten drei verschiedene Pilzarten von den Holzproben isoliert und identifiziert werden:

Penicillium citrinum

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Penicillium citrinum* (GU566273). Sie stammten vom oberflächlichen Myzel. Dieser Schimmelpilz kommt weltweit hauptsächlich in den Tropen und Subtropen auf verschiedenen Substraten vor. Er ist nicht als Schadpilz bekannt.

Lasiodiplodia theobromae

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Lasiodiplodia theobromae* (z.B. GQ469915). Die schwarzen Holzverfärbungen wurden durch diesen Pilz verursacht. Die Gattung *Lasiodiplodia* gehört zu den Botryosphaeriaceae, einer Pilzfamilie zu der auch heimische Pathogene gehören, die Schäden an Bäumen verursachen können (z.B. *Botryosphaeria dothidea* und *Diplodia mutila*). *Lasiodiplodia theobromae* verursacht weltweit in wärmeren Ländern Wurzelfäule, Triebsterben und Nekrosen an vielen Kulturpflanzen wie z.B. Kakao-, Avocado-, Mandel- und Zitrusbäumen, aber auch an krautigen Kulturen wie Erdbeeren. Theoretisch könnte daher diese Pilz auch in den warmen, südlichen Gebieten Europas Probleme bereiten, aber auch im Norden Gewächshauskulturen schädigen. Die Art ist bei EPPO gelistet (<https://gd.eppo.int/taxon/PHYORH>). In Marokko ist sie ein Quarantäneorganismus.

Daldinia eschscholtzii

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Daldinia eschscholtzii* Isolat aus Indien (MW045587). Die schwarzen Linien im Holz konnten diesem pantropisch vorkommenden Holzpilz zugeordnet werden. Die Gattung *Daldinia* (Xalariales) beinhaltet auch einige heimische Arten. Alle Arten sind saprotrophe Totholzbesiedler. Bisher ist keine der Arten als Schadpilze bekannt.

Fall 4 vom 13.08.2020

Verpackungsholz mit oberflächlichem Pilzbefall aus Vietnam, MB begast.

Syncephalastrum racemosum

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu *Syncephalastrum racemosum* (KC117254). Die Art gehört zu den Jochpilzen (Mucorales) und ist ein Saprobiont. Er hat ein breites Wachstumsoptimum, welches von 17–40°C reicht. Dementsprechend findet

sich seine natürliche Verbreitung vor allem in Böden des tropischen und subtropischen Raumes. Er kommt aber weltweit an feuchtwarmen Orten vor, so auch in Innenräumen, Kaninchen- und Hamsterställen. Selten wurde eine Humanpathogenität bei immungeschwächten Patienten beobachtet.

Aspergillus sp., *A. flavus* complex

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu mehreren Arten aus dem *A. flavus* Artkomplex (z. B. FJ878670) (vgl. Fall 1).

Aspergillus sp., *A. niger* complex

Die gefundene Sequenz zeigt 100% Übereinstimmung zu mehreren Arten aus dem *A. niger* Artkomplex (z. B. MH109325) (vgl. Fall 1).

Fall 5 vom 08.12.2020

Verpackungsholz mit Pilzbefall aus Indien, MB begast.

Fusarium solani agg.

Auf dem Holzproben wuchs ein weisses Mycel, dass dem *Fusarium solani*-Art-Komplex zugeordnet werden konnte (99–100% Übereinstimmung). Zu dieser Verwandtschaft gehören weltweit verbreitete pathogene Arten an krautigen und verholzten Kulturpflanzen. Wann und wo der Pilz das Holz besiedelt hatte, kann nicht gesagt werden, da der Pilz nur von der Holzoberfläche isoliert werden konnte.

Lasiodiplodia theobromae

Wie in Fall 3 wurde diese pathogene Art aus dem inneren der Holzprobe von schwarz und bläulich verfärbten Stellen isoliert (s. o.). Die neuen Proben sind sequenzgleich mit denen aus Fall 3. Es handelt sich daher um die gleiche Art.

5.2.4 Gesamtbewertung und Handlungsempfehlungen

Es konnten insgesamt 17 verschiedene Pilzarten (Tab. 5.2.1) von den Holzproben der fünf Kontrollen isoliert und bestimmt werden.

Tab. 5.2.1: Auf Verpackungsholz gefundene Pilzarten.

Art	Kategorie	Isolierung von	Herkunft	Holz- behandlung	Fall Nr.
<i>Alternaria</i> sp.	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Chaetomium</i> sp.	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Cladosporium</i> sp.	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Graphium</i> sp.	Bläuepilz	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Penicillium</i> sp.	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Talaromyces rugulosus</i>	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Trichothecium roseum</i>	Schimmel	Oberfläche	Türkei	HT	2
<i>Annulohyphoxylon nitens</i>	Holzpilz	Oberfläche u. Inneres	Indien	MB	1
<i>Aspergillus flavus</i> agg.	Schimmel	Oberfläche	Indien	MB	1
<i>Aspergillus flavus</i> agg.	Schimmel	Oberfläche	Vietnam	MB	4
<i>Aspergillus niger</i> agg.	Schimmel	Oberfläche	Indien	MB	1
<i>Aspergillus niger</i> agg.	Schimmel	Oberfläche	Vietnam	MB	4
<i>Daldinia eschscholzii</i>	Holzpilz	Inneres	Indien	MB	3
<i>Fusarium solani</i> agg.	Pathogen	Oberfläche	Indien	MB	5
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Pathogen	Inneres	Indien	MB	3
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Pathogen	Inneres	Indien	MB	5
<i>Penicillium citrinum</i>	Schimmel	Oberfläche	Indien	MB	3
<i>Penicillium griseofulvum</i>	Schimmel	Oberfläche	Indien	MB	1
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	Schimmel	Oberfläche	Vietnam	MB	4
<i>Xylaria feejeensis</i>	Holzpilz	Oberfläche u. Inneres	Indien	MB	1

5.2.4.1 Schimmel-, Bläue- und Fusarium-Pilze von der Holzoberfläche

Elf Schimmel-, ein Bläue- und ein Fusarium-Pilz wurden auf den Oberflächen der Holzproben gefunden. Sie dürften alle das Holz sekundär nach der jeweiligen Behandlung gegen Schadorganismen besiedelt haben. Ob die Besiedlung schon im Ursprungsland oder erst während des Transportes geschah ist nicht mehr festzustellen, da die meisten der gefundenen Pilze weltweit verbreitet sind.

Es ist bereits bekannt, dass es zu Schimmel- und Bläuepilzbefall von hitzebehandeltem Holz kommt, wenn dieses nicht ausreichend getrocknet (Holzfeuchten von unter 20%) wurde (Lambertz 2008). Auch bei den vorliegenden Fällen zeigten die hitzebehandelten Holz-Paletten eine grosse Vielfalt an Schimmelpilzen (6 Arten) sowie einen Bläuepilz. Erklärt wird dieses damit, dass durch die Hitze Nährstoffe aus dem Holz freigesetzt werden, die dann für die Schimmelpilze leicht verfügbar sind (Lambertz 2008). In Gegensatz dazu fanden sich auf den Methylbromid begasten Holz jeweils nur bis zu drei Arten.

Aus phytosanitärer Sicht spielen die gefundenen Schimmelpilze keine grosse Rolle, da unter ihnen höchstens Schwächeparasiten vorhanden waren, die bereits in Europa vorhanden sind. Zur Pathogenität des gefundenen Graphium-Bläuepilzes liegen leider keine Informationen vor. Dagegen gibt es in der Gruppe um *Fusarium solani* einige Pflanzenpathogene. Ob der gefundene Pilz zu einer schon in Europa vorhandenen *Fusarium*-Art bzw. *Fusarium*-Stamm gehört, müssen noch weitere Untersuchungen ergeben.

Viele der gefundenen Schimmelpilze sind aber potenzielle Allergene, die ernsthafte gesundheitliche Probleme hervorrufen können. Die Produktion von grossen Sporenmengen durch die Schimmelpilze auf Holzverpackungen im feuchten Klima eines

geschlossenen Containers kann zu einer hohen Belastung der Luft mit Sporen führen. Daher sollten beim Öffnen der Container und dem Arbeiten mit den Holzverpackungen entsprechende Schutzvorkehrungen getroffen werden. Das Tragen eines Atemschutzes ist dringend anzuraten, um das Einatmen der Sporen zu vermeiden.

5.2.4.2 Holzpilze aus dem Holzinneren

Es hat sich gezeigt, dass die Begasung vom Holz mit Metylbromid Pilze im Inneren des Holzes nicht immer abgetötet hat. In den drei Fällen aus Indien konnten insgesamt vier Pilzarten aus dem Inneren des Holzes isoliert werden, darunter zweimal das Pflanzenpathogen *Lasiodiplodia theobromae*. Im Inneren der Proben aus Vietnam und der Türkei wurden keine Pilze gefunden.

Annulohyphoxylon nitens und *Xylaria feejeensis* wurden im und auf dem Holz gefunden. Sie konnten offensichtlich aus dem Holz auswachsen. *Daldinia eschscholtzii* wurde dagegen nur im Holzinneren gefunden. Alle drei Pilze gehören zu den Xylariales. Diese Pilzgruppe zeichnet sich dadurch aus, dass viele Arten melanisierte Myzelien bilden können, die sehr resistent gegenüber Umwelteinflüssen sind. Das könnte ihr Vorkommen in MB behandeltem Holz erklären, insbesondere wenn das Gas das Holz nicht vollständig durchdringt. Es handelt sich um Pilze aus den Subtropen, die vermutlich im Klima der Nord-Schweiz keine grossen Überlebenschancen im Freiland haben. Das tatsächliche Verhalten der Pilze und ihr Gefährdungspotential für die hiesige Umwelt ist allerdings schwer abzuschätzen. Der zweimal im Holzinneren gefundene Pilz, *Lasiodiplodia theobromae*, ist dagegen ein Pflanzenpathogen, das in feucht-warmer Umgebung, wie sie z. B. in Gewächshäusern herrscht, Schäden anrichten könnte. So verursachte dieser Pilz ein Triebsterben und Nekrosen an Erdbeerpflanzen in Folientunnelkulturen in der Türkei (Yildiz *et al.* 2014).

Damit solche Pilze nicht freigesetzt und verbreitet werden, muss belastetes Verpackungsholz möglichst rasch fachgerecht und möglichst ohne weiten Transport entsorgt werden. Am besten in einer Kehrrichtverbrennungsanlage oder Ähnlichem. Es sollte bis dahin auf keinen Fall feucht gelagert werden, da dieses das Auswachsen und Sporulieren der Pilze begünstigt.

5.2.5 Ausblick

Die Verschleppung von Schadpilzen durch Verpackungsholz soll auch in Zukunft weiter beobachtet werden. Bisher wurden nur Proben untersucht, die äusserlich deutlichen Pilzbefall zeigten. Da die Studie gezeigt hat, dass Pilze auch vom Holzinneren isoliert werden konnten, sollte auch Holz, das keinen oberflächlichen Befall zeigt stichprobenartig auf Pilze kontrolliert werden. Ein grösserer Vergleich von HT und MB behandeltem Holz kann dann zeigen, ob und welche Behandlung besser gegen die Verschleppung von Pilzen wirkt.

Literatur

- Lambertz, G., 2008: Pilze auf hitzebehandeltem Verpackungsholz. Holz-Zentralblatt 14: 390.
Lambertz, G.; Welling, J.: Verpackungsholz Vermeidung von Schimmelbefall nach ISPM-15 Hitzebehandlung, Ein Leitfaden zur Qualitätssicherung. Faltblatt, Bundesverband HPE e.V. Bonn.
Yildiz, A.; Benlioglu, K.; Benlioglu, H.S., 2014: First Report of Strawberry Dieback Caused by *Lasiodiplodia theobromae*. Plant Disease 98, 11: 1579–1579

5.3 Nematoden

Im Jahr 2020 gelangten drei ISPM 15 Proben mit Verdacht auf Nematoden via Einfuhrkontrolleure SKSH an die WSL. Keine davon war positiv.

6 Schädlingsstatus

Tab. 6.1: Schädlingsstatus der walddirelevanten besonders gefährlichen Schadorganismen nach den Erhebungen 2020.

Name des Organismus	Art von bgSO	Anhang in PGesV-WBF-UVEK bzw. VpM-BAFU	Kategorie von bgSO***	Forstlich relevante Wirtspflanzen	Schädlingsstatus zu Beginn der Erhebung 2020	Aktualisierter Schädlingsstatus nach der Erhebung 2020	Bemerkungen
<i>Agrius anxius</i>	Insekt	1-1,3*	prioQO	<i>Betula</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	
<i>Agrius planipennis</i>	Insekt	1-1,3*	prioQO	<i>Fraxinus</i> sp. [<i>Juglans mandshurica</i> , <i>Ulmus davidiana</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Pterocarya rhoifolia</i>]	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	
<i>Anoplophora chinensis</i>	Insekt	1-1,3*	prioQO	Laubbäume	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Ein Fund 2006 auf einem importiertem Ahorn. Ein Nachweis 2014 in Privatgarten
<i>Anoplophora glabripennis</i>	Insekt	1-1,3*	prioQO	Laubbäume	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung (Befallsherde getilgt)	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung (Befallsherde getilgt)	Letzter Befallsherd 2019 getilgt, mehrmals bei Importkontrollen von Holzverpackungen nachgewiesen – letzter Nachweis 2016.
<i>Arrhenodes minutus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	<i>Quercus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Atropellis</i> spp.	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Pinus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Bretziella fagacearum</i>	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Quercus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Nematode	1-1,4*	prioQO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Ein Nachweis 2011 bei Rindenimporten aus Portugal
<i>Choristoneura</i> spp. (ausser europäische Arten)	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	

<i>Chrysomya arctostaphyli</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Picea</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Coniferiporia sulphurascens</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Coniferiporia weirii</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Cronartium</i> spp. (ausgenommen <i>C. gentianeum</i> , <i>C. pini</i> und <i>C. ribicola</i>)	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Pinus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Cryphonectria parasitica</i>	Pilz	3-2,1*	GNQO	<i>Castanea</i> sp., <i>Quercus</i> sp.	Vorhanden, verbreitet	Vorhanden, verbreitet
<i>Davidsoniella virescens</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Acer</i> sp. [<i>Liriodendron</i> sp.]	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Dendrolimus sibiricus</i>	Insekt	1-1,3*	prioQQ	Nadelbäume	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung
<i>Dothiostroma pini</i>	Pilz	3-2,1*	GNQO	<i>Pinus</i> sp.	Vorhanden, punktuell verbreitet	Vorhanden, punktuell verbreitet
<i>Dothiostroma septosporum</i>	Pilz	3-2,1*	GNQO	<i>Pinus</i> sp.	Vorhanden, verstreut verbreitet	Vorhanden, verstreut verbreitet
<i>Fusarium circinatum</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Pinus</i> sp. [<i>Pseudotsuga menziesii</i>]	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung
<i>Guignardia laricina</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Larix</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Lecanosticta acicola</i> (<i>Scirrhia acicola</i>)	Pilz	3-2,1*	GNQO	<i>Pinus</i> sp.	Vorhanden, punktuell verbreitet	Vorhanden, punktuell verbreitet
<i>Melampsora farlowii</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Tsuga</i>	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Melampsora medusae</i>	Pilz	1-1,2*	QQ	<i>Populus</i> sp., <i>Abies</i> sp., <i>Larix</i> sp., <i>Picea</i> sp., <i>Pinus</i> sp., <i>Pseudotsuga</i> sp. [<i>Tsuga</i> sp.]	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis

Name des Organismus	Art von bgSO	Anhang in PGesV-WBF-UVEK bzw. VpM-BAFU	Kategorie von bgSO***	Forstlich relevante Wirtspflanzen	Schädlingsstatus zu Beginn der Erhebung 2020	Aktualisierter Schädlingsstatus nach der Erhebung 2020	Bemerkungen
<i>Monochamus</i> spp. (aussereuropäische Populationen)	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Mycodiella laricis-lep-tolepidis</i>	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Larix</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Oligonychus perditus</i>	Milbe	1-1,3*	QO	<i>Juniperus</i> spp., <i>Chamaecyparis</i> spp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Phytophthora ramorum</i> (EU isolate)	Oomycet	3-1**	potQO	Diverse Laub- und Nadelbäume	Punktuell vorhanden, offizielle Tilgungsmassnahmen	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung (Befallsherde getilgt)	Zwischen 2003 und 2019 jedes Jahr mindestens einmal nachgewiesen
<i>Phytophthora ramorum</i> (nicht-EU Isolate)	Oomycet	1-1,2*	QO	Diverse Laub- und Nadelbäume	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	Nicht vorhanden, bestätigt durch Erhebung	
<i>Pissodes cibriani</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes fasciatus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes nemorensis</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes nitidus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes punctatus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes strobi</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes terminalis</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	
<i>Pissodes yunnanensis</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis	

<i>Pissodes zitacuarensis</i>	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Polygraphus proximus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	<i>Abies</i> sp., <i>Larix</i> sp., <i>Picea</i> sp., <i>Tsuga</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Pseudocercospora pini-densiflorae</i>	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Pinus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Pseudopityophthorus minutissimus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	<i>Quercus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Pseudopityophthorus pruinus</i>	Insekt	1-1,3*	QO	<i>Quercus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Scolytidae</i> spp. (ausser-europäische Arten)	Insekt	1-1,3*	QO	Nadelbäume	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Sphaerulina musiva</i>	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Populus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis
<i>Stegophora ulmea</i>	Pilz	1-1,2*	QO	<i>Ulmus</i> sp.	Nicht vorhanden, kein Nachweis	Nicht vorhanden, kein Nachweis

7 Früherkennung von potenziellen Schadorganismen

7.1 Potentielle Schadorganismen, die noch nicht in der Schweiz sind

Ludwig Beenken

Zusammenfassung

Für die Früherkennung von Schadorganismen, die in die Schweiz eingeschleppt und für den Wald gefährlich werden könnten, wurden die EPPO-Datenbank und Publikationen in Fachzeitschriften ausgewertet. Zu der bestehenden Liste von 2019 sind 2020 ein Bakterium, ein Insekt, ein Pilz und ein Oomycet hinzugekommen.

Folgende in der EPPO Datendank 2020 neu aufgeführten Schadorganismen sind in der PGesV-WBF-UVEK noch nicht gelistet. Sie könnten für den Schweizer Wald zum Problem werden, da sie leicht eingeschleppt werden könnten. Einige von ihnen sind schon im nahen Ausland vorhanden.

7.1.1 Bakterien

Lonsdalea populi

EPPO-Status: keiner

Herkunft: unbekannt. Wurde in China nachgewiesen

Vorkommen in Europa: Portugal, Spanien, Serbien, Ungarn

Wirtsbäume: Pappeln (*Populus x interamericana*, *P. x euramericana*)

Schäden: Rindenkrebs

Verbreitungswege: unbekannt

Kommentar: Dieses pathogene Bakterium wurde 2013 in Ungarn neu entdeckt. Seitdem scheint es sich in Europa weiter auszubreiten. Ende 2019 ist es in Portugal und Serbien aufgetaucht.

7.1.2 Insekten

Orgyia leucostigma – Bindenschwärmer

EPPO-Status: Warnliste seit 2020

Herkunft: Nordamerika, Vorkommen in Europa: abwesend

Wirtsbäume: Nadelbäume (*Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* u.a.), Laubbäume (*Acer*, *Fagus*, *Quercus*, *Fraxinus* u.a.)

Schäden: Raupenfrass an Blättern

Verbreitungswege: Pflanzenmaterial.

Kommentar: *Orgyia leucostigma* wurde kürzlich von EPPO als potenzielle Bedrohung für nordische Nadelwälder identifiziert. Dieses könnte daher auch für die Bergwälder in der Schweiz gelten. Die Raupen der Motte sind sehr polyphag und fressen sowohl an Nadel- als auch an Laubbäumen.

7.1.3 Pilze

Pestalotiopsis pini

EPPO-Status: Für die EPPO-Warnliste vorgesehen.

Herkunft: unbekannt, wurde auch in Chile und USA auf *Pinus radiata* gefunden.

Vorkommen in Europa: Portugal.

Wirtsbäume: Föhren (*Pinus pinea*, *P. pinaster*)

Schäden: Triebsterben und Stammnekrosen

Verbreitungswege: Konidien über Luft usw., infiziertes Holz.

Kommentar: In Portugal wurde das neue Pathogen, *Pestalotiopsis pini*, aus symptomatischen Föhren in Plantagen und städtischen Gebieten isoliert und neu beschrieben (Silva *et al.* 2020). Neben dem Föhrenpeckkrebs und den Kiefernholz-Nematoden ist dies eine weitere Föhrenkrankheit von der Iberischen Halbinsel, deren Einschleppung verhindert werden sollte.

7.1.4 Oomyceten

Phytophthora abietivora

EPPO-Status: Für die EPPO-Warnliste vorgesehen.

Herkunft: USA

Vorkommen in Europa: Keines

Wirtsbäume: Tannen (*Abies* spp.)

Schäden: Wurzelfäule, Absterben der Bäume

Verbreitungswege: Pflanzmaterial

Kommentar: *Phytophthora abietivora* ist eine neue Art, die von erkrankten Weihnachtsbäumen (*Abies fraseri*) in Connecticut (USA) beschrieben wurde (Li *et al.* 2019). Andere *Phytophthora*-Arten, wie *P. ramorum*, zeigen, dass eine schnelle Ausbreitung und eine Verschleppung auch über Kontinente hinweg leicht möglich sind. Eingeschleppte *Phytophthora*-Arten verursachen erhebliche Schäden und grossen Aufwand für die Überwachung in der Schweiz. Daher ist jedes neues Pathogen aus dieser Gattung potenziell gefährlich und eine Einschleppung muss verhindert werden.

7.2 Pathogene Pilze, die vor kurzem in der Schweiz aufgetaucht sind

Ludwig Beenken

Zusammenfassung

Erysiphe salmonii, ein aus Asien stammender Mehltaupilz auf Esche, wurde auf Blumenesche (*Fraxinus ornus*) im Süd-Tessin nachgewiesen. Er ist auch neu für Mitteleuropa.

Der 2019 erstmals in der Schweiz gefundene asiatische Haselmehltau, *Erysiphe corylacearum*, wurde dieses Jahr fast im ganzen Tessin, den Südtälern Graubündens und des Wallis sowie vereinzelt nördlich der Alpen nachgewiesen.

Neben der invasiven *Cryphonectria parasitica* auf *Castanea sativa* ist eine neue *Cryphonectria* Art auf *Carpinus betulus* in der Schweiz aufgetaucht. Sie wurde jetzt als neue Art beschrieben: *Cryphonectria carpinicola*. Der Eutypella-Ahornstammkrebs ist jetzt auch in der Schweiz nachgewiesen worden.

7.2.1 Neuer Mehltau auf Esche

Erysiphe salmonii

EPPO-Status: nicht aufgeführt

Herkunft: Asien

Vorkommen in Europa: Ukraine (Heluta *et al.* 2017). 2020 im Tessin erstmals für die Schweiz und Mitteleuropa nachgewiesen

Wirtsbäume: Eschen, *Fraxinus ornus* (Schweiz), *F. exelsior* und *F. pennsylvanica* (Ukraine)

Schäden: Mehltau-Pilz, Blattschäden (Abb. 7.2.1.1)

Verbreitungswege: Pflanzen, Blätter



Abb. 7.2.1.1: *Erysiphe salmonii* auf Blatt von *Fraxinus ornus*.

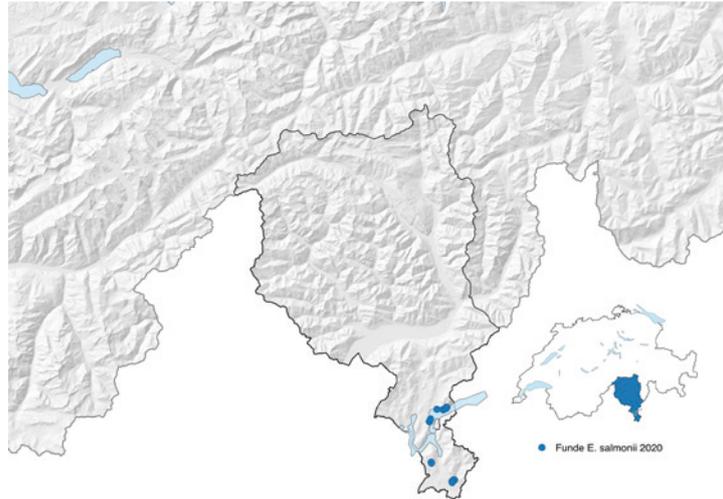


Abb. 7.2.1.2: Fundpunkte von *Erysiphe salmonii* im Tessin.

Kommentar: Die Art wurde in der Schweiz dieses Jahr erstmals von Th. Brodtbeck bei Lugano entdeckt und dann an mehreren Stellen im Süden des Tessins (Abb. 7.2.1.2) gefunden (Beenken und Brodtbeck 2020). Bisher wurde er hier nur auf *Fraxinus ornus* beobachtet, basierend auf den Berichten aus der Ukraine (Heluta *et al.* 2017) kann die Art auch auf anderen Eschenarten übergehen. Da die Eschen in Europa bereits durch das Eschensterben in grosser Bedrängnis sind und durch den Eschenprachtkäfer bedroht sind, ist jedes weitere Eschenpathogen von grosser Bedeutung, selbst dann, wenn die bisher beobachteten Schäden durch *E. salmonii* relativ gering sind.

7.2.2 Der asiatische Haselmehltau ist weiter verbreitet als angenommen

Erysiphe corylacearum

EPPO-Status: keiner

Herkunft: Asien

Vorkommen in Europa: Schweiz, Italien, Österreich, Ukraine, Türkei.

Wirtsbäume: Hasel (*Corylus avellana*), Baum-Hasel (*Corylus colurna*)

Schäden: Mehltau-Pilz, Blattschäden (Abb. 7.2.2.1)

Verbreitungswege: Pflanzen, Blätter

Kommentar: Der 2019 bei Lugano entdeckte asiatische Haselmehltau *Erysiphe corylacearum* (Beenken *et al.* 2020; Queloz *et al.* 2020) wurde beim Nachsuchen in 2020 fast im ganzen Tessin, in den Südtälern von Graubünden (Bergell, Misox, sowie je ein Fund in Filisur und Splügen), bei Gondo im Wallis sowie nördlich der Alpen an zwei Stellen im Kanton Zürich (Birmensdorf, Fischenthal) auf Hasel gefunden (Karte Abb. 7.2.2.2). Er wurde auch für das angrenzende Italien und Österreich (Mezzalama *et al.* 2020; Voglmayr *et al.* 2020) nachgewiesen. Im Süden der Schweiz (Tessin, Bergell) hatte ein hoher Prozentsatz der Haselsträucher auch ausserhalb von Siedlungen den Mehltau. In Norden (Kt. Zürich) und höheren Lagen (Filisur und Splügen, Kt. Graubünden) waren nur einzelne Sträucher in Siedlungen betroffen. Die beobachteten Schäden hielten sich in beiden Regionen in Grenzen. Es waren fast immer nur wenige Blätter eines Strauches befallen, besonders junge Blätter und solche an Wasserreisern. Teilweise war er mit dem heimischen Mehltau der Hasel, *Phyllactinia guttata*, vergesellschaftet.



Abb. 7.2.2.1: *Erysiphe corylacearum* auf Wasserreiser von Hasel.

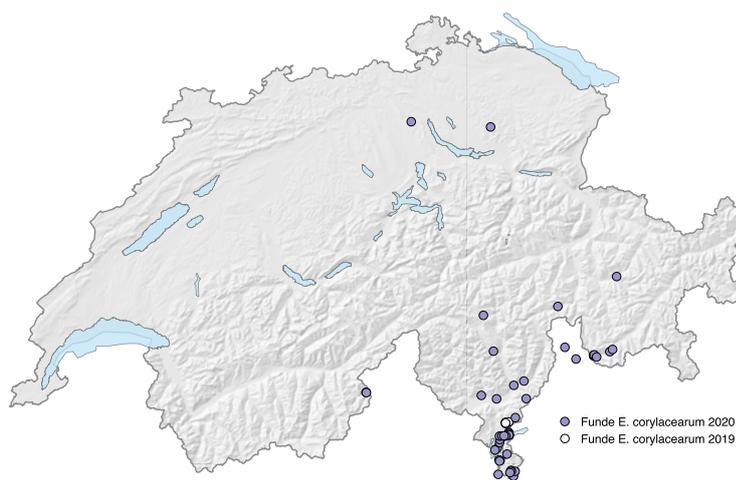


Abb. 7.2.2.2: Aktuelle Funde von *Erysiphe corylacearum* in der Schweiz.

7.2.3 Eine neue Art auf Hagebuche

Cryphonectria carpinicola

EPPO-Status: nicht aufgeführt

Herkunft: unbekannt, wurde in Georgien gefunden

Vorkommen in Europa: Italien, Österreich, Schweiz.

Wirtsbäume: Hagebuche (*Carpinus betulus*)

Schäden: Rindenschäden, Sekundärparasit (Abb. 7.2.3.1).

Verbreitungswege: Konidien, berindetes Holz.

Kommentar: Anfang der 2000er wurde in Italien im Zusammenhang mit dem Absterben von Hagebuchen ein neuer Konidien-Pilz entdeckt, der morphologisch *Cryphonectria parasitica* gleicht, aber sich molekular von dieser und anderen bekannten Arten unterscheidet. Dieser Pilz trat dann auch in Österreich und der Schweiz auf. Cornejo *et al.* (2020) konnten durch eine genaue phylogenetische Analyse, Kultur- und Infektionsexperimente zeigen, dass es sich um eine eigenständige auf *Carpinus* spp. spezialisierte Art handelt. Sie wurde daher als *Cryphonectria carpinicola* neu beschrieben. Bisher ist nur die Konidienform bekannt und die Herkunft ist unbekannt. Die nächst verwandten Arten sind aber europäische Arten, so dass die neue Art auch aus dem europäischen Raum stam-



Abb. 7.2.3.1: *Cryphonectria carpinicola* auf Hagebuchenrinde.

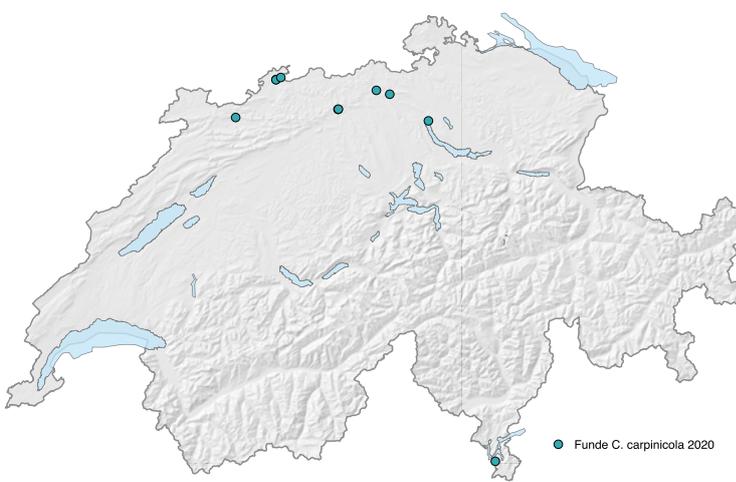


Abb. 7.2.3.2: Aktuelle Funde von *Cryphonectria carpinicola* in der Schweiz.

men sollte. Es könnte also sein, dass die Art einheimisch ist, aber bisher übersehen wurde. Der Kaukasus ist auch ein mögliches Ursprungsgebiet, da die Art auch in Georgien gefunden wurde. In der Schweiz konnte sie im Wald im Tessin und an mehreren Stellen im Jurabogen (AG, BL, JU) gefunden werden. Ausserdem gab es Vorkommen in den Städten Basel und Zürich an angepflanzten Bäumen (Abb. 7.2.3.2). Bisher wurde die Art an stark vorgeschädigten oder abgestorbenen Hagebuchen gefunden. Einige litten deutlich an Trockenstress und/oder waren ausserdem von anderen Schadpilze wie *Anthostoma decipiens* und *Armillaria* sp. befallen. In Infektionsexperimenten erzeugten Isolate der Art eher kleine Läsionen (Cornejo *et al.* 2020). Wir schliessen daraus, dass *C. carpinicola* kein sehr starkes Pathogen ist, sondern eher ein Schwäche- und Sekundärparasit. Ihr Auftreten in den Hagebuchenbeständen sollte dennoch beobachtet werden, da vieles an der Verbreitung und Biologie der neuen Art noch unbekannt ist.

7.2.5 Ahornstammkrebs jetzt auch in der Schweiz

Eutypella parasitica – Eutypella- Ahornstammkrebs

EPPO-Status: 2008 von der Warnliste gestrichen

Herkunft: Nordamerika

Vorkommen in Europa: Deutschland, Österreich, Italien, Tschechien, Ungarn, Polen, Kroatien, Slovenien (Erstfund 2005), Schweiz.

Wirtsbäume: Ahorn (*Acer* spp.)

Schäden: Eutypella- Ahornstammkrebs

Verbreitungswege: Ascosporen über Luft usw., infiziertes Holz.

Kommentar: In der Schweiz wurde dieses Pathogen in Frühjahr 2021 als erstes im Kt. Zürich in einem Garten nachgewiesen. Vermutlich ist der Pilz aber schon länger in der Schweiz, da der gefundene Ahornstammkrebs schon älter war. Es gibt auch ältere Aufsammlungen von ähnlichen Pilzen auf Ahorn, die noch überprüft und nachbestimmt werden müssen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Art scheint sehr langsam zu sein und die Schäden sind auch nicht allzu gross. Daher wurde sie 2008 wieder von der EPPO-Warnliste genommen. Da in letzter Zeit vermehrt Rindenläsionen mit Schleimfluss an Ahorn beobachtet wurden (s. u.), sollte dennoch in der Schweiz auch auf dieses Ahornpathogen vermehrt geachtet werden. Bisher wurde *E. parasitica* aber nicht in dieser Art von Läsion an Ahorn nachgewiesen.

7.2.5 Empfehlungen

Eine Bekämpfung der beiden asiatischen Mehltauarten im Wald wird nicht mehr möglich sein, da sie schon sehr häufig und weit verbreitet sind. Sie können daher südlich der Alpen als invasiv und etabliert angesehen werden. Der asiatische Haselmehltau ist nördlich der Alpen noch selten und nicht etabliert. Die verursachten Schäden sind aber sehr gering und scheinen tolerierbar zu sein. Die Erfahrung mit anderen, vor langer Zeit eingeschleppten Mehltauarten, wie dem Eichenmehltau (*E. alphitoides*) und dem Hölundermehltau (*E. vanbruntiana*), zeigen, dass die Schädigungen durch eingeschleppte Mehltäue von ihren Wirten im Wald im Grossen und Ganzen toleriert werden. Dennoch sollten verhindert werden, dass diese Mehltäue durch den Pflanzenhandel weiter verbreitet werden. Baumschulen und Plantagen sollte daher ihre Ware auf die neuen Arten hin kontrollieren und gegeben Falls gegen sie vorgehen.

Eine Bekämpfung der neue *Cryphonectria carpinicola* ist nicht möglich und nötig, da es sich um keinen sehr gefährlichen Pilz handelt, der sehr selten auftritt, aber in der Schweiz in Wäldern mit Hagebuchen relativ weit verbreitet ist und als etabliert gelten kann. Da *Eutypella parasitica* selten ist und sich nur langsam verbreitet, kann sie durch Tilgung befallener Bäume noch gut bekämpft werden. Da sie hauptsächlich ältere Bäume betrifft, spielt sie in Baumschulen wahrscheinlich keine Rolle. Eine genauere Bewertung für die Schweiz kann aber erst nach weiteren Untersuchungen erfolgen.

7.2.6 Ausblick

Die Entdeckung und Meldung der beiden neuen Mehltauarten durch Hobbymykologen hat gezeigt, wie fruchtbar eine gute Zusammenarbeit mit Amateuren vor Ort sein kann. Viele von ihnen haben eine sehr gute Artenkenntnis und oft auch die Zeit, grössere Gebiete abzusuchen. Daher soll diese Form der «Citizen Science» weiter gepflegt und ausgebaut werden. Das kann mithelfen, die Aus- und Verbreitung neuer Pilzarten genauer zu kartieren sowie weitere Einschleppungen von Pilzen frühzeitig zu erkennen. Die Aufmerksamkeit von Fachleuten vor Ort bleibt für die Früherkennung sehr wichtig, wie die Meldung des Ahornstammkrebses durch eine Baumpflegerin gezeigt hat.

Daneben hat die Studie zu der neuen Art *C. carpinicola* gezeigt, dass sich hinter scheinbar bekannten Pilzen neue Arten verbergen können. Besonders wenn ein Pilz ein geändertes Verhalten zeigt, zum Beispiel auf einem neuen Wirt vorkommt oder den bekannten Wirt mehr schädigt, lohnt es sich dieses intensiver zu untersuchen.

Literatur

- Beenken, L.; Brodtbeck, T., 2020: First record of *Erysiphe salmonii* causing powdery mildew on *Fraxinus ornus* in Switzerland. *New Disease Reports* 42, 22. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.022>
- Beenken, L.; Brodtbeck, T.; De Marchi, R., 2020: First record of *Erysiphe corylacearum* on *Corylus avellana* in Switzerland and in central Europe. *New Disease Reports* 41, 11. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.011>
- Cornejo, C.; Hauser, A.; Beenken, L.; Cech, T.; Rigling, D., 2020: *Cryphonectria carpinicola* sp. nov. Associated with hornbeam decline in Europe, *Fungal Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.11.012>
- Heluta, V.P.; Takamatsu, S.; Siahaan, S.A.S., 2017: *Erysiphe salmonii* (Erysiphales, Ascomycota), another East Asian powdery mildew fungus introduced to Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, 2017, 74(3): 212–219.
- Li, D.W.; Schultes, N.P.; LaMondia, J.A.; Cowles, R.S., 2019: *Phytophthora abietivora*, A New Species Isolated from Diseased Christmas Trees in Connecticut, U.S.A. *Plant Disease* 103: 3057–3064. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0583-RE>
- Mezzalama, M.; Guarnaccia, V.; Martano, G.; Spadaro, D., 2020: Presence of Powdery Mildew Caused by *Erysiphe corylacearum* on Hazelnut (*Corylus avellana*) in Italy. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2281-PDN>
- Queloz, V.; Cornejo, C.; Dubach, V.; Prospero, S.; Hölling, D.; Beenken, L.; Ruffner, B.; Rigling, D., 2020: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2019. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2019. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2019. *WSL Ber.* 94. 61 S.
- Silva, A.C.; Diogo, E.; Henriques, J.; Ramos, A.P.; Sandoval-Denis, M.; Crous, P.W.; Bragança, H., 2020: *Pestalotiopsis pini* sp. nov., an Emerging Pathogen on Stone Pine (*Pinus pinea* L.). *Forests* 11: 805. <https://doi.org/10.3390/f11080805>
- Voglmayr, H.; Zankl, T.; Krisai-Greilhuber, I.; Kirisits, T., 2020: First report of *Erysiphe corylacearum* on *Corylus avellana* and *C. colurna* in Austria. *New Disease Reports* 42: 14. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.014>

7.3 Neue *Neonectria*-Arten aus Rinden-Läsionen an Ahorn und Buche?

Ludwig Beenken

Zusammenfassung

Bei den Untersuchungen von Rindenläsionen an Ahorn- und Buchenstämmen wurden mehrfach Isolate der Pilzgattung *Neonectria* gefunden, deren ITS-Sequenzen nicht zu 100% den einheimischen Arten *Neonectria coccinea* oder *Neonectria punicea* zugeordnet werden konnten. Vielmehr glichen sie den ITS-Sequenzen einer nordamerikanischen und einer chinesischen *Neonectria*-Art. Um abzuklären, ob es sich dabei wirklich um ausländische eingeschleppte Pilze handelt, wurden weitere Gene sequenziert. Deren Analyse ergab, dass es sich bei den fraglichen Isolaten um die heimische *N. punicea* handelte und nicht um die ausländischen Arten.

7.3.1 Hintergrund

In diesem und in den letzten Jahren (2016–2020) wurden aus Rindenläsionen an Ahorn und Buche verschiedene Pilze isoliert. Darunter befanden sich immer wieder Isolate, die in der molekularen Diagnostik mittels ITS-Sequenzierung als *Neonectria coccinea* oder *N. punicea* identifiziert wurden. Die ITS-Sequenzen von sechs Isolaten aus Läsionen an Ahorn passten aber zu keiner der beiden Arten. Die Blast-Search in GenBank ergab für diese 99,81% Identität zu *Neonectria faginata* aus den USA (JQ868431) und 100% zu *N. confusa* aus China (FJ560437).

Da *Neonectria faginata* aus Nordamerika auf *Fagus grandifolia* beschrieben worden ist und *N. confusa* aus China (sie wird von einigen Autoren jetzt zu *N. punicea* gestellt), bestand die Befürchtung, dass es sich bei den Isolaten um eingeschleppte Pilze handelt. Es galt daher zu klären, ob die in der Schweiz in Rindenläsionen gefundenen *Neonectria*-Isolate heimisch sind oder ob sie zu einer aussereuropäischen Art bzw. einem ausser-europäischen *Neonectria*-Stamm gehören.

Beide ausländische Arten sind nahe mit den heimischen *N. coccinea* und *N. punicea* verwandt, so dass sich alle vier *Neonectria*-Arten nur in wenigen Basenpaaren ihrer ITS-Sequenzen unterscheiden. Die für die molekulare Identifikation standardmässig verwendete ITS-Region könnte also unter Umständen die Arten nicht sauber identifiziert haben. Daher wurden zusätzlich weitere Gene sequenziert, die nach Hirooka *et al.* (2013) besser geeignet sind, die Arten zu trennen.

7.3.2 Methode

Untersucht wurden 25 in der DNA-Sammlung des phytopathologischen Labors (PHP) der WSL befindlichen *Neonectria* DNAs, die von Isolaten aus Läsionen auf Bergahorn (15) Spitzahorn (1), Buche (8) und Platane (1) stammten. Folgende Genregionen wurden im PHP Labor sequenziert: Actin (ACT), Beta-Tubulin (TUB), Elongation factor 1-alpha (TEF1) und RNA polymerase II subunit 1 (RPB1). Die erhaltenen Sequenzen wurden mit Sequenzen aus GenBank durch Blast Search verglichen.

7.3.3 Ergebnisse

Alle 16 Isolate von Ahorn und das eine Isolat von Platane konnten eindeutig *Neonectria punicea* zugeordnet werden. Darunter auch die Sequenzen der sechs fraglichen Isolate, die zuerst mit den ITS-Sequenzen als *N. cf. faginata/confusa* identifiziert worden waren. Alle Sequenzen zeigten jeweils 100% Identität mit den korrespondierenden Sequenzen von europäischen *N. punicea* Stämmen in GenBank. Zwischen den Sequenzen desselben Gens der 16 Isolate gab es keine relevanten Unterschiede.

Sieben der acht Isolate, die von Rindenläsionen an Buchen stammten, wurden mit den zusätzlichen Genen, wie schon mit der ITS, eindeutig als *N. coccinea* identifiziert.

Ein Buchen-Isolat, das mittels ITS als *N. punicea* identifiziert wurde, zeigte in den anderen Genen Chromatogramme, die wie eine Mischung aus den Sequenzen von *N. coccinea* und *N. punicea* aussahen. Hier braucht es noch weitere Untersuchungen, um abzuklären, ob es sich um eine Mischinfektion handelte oder ein Hybrid aus beiden Arten vorlag. Mit den ausländischen *Neonectria*-Arten zeigten sie ebenfalls keine Übereinstimmungen.

7.3.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die ITS-Sequenz kann offensichtlich nahverwandte *Neonectria*-Arten nicht gut trennen und insbesondere *N. punicea* nicht immer eindeutig identifizieren. *Neonectria coccinea* wurde dagegen mit der ITS immer richtig bestimmt. Dass die ITS-Region nicht immer geeignet ist, Pilze auf Artniveau zu trennen, ist auch von anderen Pilzgruppen bekannt (z. B. Schimmelpilze der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* oder Askomyzeten der Gattung *Phialocephala*). Daher sollten im Zweifelsfall andere Gensequenzen hinzugezogen werden. Dieses ist besonders wichtig, wenn untersucht werden soll, ob neue Pilzpathogene vorliegen. Im vorliegenden Fall konnte so gezeigt werden, dass keiner der aus Rindenläsionen isolierten Pilze aussereuropäischen Ursprungs war und eingeschleppt wurde.

Literatur

Hirooka, Y.; Rossman, A.Y.; Zhuang, W.-Y.; Salgado-Salazar, C.; Chaverri, P., 2013: Species delimitation for *Neonectria coccinea* group including the causal agents of beech bark disease in Asia, Europe

7.4 Neue Krankheit an der Buche

Vivanne Dubach

Zusammenfassung

Seit 2012 breitet sich eine neue Buchenkrankheit in den USA und Kanada aus. Auch die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) zeigt sich anfällig. Der Nematode *Litylenchus crenatae mccannii* wurde Anfang 2020 als möglicher Verursacher der Krankheit identifiziert. Allerdings ist noch unklar, ob er die einzige Ursache für die Symptome ist oder ob noch weitere Faktoren/Organismen eine Rolle spielen.

Ein erstes exploratives Monitoring zum Buchennematoden *L. crenatae mccannii* erzielte keine Funde in der Schweiz.

Buchenblattkrankheit – eine neu auftretende Krankheit der Buche

In Waldgebieten im Osten der USA und in Kanada wurde seit 2012 eine neue Krankheit an Buchen (*Fagus* spp.) beobachtet. Die Buchenkrankheit (engl. Beech leaf disease, BLD) löst in den betroffenen Gebieten grosse Besorgnis aus. Das Vereinigte Königreich hat die Krankheit bereits in ihr Plant Health Risk Register aufgenommen. Aufgrund der schnellen Verbreitung und der Schwere der Symptome wird sie wohl demnächst der EPPO Alert Liste hinzugefügt (EPPO, 2020a).

Zu den frühen Symptomen gehören dunkelgrüne Bänder zwischen den Seitenadern der Blätter und Kleinblättrigkeit (Abb.7.4.1). Die dunkelgrünen Bereiche sind lederartig verdickt und es kommt zu Blattdeformationen (Abb.7.4.2). In fortgeschrittenem Stadium reduziert sich die Blattmasse aufgrund von absterbenden und abfallenden Knospen, verfrühtem Blattfall und Triebsterben.



Abb. 7.4.1: Ein typisches Symptom der Buchenkrankheit sind dunklere, bald lederartig verdickte Bereiche zwischen den Seitenadern der Blätter. Quelle (Zugriff 14.12.2020): <http://forestry.ohiodnr.gov/portals/forestry/pdfs/BLDAlert.pdf>



Abb. 7.4.2: Blattdeformationen und Kleinblättrigkeit sind Zeichen eines fortgeschrittenen Befalls. Quelle: Ewing *et al.* (2018).

Die EPPO (2020a) schreibt, dass betroffene Verjüngung innert 2–5 Jahren abstirbt, während sich der Absterbeprozess bei Adultbäumen über bis zu sechs Jahre erstreckt. In Gebieten, in denen die Krankheit etabliert ist, kann der Anteil der symptomatischen Bäume mehr als 90% erreichen (s. auch Burke *et al.* 2020). Es wurde jedoch eine gewisse Variabilität der Anfälligkeit bei den Buchen beobachtet.

Die Krankheit wurde erstmals 2012 auf *Fagus grandifolia* in Ohio (Lake County) gemeldet. Von dort breitete sie sich schnell auf andere Bezirke aus. Betroffen waren hauptsächlich Buchen in Wäldern, weniger in Landschaftsgebieten. Carta *et al.* (2020) isolierten eine neue Nematodenart aus symptomatischen Blättern und Knospen und beschrieben sie als *Litylenchus crenatae mccannii*.

Handoo *et al.* (2020) halten fest, dass *Litylenchus* eine relativ neue Gattung ist, welche zwei Arten und eine Unterart umfasst. Die in der Gattung *Litylenchus* enthaltenen Arten sind wichtige aufkommende Blattpathogene, die Bäume und Sträucher parasitieren, insbesondere Buchen in den USA. Dabei scheint *L. crenatae mccannii* eine be-

sonders aggressive Unterart zu sein, die verheerende Auswirkungen auf Buchen haben kann.

Zurzeit gilt der Nematode als Hauptverursacher der Buchenkrankheit. Da das Vorkommen von *L. crenatae mccannii* sowohl auf symptomatischem, als auch auf asymptomatischem Knospen- und Blattgewebe beobachtet wurde, ist zum heutigen Zeitpunkt nicht klar, ob der Nematode die alleinige Ursache der Krankheit ist oder nur als Vektor für unbekannte Erreger fungiert.

Studien lassen vermuten, dass Bakterien ebenfalls eine Rolle spielen könnten, namentlich die Gattungen *Wolbachia* und *Mucilaginibacter* (Burke *et al.* 2020). Die EPPO (2020b) schreibt, die beobachteten Unterschiede in den *Wolbachia*-Populationen bei gesunden und infizierten Blättern könnten auf die mögliche Beteiligung eines Insektenvektors hinweisen, der den Nematoden zwischen Blättern und Bäumen verbreiten könnte.

Betroffen sind hauptsächlich *F. grandifolia* (Amerikanische Buche). Beobachtet wurde die Krankheit jedoch auch an *F. sylvatica* (Rotbuche) und *F. orientalis* (Orientalische Buche). *F. engleriana* (Englers Buche) gilt als potenzieller Wirt. Betroffene Rotbuchen stammten sowohl aus dem Wald, als auch aus Baumschulen.

Der genaue Verbreitungsmodus ist noch nicht bekannt. Die EPPO (2020a) hält allerdings fest, dass Jungbäume für Pflanzungen und Schnittmaterial potentiell zur Verbreitung über lange Strecken beitragen. Da Reed *et al.* (2020) in Ohio nachwies, dass die Populationsgrößen im Herbst zunahmten und dass die Nematoden in der Streu überwintern können, ohne von kalten Temperaturen beeinträchtigt zu werden, sind auch andere Verbreitungswege nicht ausgeschlossen (Reed *et al.* 2020).

Erstes exploratives Monitoring in der Schweiz

Im Sommer 2020 wurde ein erstes exploratives Monitoring in der Schweiz durchgeführt. Aus 20 Baumkronen von drei Standorten (BL, MuttENZ; ZH, Affoltern a.A., Hedingen; Abb. 7.4.3) mit durch die Trockenheit 2018 geschwächten und geschädigten Buchen wurden schadhafte Licht- und Schattenblätter gesammelt (Sammlung durch Martin Gossner, WSL).

Pro Baum wurde eine Mischprobe aus Licht- und Schattenblättern untersucht. Die Gruppe Phytopathologie verarbeitete die Proben gemäss Carta *et al.* (2020) und resuspendierte die Extrakte in 500 µl Wasser. Diese Resuspension wurde anschliessend visuell unter dem Mikroskop überprüft (35 mm Petrischale).

In keiner Probe konnten Nematoden nachgewiesen werden. Sichtbar waren nur Bakterien, Hefen und Pilzmyzel (Abb. 7.4.4).



Abb. 7.4.3: Im Rahmen eines explorativen Monitorings wurden von 20 Bäumen von drei Standorten in zwei Kantonen (BL, MuttENZ; ZH, Affoltern a.A., Hedingen) Kronenblätter auf die Präsenz von *L. crenatae mccannii* hin untersucht.

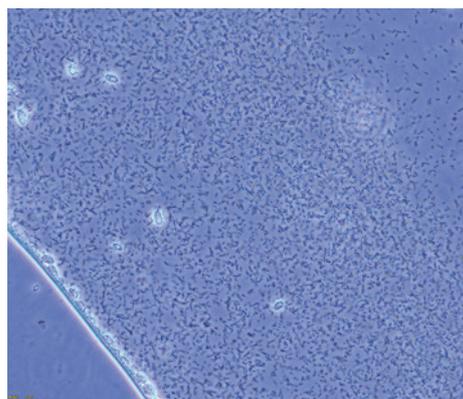


Abb. 7.4.4: Mikroaufnahme einer Resuspension eines Buchenblattextraktes mit Bakterien. Foto: Quirin Kupper.

Ausblick

Die Rotbuche ist eine wichtige Laubbaumart in der Schweiz. Angesichts der Gefährdung von Buchen durch *L. crenatae mccannii* sollte die Situation im Auge behalten werden.

Literatur

- Burke, D.J.; Hoke, A.J.; Koch, J., 2020: The emergence of beech leaf disease in Ohio: probing the plant microbiome in the search of the cause. *Forest Pathology*, e12580. <https://doi.org/10.1111/efp.12579>
- Carta, L.K.; Handoo, Z.A.; Li, S.; Kantor, M.R.; Bauchan, G.; McCann, D.; Gabriel, C.K.; Yu, Q.; Reed, S.E.; Koch, J. *et al.*, 2020: Beech leaf disease symptoms caused by newly recognized nematode subspecies *Litylenchus crenatae mccannii* (Anguinata) described from *Fagus grandifolia* in North America. *For. Path.* 50, e12580.
- EPPO, 2020a: EPPO Alert List – Beech leaf disease – An emerging disease of beech of unknown etiology. Zugriff 14.12.2020: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_nematodes/litylenchus_crenatae
- EPPO, 2020b: Studies on the possible cause of Beech leaf disease in North America. EPPO Reporting Service 04 – 2020; article 2020/082.
- Ewing, C.J.; Hausman, C.E.; Pogacnik, J.; Slot, J.; Bonello, P., 2018: Beech leaf disease: An emerging forest epidemic. *Forest Pathology* 49: e12488. DOI: 10.1111/efp.12488.
- Handoo, Z.; Kantor, M.; Carta, L., 2020: Taxonomy and Identification of Principal Foliar Nematode Species (*Aphelenchoides* and *Litylenchus*). *Plants* 9, 1490; doi:10.3390/plants9111490.
- Reed, S.E.; Greifenhagen, S.; Yu, Q.; Hoke, A.; Burke, D.J.; Carta, L.K.; Handoo, Z.A.; Kantor, M.R.; Koch, J., 2020: Foliar nematode, *Litylenchus crenatae* ssp. *mccannii*, population dynamics in leaves and buds of beech leaf disease-affected trees in Canada and the US. *Forest Pathology* 50(3): e12599. DOI: 10.1111/efp.12599

8 Molekulare Diagnostik

Carolina Cornejo und Salome Schneider

Zusammenfassung

Im Routinebetrieb wurden 1418 Proben molekulargenetisch auf Schadorganismen (Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyzeten und Pilze) analysiert. Diese stammten aus der Kontrolltätigkeit des EPSD, der Gebietsüberwachung von Quarantäneorganismen sowie dem regulären Meldewesen von Waldschutz Schweiz.

Bei den Analysen der Proben kommen verschiedene molekulargenetische Methoden zur Anwendung, die es erlauben, spezifische Quarantäneorganismen nachzuweisen oder allgemein Schadorganismen wie Pilze, Bakterien oder Insekten zu identifizieren. Die Palette an Methoden wird laufend mit zusätzlichen Organismen erweitert sowie die Qualität der Diagnostik verbessert.

8.1 Routinediagnostik

Verglichen mit 2019 verzeichnete das WSL-Diagnostiklabor im 2020 eine Zunahme von 28% an untersuchten DNA-Proben sowie einen in den letzten Jahren stetig wachsenden Aufwand für einzelne, komplexe Fälle. Im Routinebetrieb wurden Verdachtsproben von Insekten, Pilz- oder Bakterienkulturen, oder unterschiedliche Umweltproben wie etwa Blätter, Nadeln, Rinde, Erde u. a. verarbeitet. Untersucht wurden 1418 DNA-Proben auf pathogene Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyzeten (*Phytophthora* spp.) und Pilze (Abb. 8.1.1 und Abb. 8.1.2). Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Fälle mit Verdacht auf Bakterien, Insekten, Nematoden und Pilzen zu, während *Phytophthora*-Proben leicht rückgängig waren.

Darüber hinaus befasste sich das Routinelabor im letzten Jahr vermehrt mit komplexen Analysen von einzelnen Proben oder engagierte sich bei der Früherkennung

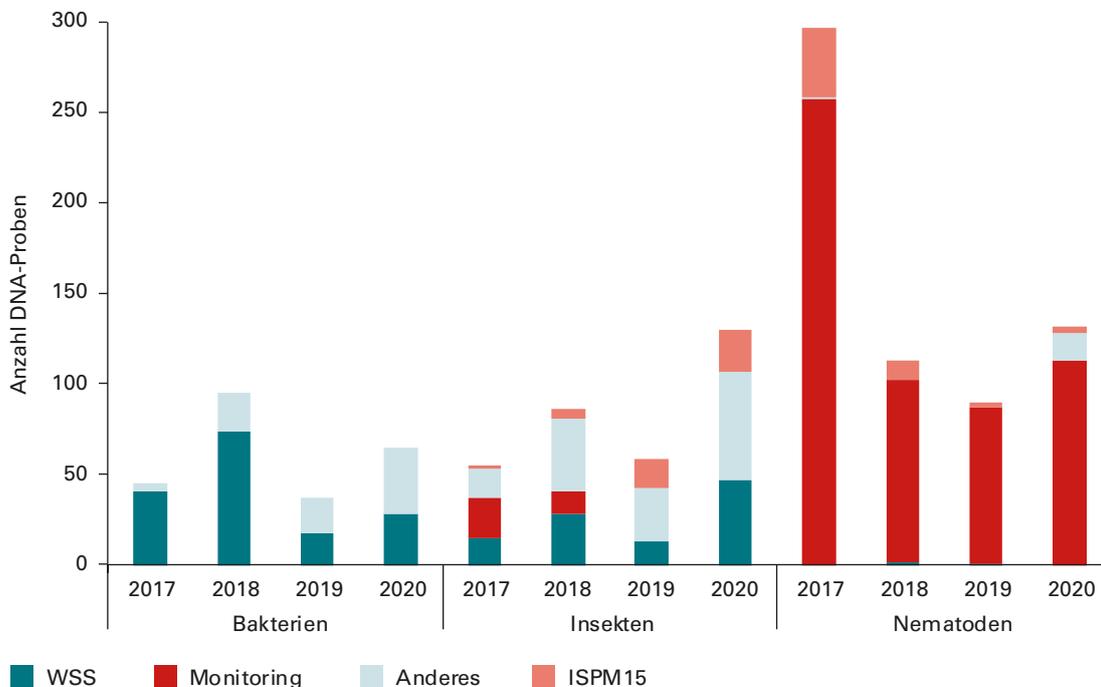


Abb. 8.1.1: Anzahl untersuchter DNA-Proben von Bakterien, Insekten und Nematoden in den Jahren 2017–2020 (Stand per 31. Dezember 2020). Im Jahr 2017 zeigten zwei Walliser Standorte (Visp und Glis) ein ausgedehntes, akutes Föhrensterben und wurden deshalb intensiver auf das Vorkommen von Holznematoden untersucht.

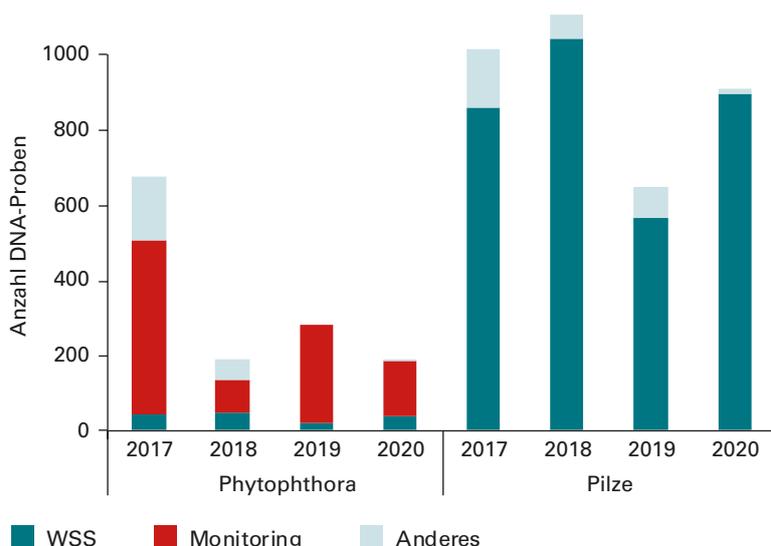


Abb. 8.1.2: Anzahl untersuchter DNA-Proben von Oomyzeten (*Phytophthora* spp.) und Pilzen in den Jahren 2017–2020 (Stand per 31. Dezember 2020).

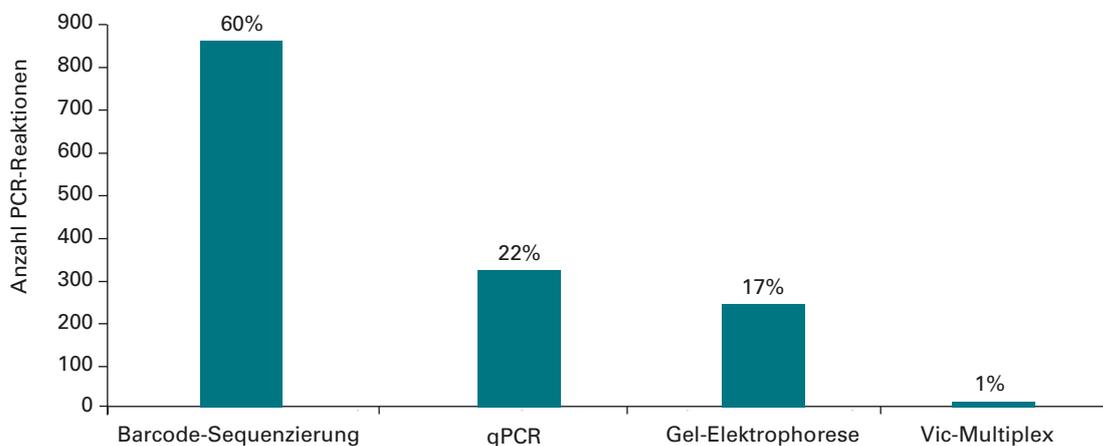


Abb. 8.1.3: Untersuchungen von Verdachtsfällen auf Bakterien, Insekten, Nematoden, Oomyzeten und Pilzen im Jahr 2020 (Stand per 31. Dezember 2020). Sequenziert wurde mehrheitlich der ITS-Barcode für Pilze und Oomyzeten sowie der Insekten-Barcode COX1. Weitere 22% der Untersuchungen basieren auf den spezifischen Nachweis von Pathogenen mittels qPCR. Bei 17% der Proben wurden PCR-Reaktionen mit anschließender Gel-Elektrophorese durchgeführt und bei 1% der VC-Typ von *Cryphonectria parasitica* bestimmt.

von potentiell neuen Schadorganismen. Insbesondere für die Bestimmung von Pilzen war zusätzlicher Aufwand notwendig. Ein bekanntes Beispiel ist die Bestimmung von *Fusarium*-Arten, welche nicht allein mit dem ITS-Barcode sondern nur mit zusätzlichen DNA-Analysen bestimmt werden können.

Verdachtsfälle auf Pilz-Krankheiten waren mit 70% der untersuchten DNA-Proben stark vertreten. Der Grossteil der PCR-Analysen (60%) betraf die Sequenzierung des ITS-Barcodes (Internal Transcribed Spacer) für Pilze und Oomyzeten oder COX1 (Cytochrom-c-Oxidase I) für Insekten, während bei 22% eine spezifische quantitative PCR (qPCR) für diverse Krankheiten angewendet wurde: *Dothistroma septosporum*, *D. pini* und *Lecanosticta acicola* (Rotband- und Braunflecken-Krankheit); *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* und *Rahnella victoriana* (akutes Eichensterben); *Fusarium circinatum* (Pechkrebs der Föhre); *Bursaphelenchus xylophilus* (Kiefernholz nematode) und *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*. Bei 17% der Proben basierten die Analysen auf spezifischen PCR-Reaktionen mit anschließender Gel-Elektrophorese. Schliesslich betraf 1% der PCR-Reaktionen die Bestimmung des VC-Typs von *Cryphonectria parasitica* mittels Multiplex-PCR (Abb. 8.1.3).

8.2 Etablierung neuer molekularer Diagnostikmethoden

Für die Anwendung in der Routinediagnostik kamen in diesem Jahr neu dazu der direkte Nachweis von *Hymenoscyphus fraxineus*, verantwortlich für das Eschentriebsterben, *Cryphonectria parasitica*, Verursacher des Kastanienrindenkrebs sowie *Phytophthora cinnamomi* und *P. cambivora*, beides Oomyzeten, welche zahlreiche Baumarten befallen können. Der Nachweis erfolgt mit qPCR und verschiedenen Probenarten, unter anderem Fruchtkörper, Myzelmatten sowie Holz- und Bodenproben. Zusätzlich wurde die Auswahl von Barcodes für Pilze erweitert, was eine bessere Auflösung für verschiedene Artenkomplexe erlaubt (Tab. 8.2.1).

Tab. 8.2.1: Molekulargenetische Methoden, die für den Nachweis von Quarantäneorganismen und anderen walddrelevanten Schadorganismen an der WSL verwendet werden. Für die hervorgehobenen Organismen wurden in unserem Labor 2020 neue Diagnostikmethoden etabliert.

*PCR und Sequenzierung mit universellen Primern.

Schadorganismus	Diagnostikmethode 1	Diagnostikmethode 2
<i>Dothistroma septosporum</i> , <i>D. pini</i> und <i>Lecanosticta acicola</i>	Multiplex-qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Spezifische Endpunkt-PCR gefolgt von enzymatischem Verdau und Gelelektrophorese
<i>Fusarium circinatum</i>	qPCR (TaqMan)	Isolierung aus Samen und Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Ceratocystis platani</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Cryphonectria parasitica</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Holzprobe gefolgt von morphologischer Identifizierung
<i>Cryphonectria parasitica</i>	Bestimmung der vc-Typen mittels Multiplex-PCR und Fragmentlängen-Analyse	Paarungstests mit EU Testerstämmen
<i>Phytophthora ramorum</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzen- und Bodenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Phytophthora ramorum</i>	Multiplex-PCR mit Mikrosatelliten-Markern, um nordamerikanische von europäischen Stämmen zu unterscheiden	–
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzen- und Bodenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Phytophthora cambivora</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Isolierung aus Pflanzen- und Bodenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Phytophthora</i> spp.	DNA-Barcoding mit Phytophthora-spezifischen Primern direkt an Pflanzenmaterial	Isolierung aus Pflanzenproben gefolgt von DNA-Barcoding*
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	qPCR (TaqMan) mit interner Kontrolle	Spezifische Endpunkt-PCR gefolgt von Gelelektrophorese
<i>Anoplophora glabripennis</i> , <i>A. chinensis</i>	DNA- Barcoding*	–
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aesculi</i>	qPCR mit Schmelzkurven-Analyse (SybrGreen)	Isolierung aus Rindenproben gefolgt von DNA-Barcoding *
<i>Gibbsiella quercinecans</i> , <i>Brenneria goodwinii</i> und <i>Rahnella victoriana</i>	Multiplex-qPCR (TaqMan)	Isolierung aus Swab-Proben gefolgt von DNA-Barcoding*
Weitere Quarantäneorganismen gemäss PGesV	DNA-Barcoding*	Morphologische Identifizierung
Unbekannte Bakterien, Pilze und Insekten	DNA-Barcoding*	–

Ausserdem etablierte unser Diagnostik-Labor im Jahr 2020 eine publizierte Multiplex-PCR mit sogenannten Mikrosatelliten-Markern für die Analyse der innerartlichen Variabilität von *P. ramorum* (Vercauteren *et al.* 2010). Wir testeten diese Multiplex-PCR mit Proben aus unserer *Phytophthora*-Sammlung und konnten zwischen nordamerikanischen und europäischen Isolaten von *P. ramorum* unterscheiden (s. Kap. 4.2). Damit steht uns ein diagnostischer Test zur Verfügung, um nicht-EU Isolate von *P. ramorum* zu identifizieren, welche in der neuen Pflanzengesundheitsverordnung der EU strenger reguliert werden als Isolate, die bereits in Europa vorhanden sind.

DNA Extraktionsmethoden für den Nachweis von Pilzen in Sporen-, Insekten- und Pollenfallen wurden optimiert und im Labor etabliert. Mittels routinemässig eingesetzten qPCRs können verschiedene geregelte Nicht-Quarantäneorganismen (*Dothistroma* spp., *Lecanosticta acicola*, *Cryphonectria parasitica*) direkt nachgewiesen werden. Darüber hinaus etablierte unser Labor eine Metabarcoding Methode, womit Pilzgemeinschaften in den verschiedenen Fallentypen bestimmt werden können.

8.3 Teilnahme an internationalen Ringtests

Im Rahmen des EU Forschungsprojekts VALITEST (<https://www.valitest.eu>) nahm unser Labor 2019 an einer Test Performance Study für den Nachweis des Kiefernholz-nematoden *Bursaphelenchus xylophilus* teil. Zusätzlich zu vermehrter Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Labors sollten dadurch neue Validierungsdaten generiert und dadurch eine Harmonisierung der Diagnostiktests erreicht werden. Für die Test Performance Study wurden Holz- und DNA-Extrakte mit der qPCR-Methode analysiert, welche in der Routinediagnostik etabliert und im EPPO Standard PM7/4 (3) zum Nachweis von *B. xylophilus* direkt im Holzextrakt beschrieben ist. Zusätzlich wurden speziell für diese Test Performance Study die Proben mit einer konventionellen PCR analysiert, welche in unserem Labor bisher nicht angewendet wurde. Anfangs 2020 wurden die Tests ausgewertet und die Resultate uns mitgeteilt. Während mittels qPCR alle positiven und negativen Fälle bestätigt werden konnten, wurde mittels konventioneller PCR eine Probe als falsch-negativ identifiziert. Das lag in erster Linie daran, dass unser Labor DNA-Proben vor der PCR routinemässig verdünnt, um PCR-Inhibition zu verhindern. Der durchgeführte Test zeigte, dass unsere routinemässige eingesetzte qPCR-Methode den Kiefernholz-nematoden zuverlässig detektieren kann.

Mit der Teilnahme am Practibar Proficiency Test konnten wir die Bearbeitung von Sequenzdaten gemäss dem EPPO Standard PM7/129 (1) überprüfen und die Resultate mit anderen europäischen Labors vergleichen. In unserem Labor wurden jeweils drei Sequenzen von Bakterien, Pilzen und Insekten analysiert. Die Verantwortlichen dieses Proficiency Tests teilten uns anfangs 2020 mit, dass in unserem Labor für alle Sequenzen die korrekte Art identifiziert wurde.

Im November nahmen wir am Proficiency Test «Detection and identification of *Bursaphelenchus xylophilus*» teil, welchen das EU Referenzlabor für pflanzenparasitische Nematoden organisierte. In unserem Labor wurden Holzproben und Holzextrakte mit der qPCR analysiert, welche bei uns in der Routinediagnostik etabliert ist. Die Auswertung dieses Tests ist noch ausstehend.

Für unser Labor dient die Teilnahme an solchen Proficiency Tests in erster Linie der Qualitätssicherung und der Entwicklung und Validierung von neuen Diagnosemethoden. Gleichzeitig wird dadurch der Austausch mit anderen Diagnostiklabors gefördert.

8.4 Publikationen

Zusätzlich zu den Proficiency Tests dienen Publikationen dazu, sich mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft auszutauschen, wichtige Erkenntnisse öffentlich zu machen und neue Methoden im Labor zu etablieren.

Im Rahmen einer Untersuchung von gehandelten sowie in botanischen Gärten gesammelten Samen wurde die Zusammensetzung endophytischer Pilze untersucht

(Franić *et al.* 2019, 2020). Verschiedene genetische Marker (Internal transcribed spacer 1 und 2) wurden dazu in unserem Labor evaluiert und für Metabarcoding eingesetzt. Die dabei gesammelten Erfahrungen und etablierten molekularbiologischen Methoden können nun in kommenden Aufgaben eingesetzt werden. Primär sind das Untersuchungen von Sporen- und Insektenfallen, welche in der Gebietsüberwachung zur Früherkennung von Infektionsherden dienen.

Im Zusammenhang der erstmaligen Entdeckung des akuten Eichensterbens im Raum Basel 2017 wurde in unserem Labor eine qPCR etabliert und weiterentwickelt. Damit werden die drei wichtigsten Bakterienarten, welche im Zusammenhang mit dieser Krankheit auftreten, direkt in Schleimflussproben und Holzmaterial nachgewiesen. Dies wurde in diesem Jahr von Ruffner *et al.* (2020) in Form eines New Disease Reports publiziert. Die Methode kommt heute routinemässig in unserem Labor zum Einsatz.

8.5 Ausblick

Das Interesse an direkten Analysen von Umwelt-DNA (englisch: environmental DNA, eDNA) hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Dabei variiert das Verständnis von eDNA Analysen je nach Anwendung. Grundsätzlich arbeiten wir schon seit längerem mit eDNA, wie zum Beispiel der direkte Nachweis bestimmter Quarantäneorganismen und anderer waldrelevanter Schadorganismen in Holzproben, Schleimflussabstrichen und Blattmaterial. In Zukunft werden wir mit Proben arbeiten, welche generell viel DNA enthalten, wie zum Beispiel Sporen- und Insektenfallen für die Gebietsüberwachung, jedoch erwartungsgemäss keine oder nur sehr wenig DNA der Zielorganismen. Dies bedeutet, dass die Proben mit grosser Vorsicht behandelt werden müssen, um Kontaminationen zu verhindern. Aus diesem Grund werden wir im kommenden Jahr einige Anpassungen in unseren Labors durchführen, um mit solchen Proben arbeiten zu können. Zudem plant die WSL in naher Zukunft ein eDNA Labor aufzubauen, welches die regulären Standards erfüllt (Überdruck, mit Javelwasser abwaschbaren Wände, Sterilbanken, etc.), damit solch heikle Proben bearbeitet werden können.

Wie früher erwähnt wurden schon mehrere Metabarcoding-Projekte in unserem Labor durchgeführt. Die Analysen der Daten wurden bisher in Kollaboration mit externen Spezialisten durchgeführt. In Anbetracht der steigenden Anzahl von Metabarcoding-Proben unter anderem in Zusammenhang mit der Gebietsüberwachung planen wir, eine bioinformatische Pipeline aufzubauen, um genetische Daten aus Metabarcoding-Projekten analysieren zu können.

Literatur

- Franić, I.; Eschen, R.; Allan, E.; Hartmann, M.; Schneider, S.; Prospero, S., 2020: Drivers of richness and community composition of fungal endophytes of tree seeds. *FEMS Microbiology Ecology*. doi:10.1093/femsec/fiaa166
- Franić, I.; Prospero, S.; Hartmann, M.; Allan, E.; Auger-Rozenberg, M.A.; Grünwald, N.J.; Kenis, M.; Roques, A.; Schneider, S.; Snieszko, R.; Williams, W.; Eschen, R., 2019: Are traded forest tree seeds a potential source of nonnative pests? *Ecological Applications*. doi:10.1002/eap.1971
- Ruffner, B.; Schneider, S.; Meyer, J.; Queloz, V.; Rigling, D., 2020: First report of acute oak decline disease of native and non-native oaks in Switzerland. *New Disease Reports*. doi:10.5197/j.2044-0588.2020.041.018
- Vercauteren, A.; De Dobbelaere, I.; Grünwald, N.J.; Bonants, P.; Van Bockstaele, E.; Maes, M.; Heungens, K., 2010: Clonal expansion of the Belgian *Phytophthora ramorum* populations based on new microsatellite markers. *Molecular Ecology* 19, 92-107. doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04443.x

9 Publikationen

9.1 Wissenschaftliche Publikationen

- Beenken, L.; Brodtbeck, T., 2020: First record of *Basidiophora simplex* causing downy mildew on *Symphiotrichum novae-angliae* in Switzerland and Europe. *New Disease Reports* 42: 23, doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.023>
- Beenken, L.; Brodtbeck, T., 2020: First record of *Erysiphe salmonii* causing powdery mildew on *Fraxinus ornus* in Switzerland. *New Disease Reports* 42: 22, doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.022>
- Beenken, L.; Brodtbeck, T.; De Marchi, R., 2020: First record of *Erysiphe corylacearum* on *Corylus avellana* in Switzerland and in central Europe. *New Disease Reports* 41: 11, doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.011>
- Beenken, L.; Gross, A.; Queloz, V., 2020: Phylogenetic revision of *Petrakia* and *Seifertia* (*Melanommataceae*, *Pleosporales*): new and rediscovered species from Europe and North America. *Mycological Progress* 19, 5: 417-440, doi: 10.1007/s11557-020-01567-7
- Dennert, F.; Rigling, D.; Meyer, J.B.; Schefer, C.; Augustiny, E.; Prospero, S., 2020: Testing the pathogenic potential of *Cryphonectria parasitica* and related species on three common European *Fagaceae*. *Frontiers in Forests and Global Change* 3: 52 (8 pp.). doi: 10.3389/ffgc.2020.00052
- Drenkhan, R.; Ganley, B.; Martín-García, J.; Vahalík, P.; Adamson, K.; Adamčíková, K.; Ahumada, R.; Blank, L.; Bragança, H.; Cleary, M.; Cornejo, C.; Mullet, M.S., 2020: Global geographic distribution and host range of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker. *Forests* 11, 7: 724 (38 pp.). doi: 10.3390/f11070724
- EFSA Panel on Plant Health (PLH); Bragard, C.; Dehnen-Schmutz, K.; Di Serio, F.; Jacques, M.A.; Jaques Miret, J.A.; Justesen, A.F.; MacLeod, A.; Magnusson, C.S.; Milonas, P.; Navas-Cortes, J.A.; Parnell, S.; Potting, R.; Reignault, P.L.; Thulke, H.H.; Van der Werf, W.; Vicent Civera, A.; Yuen, J.; Zappalà, L.; Battisti, A.; Douma, J.C.; Rigling, D.; Mosbach-Schulz, O.; Stancanelli, G.; Tramontini, S.; Gonthier, P., 2020: Commodity risk assessment of oak logs with bark from the US for the oak wilt pathogen *Bretziella fagacearum* under an integrated systems approach. *EFSA Journal* 18, 12: e06352 (67 pp.). doi: 10.2903/j.efsa.2020.6352
- EFSA Panel on Plant Health (PLH); Bragard, C.; Dehnen-Schmutz, K.; Di Serio, F.; Jacques, M.; Miret, J.A.J.; Fejer Justesen, A.; MacLeod, A.; Magnusson, C.S.; Milonas, P.; Navas-Cortes, J.A.; Parnell, S.; Potting, R.; Reignault, P.L.; Thulke, H.; Van der Werf, W.; Civera, A.V.; Yuen, J.; Zappalà, L.; Battisti, A.; Mas, H.; Rigling, D.; Mosbach-Schulz, O.; Gonthier, P., 2020: Commodity risk assessment of *Acer* spp. plants from New Zealand. *EFSA Journal* 18, 5: 6105 (87 pp.). doi: 10.2903/j.efsa.2020.6105
- Franić, I.; Allan, E.; Prospero, S.; Eschen, R., 2020: Risks of pest and disease movement via plant and seed exchanges. *BGjournal: Journal of Botanic Gardens Conservation International* 17, 1: 30–32.
- Franić, I.; Eschen, R.; Allan, E.; Hartmann, M.; Schneider, S.; Prospero, S., 2020: Drivers of richness and community composition of fungal endophytes of tree seeds. *FEMS Microbiology Ecology* 96, 9: fiaa166 (10 pp.). doi: 10.1093/femsec/fiaa166
- Heinzelmann, R.; Rigling, D.; Sipos, G.; Münsterkötter, M.; Croll, D., 2020: Chromosomal assembly and analyses of genome-wide recombination rates in the forest pathogenic fungus *Armillaria ostoyae*. *Heredity* 124: 699–713. doi: 10.1038/s41437-020-0306-z
- Jactel, H.; Desprez-Loustau, M.; Battisti, A.; Brockerhoff, E.; Santini, A.; Stenlid, J.; Björkman, C.; Branco, M.; Dehnen-Schmutz, K.; Douma, J.C.; Drakulic, J.; Drizou, F.; Eschen, R.; Franco, J.C.; Gossner, M.M.; Green, S.; Kenis, M.; Klapwijk, M.J.; Liebhold, A.M.; ... Zalucki, M.P., 2020: Pathologists and entomologists must join forces against forest pest and pathogen invasions. *NeoBiota* 58: 107–127. doi: 10.3897/neobiota.58.54389
- Klesse, S.; von Arx, G.; Gossner, M. M.; Hug, C.; Rigling, A.; Queloz, V. 2020: Amplifying feedback loop between growth and wood anatomical characteristics of *Fraxinus excelsior* explains size-related susceptibility to ash dieback, *Tree Physiology*, tpaa091, doi: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa091>

- Landolt, M.; Stroheker, S.; Queloz, V.; Gall, A.; Sieber, T. N. 2020: Does water availability influence the abundance of species of the *Phialocephala fortinii* s.l. – *Acephala applanata* complex (PAC) in roots of pubescent oak (*Quercus pubescens*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*)? *Fungal Ecology*, 44.
- Leigh, D.M.; Schefer, C.; Cornejo, C., 2020: Determining the suitability of MinION's direct RNA and DNA amplicon sequencing for viral subtype identification. *Viruses* 12, 8: 801 (11 pp.). doi: 10.3390/v12080801
- Mizeriene, G.; Cerny, K.; Zyka, V.; Bakonyi, J.; Nagy, Z.Á.; Oliva, J.; Redondo, M.A.; Corcobado, T.; Martín-García, J.; Prospero, S., 2020: Patterns of genetic diversification in the invasive hybrid plant pathogen *Phytophthora x alni* and its parental species *P. uniformis*. *Phytopathology* 110, 12: 1959–1969. doi: 10.1094/PHYTO-12-19-0475-R
- Rigling, D.; Robin, C.; Prospero, S., 2020: Mycovirus-mediated biological control. In: 2020: Reference module in life sciences. sine loco. Elsevier 1–10. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.21516-1
- Ruffner, B.; Schneider, S.; Meyer, J.; Queloz, V.; Rigling, D., 2020: First report of acute oak decline disease of native and non-native oaks in Switzerland. *New Disease Reports* 41: 18 (1 pp.). doi: 10.5197/j.2044-0588.2020.041.018
- Stauber, L.; Prospero, S.; Croll, D., 2020: Comparative genomics analyses of lifestyle transitions at the origin of an invasive fungal pathogen in the genus *Cryphonectria*. *mSphere* 5, 5: e00737-20 (17 pp.). doi: 10.1128/mSphere.00737-20
- Valdés-Correcher, E.; Moreira, X.; Augusto, L.; Barbaro, L.; Bouget, C.; Bouriaud, O.; Branco, M.; Centenaro, G.; Csóka, G.; Damestoy, T.; Dobrosavljević, J.; Duduman, M.; Dulac, A.; Eötvös, C. B.; Faticov, M.; Ferrante, M.; Fürjes-Mikó, Á.; Galmán, A.; Gossner, M. M.; Hampe, A.; Harvey, D.; Gordon Howe, A.; Kadiri, Y.; Kaennel-Dobbertin, M.; Koricheva, J.; Kozel, A.; Kozlov, M. V.; Lövei, G. L.; Lupaştean, D.; Milanović, S.; Mrazova, A.; Opgennoorth, L.; Pitkänen, J.; Popova, A.; Popović, M.; Prinzing, A.; Queloz, V.; Roslin, T.; Sallé, A.; Sam, K.; Scherer-Lorenzen, M.; Schuldt, A.; Selikhovkin, A.; Suominen, L.; Tack, A. J.M.; Tahadlova, M.; Thomas, R.; Castagnyrol, B. 2020: Search for top-down and bottom-up drivers of latitudinal trends in insect herbivory in oak trees in Europe, *Global Ecology and Biogeography* 30, 3: 651–665, doi: <https://doi.org/10.1111/geb.13244>
- Voglmayr, H.; Beenken, L., 2020: *Linosporeopsis*, a new leaf-inhabiting scolecosporous genus in Xylariaceae. *Mycological Progress* 19, 3: 205–222, doi: 10.1007/s11557-020-01559-7

9.2 Umsetzungs-Publikationen

- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Cancro resinoso del pino. *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Chancre résineux du pin. *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Dissecamento fogliare delle querce. *Bretziella fagacearum* (Bretz) Z.W. de Beer, Marinc., T.A. Duong and M.J. Wingf. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Eichenwelke. *Bretziella fagacearum* (Bretz) Z.W. de Beer, Marinc., T.A. Duong and M.J. Wingf. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Flétrissement américain du chêne. *Bretziella fagacearum* (Bretz) Z.W. de Beer, Marinc., T.A. Duong and M.J. Wingf. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Föhren – Pechkrebs. *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.

- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Mort subite du chêne. *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Morte improvvisa delle querce. *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Beenken, L.; Hölling, D.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Plötzlicher Eichenod. *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Dubach, V., 2020: Hallimasch – überall Hallimasch. Rossberg Echo, 20, 2: 14–15.
- Dubach, V.; Ruffner, B.; Schneider, S.; Stroheker, S., 2019: Schleimfluss an Bäumen. Wald und Holz 100, 8: 44–46.
- Dubach, V.; Stroheker, S., 2020: Hallimasch und Wurzelschwamm – zwei allgegenwärtige Waldbewohner, BWSO Bulletin 2, 1.
- Dubach, V.; Bader, M.; Odermatt, O.; Queloz, V., 2020: Waldschutz: ein Blick auf die Douglasie, Zürcher Wald 4: 9–11.
- Hölling, D., 2020: Wenn Käfer Jagd auf Käfer machen. Land & Forst 173, 23: 46–48.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Agrile du bouleau. *Agrilus anxius* Gory. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Agrile du frêne. *Agrilus planipennis* Fairmaire. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Asiatischer Eschenprachtkäfer (EAB). *Agrilus planipennis* Fairmaire. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Asiatischer Laubholzbockkäfer (ALB). *Anoplophora glabripennis* Motschulsky. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Bombyx sibérien. *Dendrolimus sibiricus* Chetverikov. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Bronzefarbener Birkenbohrer. *Agrilus anxius* Gory. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Capricorne asiatique des agrumes. *Anoplophora chinensis* Forster. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Capricorne asiatique. *Anoplophora glabripennis* Motschulsky. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Citrusbockkäfer (CLB). *Anoplophora chinensis* Forster. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Falena siberiana. *Dendrolimus sibiricus* Chetverikov. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Kiefernholznematode (KHN). *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bühner) Nickle *et al.*. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Minatore smeraldino del frassino (EAB). *Agrilus planipennis* Fairmaire. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Nematode del pino (KHN). *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bühner) Nickle *et al.*. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.

- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Nématode du pin. *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bühner) Nickle *et al.*. Fiche d'information protection de la forêt suisse. Birmensdorf: Protection de la forêt suisse; Institut fédéral de recherches WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Sibirischer Seidenspinner. *Dendrolimus sibiricus* Chetverikov. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz; Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Tarlo asiatico del fusto (ALB). *Anoplophora glabripennis* Motschulsky. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Tarlo asiatico delle radici (CLB). *Anoplophora chinensis* Forster. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Hölling, D.; Beenken, L.; Brockerhoff, E.; Queloz, V., 2020: Trivellatrice della betulla. *Agrius anxius* Gory. Factsheet protezione della foresta svizzera. Birmensdorf: Protezione della foresta svizzera; Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Queloz, V.; Forster, B.; Beenken, L.; Stroheker, S.; Odermatt, O.; Hölling, D.; Klesse, S.; Vöggtli, I.; treenet.info; Dubach, V., 2020: Protection des forêts – vue d'ensemble 2019. WSL Berichte 91. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL.
- Queloz, V.; Forster, B.; Beenken, L.; Stroheker, S.; Odermatt, O.; Hölling, D.; Klesse, S.; Vöggtli, I.; treenet.info; Dubach, V., 2020: Situazione fitosanitaria dei boschi 2019. WSL Berichte 92. Birmensdorf: Istituto federale per la foresta, la neve e il paesaggio WSL.
- Queloz, V.; Forster, B.; Beenken, L.; Stroheker, S.; Odermatt, O.; Hölling, D.; Klesse, S.; Vöggtli, I.; treenet.info; Dubach, V., 2020: Waldschutzüberblick 2019. WSL Berichte 89. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- Queloz, V.; Forster, B.; Hölling, D.; Stroheker, S.; Odermatt, O.; Dubach, V., 2020: Waldschutzsituation 2019 in der Schweiz. AFZ, der Wald 75, 11: 61–63.
- Queloz, V.; Cornejo, C.; Dubach, V.; Prospero, S.; Hölling, D.; Beenken, L.; Ruffner, B.; Rigling, D., 2020: Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2019. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – rapport annuel 2019. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – rapporto annuale 2019. WSL Berichte 94. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- Stroheker, S.; Bader, M.; Queloz, V., 2020: Ce n'est pas toujours la faute de la tordeuse - colorations des aiguilles du mélèze en 2020. Waldschutz Aktuell: Vol. 2/2020. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches WSL.
- Stroheker, S.; Bader, M.; Queloz, V., 2020: Wenn's mal nicht der Wickler ist - Nadelverfärbungen der Lärche 2020. Waldschutz Aktuell: Vol. 2/2020. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Stroheker, S.; Beat, F.; Queloz, V., 2020: Typographe (*Ips typographus*): deuxième taux d'infestation le plus élevé jamais enregistré en Suisse. Protection des forêts: point de la situation: Vol. 1/2020. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches WSL.
- Stroheker, S.; Forster, B.; Queloz, V., 2020: Zweithöchster je registrierter Buchdruckerbefall (*Ips typographus*) in der Schweiz. Waldschutz Aktuell 1. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Wohlgemuth, T.; Kistler, M.; Aymon, C.; Hagedorn, F.; Gessler, A.; Gossner, M.M.; Queloz, V.; Vöggtli, I.; Wasem, U.; Vitasse, Y.; Rigling, A., 2020: Früher Laubfall der Buche während der Sommertrockenheit 2018: Resistenz oder Schwächesymptom? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 171, 5: 257–269. <https://doi.org/10.3188/szf.2020.0257>

Danksagung

Wir danken Cygni Armbruster, Melanie Beck, Quirin Kupper, Emanuel Helfenstein, Steffi Pfister, Sven Ulrich, Rose Wellmann, Robin Winiger für die Organisation und Durchführung von Laboranalysen und Mitarbeit bei Felderhebungen. Elisabeth Britt, Eckehard Brockerhoff, Maurice Moor, Sophie Stroheker, Irina Vögtli, Oswald Odermatt, Ueli Wassem, Martin Bader, Beat Forster und Benno Augustinus danken wir für die vielseitige Unterstützung bei den durchgeführten Arbeiten. Thomas Brodbeck, Romano De Marchi und Andrin Gross danken wir für ihre Fundmeldungen zu den neuen Mehltau-Arten. Für die fachliche Begleitung und kritische Durchsicht des Jahresberichtes danken wir Joana Meyer, Aline Knoblauch, Miriam Widmer und Therese Plüss von der Sektion Waldschutz und -gesundheit des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Dem BAFU danken wir für die finanzielle Unterstützung

